



**RESISTENSI HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) TERHADAP
INSEKTISIDA BOTANI AZADIRACTIN DAN PEMANFAATANYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:
Anik Rahmawati
NIM 120210103062

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**RESISTENSI HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) TERHADAP
INSEKTISIDA BOTANI AZADIRACTIN DAN PEMANFAATANYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:
Anik Rahmawati
NIM 120210103062

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Karya ini merupakan harapan sebagai bagian hidup dan menjadi bagian ibadah dengan nilai disisi Allah SWT. Dengan penuh kasih karya ini kupersembahkan kepada:

1. Ibunda Ami Rahmawati dan Alm. Ayahanda Amar Fatoni tercinta, yang senantiasa memberikan doa restu dan kasih sayangnya untuk keberhasilanku.
2. Kakakku Andi Mashudi tercinta yang selalu mendukungku, memberi bantuan materi dan selalu memotivasi dalam hidupku.
3. Bapak dan Ibu Dosen pengajar dan pembimbing, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman serta membimbing dengan penuh keikhlasan dan kesabaran.
4. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember.

MOTTO

Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan, apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Quran Surah AL-Issyrah: 5-8))

Ikhlas dan tauhid adalah pohon yang ditanam di taman hati. Amal perbuatan adalah cabang-cabangnya, sedangkan buahnya adalah kehidupan yang baik di dunia dan kenikmatan abadi di alam akhirat.

(*Ibnul-Qayyim*)

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

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Anik Rahmawati

NIM : 120210103062

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Botani *Azadirachtin* dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer” 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 bertanggung jawab 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, 21 Juni 2016

Yang menyatakan,

Anik Rahmawati

NIM. 120210103062



**RESISTENSI HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) TERHADAP
INSEKTISIDA BOTANI AZADIRACTIN DAN PEMANFAATANYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Oleh

**Anik Rahmawati
NIM. 120210103062**

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

PERSETUJUAN

**RESISTENSI HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) TERHADAP
INSEKTISIDA BOTANI AZADIRACTIN DAN PEMANFAATANYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

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 : Anik Rahmawati
NIM : 120210103062
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2012
Daerah Asal : Lumajang
Tempat, Tanggal Lahir : Banyuwangi, 31 Mei 1994

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 “Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Botani *Azadirachtin* dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer.” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

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

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si
NIP. 196405101990021001

Mengesahkan

Dekan FKIP Universitas Jember

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

RINGKASAN

Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Botani Azadirachtin dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer; Anik Rahmawati; 120210103062; 2016; 64 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) dari Ordo Lepidoptera dan Famili Noctuidae merupakan salah satu hama penting pada tanaman kedelai, kubis dan sawi. Hama ini memiliki sifat polifagus sehingga dapat memakan berbagai jenis tanaman demi kelangsungan hidupnya. Larva yang masih kecil merusak daun dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas/transparan dan tinggal tulang-tulang daun saja. Larva instar lanjut merusak tulang daun dan kadang-kadang menyerang buah. Biasanya larva berada di permukaan bawah daun, dan menyerang secara serentak berkelompok.

Teknik pengendalian yang sesuai untuk ulat grayak yaitu pengendalian hayati. Pengendalian hayati merupakan cara pengendalian yang dapat menggantikan peran sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap insektisida kimiawi. Salah satu insektisida botani yang sangat efektif dalam pengendalian hama ulat grayak adalah *azadirachtin*. Penggunaan insektisida secara tidak rasional dapat mengakibatkan resistensi hama. Serangga sasaran dapat menjadi resisten karena terseleksinya populasi serangga yang memiliki mekanisme detoksifikasi efektif terhadap zat toksik, sehingga populasi serangga resisten pada generasi berikutnya akan berkembang lebih banyak dan tidak dapat dikendalikan dengan insektisida yang awalnya efektif

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi insektisida botani *azadirachtin* terhadap berat larva, lama perkembangan, dan jumlah telur (fekunditas) *Spodoptera litura* F. serta mengetahui resistensi *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida *azadirachtin* berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR), dan mengetahui uji kelayakan buku ilmiah populer sebagai produk penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan di Sub Laboratorium Zoologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Waktu penelitian pada bulan 24 Maret – 30 April 2016. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 taraf perlakuan, 1 kontrol dan setiap perlakuan terdiri dari 4 kali ulangan dengan konsentrasi 0 ml/l (kontrol), 3 ml/l, 4,5 ml/l, 6 ml/l, 7,5 ml/l, dan 9 ml/l.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan insektisida botani *azadirachtin* berpengaruh secara signifikan terhadap berat larva, lama fase perkembangan, dan jumlah telur (fekunditas) *Spodoptera litura* F. Semakin tinggi konsentrasi, berat larva *Spodoptera litura* F. semakin menurun. Berat larva *S. litura* secara berturut-turut (kontrol, P1, P2, P3, P4, dan P5) yaitu $0,19 \pm 0,039$ gram; $0,16 \pm 0,043$ gram; $0,21 \pm 0,049$ gram; $0,17 \pm 0,046$ gram; $0,18 \pm 0,041$ gram; dan $0,15 \pm 0,046$ gram. Semakin tinggi konsentrasi, lama fase perkembangan larva *Spodoptera litura* F. semakin lama. Semakin tinggi aplikasi insektisida jumlah telur (fekunditas) mengalami jumlah penurunan telur.

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa aplikasi insektisida botani *azadirachtin* berpengaruh terhadap berat, lama perkembangan, dan jumlah telur. Semakin tinggi konsentrasi maka berat larva semakin menurun dan fase perkembangannya semakin lama. *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida botani *azadirachtin* telah terindikasi resisten, dengan nilai Nisbah Resistensi 1,46. 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. Berdasarkan hasil uji kelayakan buku ilmiah populer yang berjudul “pengendalian hama ulat grayak: pengenalan insektisida botani *azadirachtin* dan resiko terjadinya resistensi” sangat layak untuk digunakan buku bacaan masyarakat dengan rerata nilai 89,6 %.

PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan serta penyusunan skripsi ini yang berjudul “Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Botani *Azadirachtin* dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer.” Adapun tujuan daripada penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi strata satu (S1) Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.

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, dan Dr. Jekti Prihatin, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
5. Dr. Imam Mudakir, M.Si., selaku dosen penguji I, dan Prof. Dr. Suratno, M.Si., selaku dosen penguji II sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu dan meluangkan pikiran untuk perbaikan skripsi ini.
6. Dr. Nurul Umamah, M. Pd., dan ibu Siti Murdiah, S. Pd., M. Pd., selaku validator buku ilmiah populer yang meluangkan waktu dan pikiran untuk perbaikan buku ilmiah populer.

7. Bapak Tamyis, mas Enki, dan mas Andi selaku Teknisi Laboratorium yang meluangkan tenaga dan pikiran dalam penyelesaian penelitian.
8. Alm. Bapak Amar Fatoni, Ibu Ami Rahmawati, Kakak tersayang Andi Mashudi, Ibu Siti Alfiyah, Bapak Rozi Alfis dan segenap keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan;
9. Teman-teman angkatan 2012 Program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
10. 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 PEMBIMBING	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.)	6
2.1.1 Klasifikasi Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	6
2.1.2 Biologi Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	6
2.1.3 Gejala Serangan Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	9

2.1.4 Pengendalian Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	10
2.2 Biologi Sawi Hijau (<i>Brassica sinensis</i> L.).....	11
2.3 Insektisida.....	13
2.3.1 Pengertian Insektisida.....	13
2.3.2 Insektisida Botani.....	14
2.3.3 Azadirachtin.....	14
2.3.4 Toksisitas Azadirachtin.....	17
2.4 Resistensi Hama.....	18
2.4.1 Pengertian Resistensi.....	18
2.4.2 Mekanisme Resistensi.....	18
2.4.3 Cara Mendeteksi Resistensi.....	19
2.5 Buku Ilmiah Populer.....	20
2.6 Landasan Kerangka Teoritis	22
2.7 Hipotesis	23
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.2.1 Tempat Penelitian.....	24
3.2.2 Waktu Penelitian.....	24
3.3 Identifikasi Variabel.....	24
3.3.1 Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>).....	24
3.3.2 Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>).....	24
3.3.3 Variabel Kontrol.....	25
3.4 Definisi Operasional.....	25
3.5 Populasi dan Sampel.....	26
3.6 Desain Penelitian.....	26
3.7 Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.7.1 Alat Penelitian.....	29

3.7.2 Bahan Penelitian.....	29
3.8 Prosedur Penelitian.....	29
3.8.1 Penyiapan Tanaman Pakan.....	29
3.8.2 Pemeliharaan Ulat Grayak.....	30
3.8.3 Pembuatan Serial Konsentrasi Insektisida.....	30
3.8.4 Uji Pendahuluan.....	31
3.8.5 Uji Lanjutan.....	31
3.8.6 Penyusunan Buku dan Uji Kelayakan Buku Ilmiah Populer...	33
3.9 Analisis Data.....	34
3.9.1 Analisis Data Penelitian.....	34
3.9.2 Analisis Validasi Buku Ilmiah Populer.....	35
3.10 Kerangka Teoritis.....	37
BAB 4. Hasil dan Pembahasan.....	38
4.1 Hasil Penelitian.....	38
4.1.1 Pengaruh Perlakuan Insektisida Botani Azadirachtin Terhadap Berat, Lama Fase Perkembangan dan Jumlah Telur <i>Spodoptera</i> <i>litura</i> F.....	38
4.1.2 Resistensi Ulat Grayak.....	44
4.1.3 Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer.....	44
4.2 Pembahasan.....	48
4.2.1 Pengaruh Perlakuan Insektisida Botani Azadirachtin Terhadap Berat, Lama Fase Perkembangan dan Jumlah Telur <i>Spodoptera</i> <i>litura</i> F.....	48
4.2.2 Resistensi Ulat Grayak.....	57
4.2.3 Tingkat Kelayakan Buku Ilmiah Populer.....	58
BAB 5. PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58

DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	65



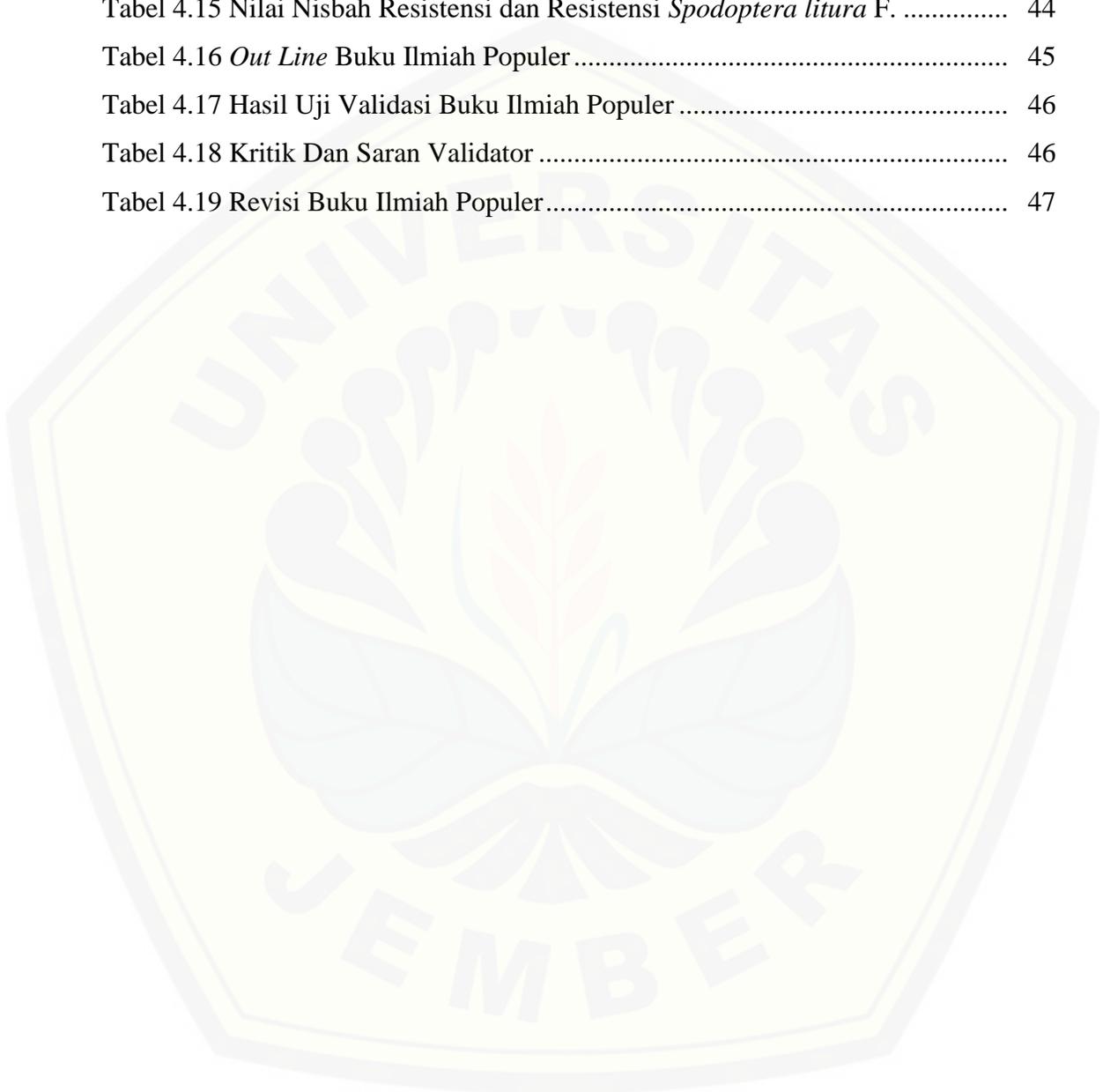
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Telur Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.)	7
Gambar 2.2 Larva Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	8
Gambar 2.3 Pupa Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	9
Gambar 2.4 Imago Ulat Grayak Jantan (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	9
Gambar 2.5 Gejala Serangan L	10
Gambar 2.7 Morfologi Tanaman Sawi	12
Gambar 2.8 Struktur Molekul Azadirachtin	15
Gambar 2.9 Pengaruh Azadirachtin Bersifat Insektisidal Pada Ulat Grayak	16
Gambar 2.9 Diagram Kerangka Teoritis.....	21
Gambar 3.1 Desain Tempat Penelitian.....	26
Gambar 3.1 Desain Peletakan Botol Perlakuan	26
Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Cover Buku Ilmiah Populer.....	45
Gambar 4.2 Mekanisme terjadinya resistensi	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Rancangan Desain Penelitian.....	27
Tabel 3.2 Parameter Penelitian	28
Tabel 3.3 Validator Buku Ilmiah Populer	34
Tabel 3.4 Nilai Tiap Kriteria.....	35
Tabel 3.5 Rentang Nilai Untuk Tiap Kriteria.....	35
Tabel 4.1 Rerata Berat Larva Pada Tiap Perlakuan Insektisida.....	38
Tabel 4.2 Hasil Uji Anova Pengaruh Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i> Terhadap Berat Larva Ulat Grayak	39
Tabel 4.3 Rerata Lama Fase Larva <i>Spodoptera litura</i> F. Instar 3.....	39
Tabel 4.4 Hasil Uji Anova Pengaruh Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i> Terhadap Lama Fase Instar 3	40
Tabel 4.5 Rerata Lama Fase Larva <i>Spodoptera litura</i> F. Instar 4.....	40
Tabel 4.6 Hasil Uji Anova Pengaruh Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i> Terhadap Lama Fase Instar 4	40
Tabel 4.7 Rerata Lama Fase Larva <i>Spodoptera litura</i> F. Instar 5.....	41
Tabel 4.8 Hasil Uji Anova Pengaruh Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i> Terhadap Lama Fase Instar 5	42
Tabel 4.9 Rerata Lama Fase Pupa.....	41
Tabel 4.10 Hasil Uji Anova Pengaruh Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i> Terhadap Lama Fase Pupa.....	42
Tabel 4.11 Rerata Lama Fase Imago.....	42
Tabel 4.12 Hasil Uji Anova Pengaruh Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i> Terhadap Lama Fase Imago.....	43
Tabel 4.13 Rerata Jumlah Telur (Fekunditas) Tiap Perlakuan Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i>	43

Tabel 4.14 Hasil Uji Anova Pengaruh Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i> Terhadap Jumlah Telur (Fekunditas) <i>Spodoptera litura</i> F.....	44
Tabel 4.15 Nilai Nisbah Resistensi dan Resistensi <i>Spodoptera litura</i> F.	44
Tabel 4.16 <i>Out Line</i> Buku Ilmiah Populer	45
Tabel 4.17 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer	46
Tabel 4.18 Kritik Dan Saran Validator	46
Tabel 4.19 Revisi Buku Ilmiah Populer.....	47



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matriks Penelitian	65
B. Tabel Hasil Pengamatan	67
C. Lama Fase Perkembangan	71
D. Analisis Data	72
E. Hasil Dokumentasi.....	84
F. Validasi Produk Buku Ilmiah Populer	87
G. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi.....	94

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komoditi hortikultura adalah kelompok yang terdiri dari buah-buahan, sayuran, bunga, tanaman hias dan tanaman biofarmaka (Arianasofa, 2013:10). Komoditi ini 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). Salah satu kelompok hortikultura yang sangat disukai dan dikembangkan oleh masyarakat adalah golongan tanaman sayur. Sawi merupakan sayuran daun yang cukup penting di Indonesia dan tercatat sebagai komoditas penting dalam ekspor-impor sayuran. Selain ditinjau dari segi klimatologis, teknis dan ekonomis juga sangat mendukung, sehingga memiliki kelayakan untuk dibudidayakan di Indonesia (Haryanto, 2006). Berdasarkan data statistik pertanian produksi sawi yang dicapai di Sulawesi Tengah pada tahun 2012 sebanyak 2.928 ton/ha dengan luas lahan 744 ha, produksi ini masih lebih rendah bila dibandingkan dengan produksi sawi pada tahun 2011 sebanyak 5.492 ton/ha dengan luas lahan 894 ha. (Badan Pusat Statistik, 2013). Terjadinya angka penurunan ini disebabkan adanya beberapa faktor pengganggu, salah satunya adalah hama, khususnya adalah hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.).

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) dari Ordo Lepidoptera dan Famili Noctuidae merupakan salah satu hama penting pada tanaman kedelai, kubis dan sawi. Kehilangan hasil akibat serangan hama tersebut dapat mencapai 85 %, bahkan dapat menyebabkan kegagalan panen. Hama ini memiliki sifat polifagus sehingga dapat memakan berbagai jenis tanaman demi kelangsungan hidupnya (Azwana dan Adikorelsi, 2009:18). Larva yang masih kecil merusak daun dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas/transparan dan tinggal tulang-tulang daun saja. Larva instar lanjut merusak tulang daun dan kadang-kadang menyerang buah. Biasanya

larva berada di permukaan bawah daun, dan menyerang secara serentak berkelompok. serangan berat dapat menyebabkan tanaman gundul, karena daun dan buah habis dimakan ulat. Serangan berat umumnya terjadi pada musim kemarau (Deptan, 2010: 23). Dilaporkan oleh Sindo pada bulan agustus tahun 2015 diketahui sekitar 203 ha tanaman bawang merah di sembilan kecamatan di Brebes gagal panen karena terserang ulat grayak (Wolajan, 2014). Melihat dari besarnya kerusakan dan kerugian yang diakibatkan ulat grayak maka perlulah dilakukan pengendalian secara efektif.

Arifin dan Koswanudin (2010) menyatakan ada beberapa teknik pengendalian yang sesuai untuk ulat grayak. Pengendalian hayati merupakan cara pengendalian yang dapat menggantikan peran sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap insektisida kimiawi. Salah satu insektisida botani yang sangat efektif dalam pengendalian hama ulat grayak adalah *azadirachtin*. *Azadirachtin* adalah metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman mimba (*Azadirachta indica*) yang berfungsi sebagai insektisida. *Azadirachtin* telah diketahui dapat bekerja sebagai penolak makan (*antifeedancy*), menghambat pertumbuhan, menghambat proses ganti kulit (*moulting inhibition*), mengakibatkan abnormalitas anatomi dan dapat mematikan serangga (Walter, 1999:158). Seperti dilaporkan oleh Sarjan (2004) menyatakan bahwa penggunaan insektisida non kimia sintetis dari mimba mempunyai kemampuan untuk menekan populasi *Spodoptera litura* F. dan melestarikan populasi musuh alami berupa predator pada tanaman.

Kelebihan utama yang lain dalam menggunakan insektisida alami adalah mudah terurai atau terdegradasi secara cepat. Proses penguraiannya dibantu oleh komponen alam, seperti sinar matahari, udara dan kelembapan (Sukrasno, 2003:67). Dengan demikian insektisida alami yang disemprotkan beberapa hari sebelum panen tidak meninggalkan residu. Secara umum resistensi serangga terhadap insektisida melibatkan proses yang berkaitan dengan detoksifikasi senyawa asing yang masuk ke dalam tubuh (Ware, 1983:453). Serangga sasaran dapat menjadi resisten karena terseleksiya populasi serangga yang memiliki mekanisme detoksifikasi efektif

terhadap zat toksik, sehingga populasi serangga resisten pada generasi berikutnya akan berkembang lebih banyak dan tidak dapat dikendalikan dengan insektisida yang awalnya efektif (Matsmura, 1995).

Menurut Indiati *et al.* (2013:43), ulat grayak di Kabupaten Jombang, Ponorogo, Pasuruan, dan Banyuwangi dilaporkan tahan terhadap insektisida. Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Oktarina (2015:49) mengenai Status resistensi *Spodoptera litura* F. asal Karangploso, Malang, telah resisten terhadap abamektin 18 EC dengan nilai nisbah resistensi 4,02. Penelitian mengenai resistensi hama juga dilakukan oleh Innaja (2015:68) terhadap resistensi hama *Spodoptera litura* F. pada tanaman tomat menyatakan bahwa hama tersebut telah resisten terhadap insektisida bahan aktif sipermetrin dengan nilai nisbah resistensi sebesar 3,02. Menurut Hidayya dan Hadis (2013:4-5) Serangga yang telah resisten terhadap suatu insektisida, biasanya mampu mengembangkan sifat resistensinya terhadap senyawa insektisida lain dengan lebih cepat, khususnya jika senyawa tersebut mempunyai mekanisme kerja yang sama dengan senyawa insektisida yang digunakan sebelumnya.

Pada umumnya petani kurang mengetahui terjadinya resistensi serangan hama yang menyerang perkebunanya, mereka akan percuma jika melakukan pengendalian dengan menggunakan insektisida yang ternyata sudah resisten. Rendahnya tingkat pengetahuan masyarakat akan hal resistensi ini disebabkan selama hasil penelitian hanya diketahui oleh peneliti itu sendiri dan belum dimanfaatkan secara luas. Oleh karena itu diperlukan penelitian yang berjudul “Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Botani *Azadirachtin* dan Pemanfatanya Sebagai Buku Ilmiah Populer”. Sebagian peneliti yang telah melakukan penelitian, hasilnya hanya terbatas pada skripsi dan jurnal sehingga banyak masyarakat luas yang tidak mengetahui hasil penelitian yang telah diteliti sejauh ini. Oleh karena itu diperlukan suatu hasil produk penelitian berupa buku ilmiah populer yang menarik dan mudah dipahami masyarakat luas, sehingga hasil penelitian dapat bermanfaat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

- a. Adakah pengaruh aplikasi insektisida botani terhadap berat larva, lama fase perkembangan, dan jumlah telur (fekunditas) *Spodoptera litura* F.?
- b. Berapakah resistensi *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida botani dengan bahan aktif *azadirachtin* berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR)?
- c. Apakah buku hasil penelitian tentang resistensi hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida botani dengan bahan aktif *Azadirachtin* layak digunakan sebagai buku ilmiah populer?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah yang terkandung dalam penelitian ini, maka diperlukan batasan masalah yang meliputi hal-hal sebagai berikut.

- a. Jenis insektisida yang digunakan adalah insektisida botani dengan kandungan bahan aktif *azadirachtin* 18,4 mg/L yang didapatkan dari toko pertanian.
- b. Konsentrasi insektisida berbahan aktif *azadirachtin* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 ml/L, 4,5 ml/L, 6 ml/L, 7,5 ml/L, 9 ml/L.
- c. Daun sawi yang digunakan adalah sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.) yang berkedudukan dari daun ketiga dari pucuk, daun segar, dan tidak ada lubang pada daun.
- d. Pengamatan hasil perlakuan meliputi jumlah *Spodoptera litura* F. yang masih hidup pada setiap perlakuan, berat larva, lama fase perkembangan setiap stadium larva, dan jumlah telur (fekunditas) setelah aplikasi insektisida botani *azadirachtin*.
- e. *Spodoptera litura* F. yang digunakan adalah larva *Spodoptera litura* F. instar 3.
- f. Buku ilmiah populer yang akan dibuat hanya sampai pada uji kelayakan buku.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menganalisis pengaruh aplikasi insektisida botani *azadirachtin* terhadap berat larva, lama fase perkembangan, dan jumlah telur (fekunditas) *Spodoptera litura* F. lapang.
- b. Menghitung tingkat resistensi *Spodoptera litura* F. lapang, terhadap insektisida botani *azadirachtin* berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR).
- c. Mengetahui kelayakan buku ilmiah populer sebagai produk hasil penelitian tentang resistensi hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida botani *azadirachtin* dan pemanfaatannya sebagai buku ilmiah populer.

1.5 Manfaat Penelitian

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

- a. Bagi peneliti dapat menambah pengalaman dan pengetahuan baru mengenai resistensi hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida botani dengan bahan aktif *azadirachtin*.
- b. Bagi peneliti lain, dapat memberikan sumbangan pemikiran untuk meneliti lebih lanjut mengenai resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida botani dengan bahan aktif *azadirachtin*.
- c. Bagi masyarakat, dapat memberikan pengetahuan dan referensi dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan insektisida botani dengan takaran yang tinggi.
- d. Bagi lembaga, khususnya FKIP Program Studi Pendidikan Biologi dapat memberikan wacana sains serta memberikan informasi ilmiah yang bermanfaat di bidang biologi tentang resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida botani dengan bahan aktif *azadirachtin*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

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

Spodoptera litura F. termasuk dalam famili Noctuidae (Pracaya, 2004:162). Ulat grayak (*S. litura*) 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: 131).

Klasifikasi ulat grayak (*Spodoptera 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: ITIS, 2002).

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

Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) termasuk serangga yang bersifat polifag atau mempunyai kisaran inang yang luas sehingga berpotensi menjadi hama pada berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah dan perkebunan. Hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) tersebar di daerah tropis dan subtropis (Sari *et al.*, 2013:561). 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).

Siklus hidup dari ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) adalah sebagai berikut.

a. Telur

Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian datar melekat pada daun (kadang tersusun 2 lapis), warna coklat kekuning-kuningan, berkelompok (masing-masing berisi 25 – 500 butir) tertutup bulu seperti beludru (Tenrirawe dan Talanca, 2008: 465). Waktu penetasan telur sekitar 4 hari apabila dalam kondisi hangat, dan 11-12 hari apabila musim dingin. Larva yang baru menetas akan tinggal sementara ditempat telur diletakkan, beberapa hari setelah itu larva akan mulai berpencar (Lestari *et al.*, 2013:167).



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

b. Larva

Fase larva pada ulat grayak terdiri atas lima instar. Pada instar 1 ditandai dengan tubuh larva berwarna kuning dengan terdapat bulu-bulu halus, kepala berwarna hitam dengan lebar 0,2-0,3 mm. Larva instar 1 terjadi sekitar 2-3 hari (Noviana, 2011:4). Kemudian dilanjutkan pada fase larva instar 2 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 2 adalah 2-3 hari (Umiati *et al.*, 2012:3). Larva instar 3 ditandai dengan garis zig-zag

berwarna putih pada bagian kiri dan kanan abdomen dan bulatan hitam sepanjang tubuh. Larva instar 3 memiliki panjang tubuh 15 mm dengan lebar kepala 0,5-0,6 mm. Fase larva instar 3 ini berlangsung selama 2-5 hari. Pada fase larva instar 4 warna larva sangat bervariasi yaitu hitam, hijau, keputihan, hijau kekuningan atau hijau keunguan, panjang tubuh 13-20 mm. larva instar 4 berlangsung selama 2-6 hari (Pracaya, 2004:166). Kemudian 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 Fase larva ulat grayak (*Spodoptera litura* F.)
(Sumber : Halimah, 2010)

c. Pupa

Fase pupa terjadi di dalam tanah dengan kedalaman beberapa sentimeter tanpa memiliki kokon (Noma *et al.*, 2010:1). Fase pupa ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) berwarna coklat kemerah-merahan dengan panjang kurang lebih 18-20 mm, biasanya berada di dalam tanah atau pasir (Sudarmo, 1990:10). Fase pupa terjadi di dalam tanah dengan kedalaman beberapa sentimeter tanpa memiliki kokon, biasanya banyak dijumpai pada pangkal batang dan terlindung di bawah daun kering. Lama fase pupa berkisar 5-8 hari tergantung pada ketinggian tempat di atas permukaan laut (Noma *et al.*, 2010:1).



Gambar 2.3 Fase pupa ulat grayak (*Spodoptera litura* F.).
(Sumber: Sumber: Mohn, 2001).

d. 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 depan berwarna putih keabu-abuan, pada bagian tengah sayap depan terdapat tiga pasang bintik-bintik yang berwarna perak. Sayap belakang berwarna putih dan pada bagian tepi berwarna coklat gelap (Noviana, 2011:6). Umur ngengat *S. litura* F. pendek, dan hewan tersebut bertelur dalam 2-6 hari. Kemampuan terbang ngengat pada malam hari dapat mencapai 5 km (Pracaya, 2004:167).



Gambar 2.4 Imago ulat grayak jantan (*Spodoptera litura* F.)
(Sumber: Kritiani, 2008).

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

Larva yang masih kecil merusak daun dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas/transparan dan tinggal tulang-tulang daun saja dan ulat yang besar memakan tulang daun dan buahnya. Gejala serangan pada daun rusak tidak beraturan,

bahkan kadang-kadang hama ini juga memakan tunas dan bunga. Pada serangan berat menyebabkan gundulnya daun. Ulat grayak muda menyerang daun sehingga bagian daun yang tertinggal hanya epidermis atas dan tulang-tulanganya saja. Ulat tua juga merusak tulang-tulang daun sehingga tampak lubang-lubang bekas gigitan pada daun. Di samping memakan daun, ulat juga memakan polong muda. Ulat grayak memiliki kemampuan makan besar, Selama periode ulat instar akhir yang berlangsung selama 2,5 hari (Arifin, 1991:11).

Gejala serangan pada daun rusak tidak beraturan, bahkan kadang-kadang hama ini juga memakan tunas dan bunga. Pada serangan berat menyebabkan gundulnya daun. Serangan berat menyebabkan tanaman gundul karena daun dan buah habis dimakan ulat. Serangan berat pada umumnya terjadi pada musim kemarau, dan menyebabkan defoliasi daun yang sangat berat (Marwoto dan Suharsono, 2008:132).



Gambar 2.5 Gejala serang ulat grayak (*Spodoptera litura* F.)
(Sumber: Halimah, 2010).

2.1.4 Pengendalian Hama 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. Pengendalian secara mekanis dengan mengambil telur dan larva yang baru menetas beserta daun yang menjadi tempat menempelnya telur tersebut.
- b. Pengendalian secara biologi dengan cara disemprot menggunakan *Bacillus thuringiensis* atau dengan *Borreliana litura* (Pracaya, 2004:168).

- c. Pengendalian 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 Morfologi Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.)

Klasifikasi tanaman sawi dalam taksonomi adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Dilleniidae
Ordo	: Capparales
Famili	: Brassicaceae
Genus	: <i>Brassica</i>
Spesies	: <i>Brassica rapa</i> var. <i>parachinensis</i> L.

(Sumber: Plantamor, 2012).

Sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.; suku sawi-sawian atau Brassicaceae) merupakan jenis sayuran yang cukup populer. Dikenal pula sebagai caisim, caisin, atau sawi bakso. Sayuran ini mudah dibudidayakan dan dapat dimakan segar (biasanya dilayukan dengan air panas) atau diolah menjadi asinan. Sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.) umumnya dikonsumsi dalam bentuk olahan, karena pada sawi mentah terdapat kandungan alkaloid carpine (Pradani dan Hariastuti, 2010).



Gambar 2.6 Morfologi tanaman sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.)
(Sumber : Mangoting, 2005)

Akar tanaman sawi mempunyai perakaran tunggang. Bijinya bulat pipih agak kuning kecoklatan. Batang tanaman sawi tegak, masif, silindris, licin, hijau dan pada umumnya batangnya pendek dan tegap. Daun tanaman sawi lebar berwarna hijau keputih-putihan dan bertangkai pipih. Daun sawi tanah berbentuk bulat telur atau ulat, memanjang, tunggal dan tersebar. Ujung daun lancip dan tepinya bergerigi. Tunggal silang berhadapan, lonjong, tepi rata ataupun bergerigi, ujung tumpul, pangkal meruncing, panjang 7-15 cm, lebar 3-6 cm, dan berwarna hijau. Bunga berukuran kecil dan berwarna kuning. Bunga tersusun dalam tandan diujung-ujung batang. Umumnya bunga majemuk, berkelamin dua, di ujung batang, tangkai silindris, panjang 1 cm, hijau, kelopak pipih memanjang, halus, hijau kekuningan, kepala sari empat persegi panjang, coklat muda, tangkai putik silindris, panjang kurang lebih 1 cm, hijau, kepala putik bulat, coklat muda, mahkota silindris, dan berwarna kuning (Mangoting, 2005).

Buah berupa buah lobak. Jika buah masak akan membuka dua katub. Berupa polong, bulat memanjang, panjang kurang lebih 3 cm, berwarna hijau (Mangoting, 2005). Benih merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan usaha tani. Benih yang baik akan menghasilkan tanaman yang tumbuh dengan bagus. Kebutuhan benih sawi untuk setiap hektar lahan tanam sebesar 750 gram. Benih sawi berbentuk bulat

dan kecil-kecil. Permukaannya licin mengkilap dan agak keras. Warna kulit benih coklat kehitaman. Benih yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik, jika benih didapat dari beli harus kita perhatikan lama penyimpanan, varietas, kadar air, suhu dan tempat penyimpanannya. Selain itu juga harus memperhatikan kemasan. Kemasan yang baik adalah dengan aluminium foil. Apabila benih yang kita gunakan dari hasil pananaman harus diperhatikan kualitas benih tersebut, misalnya tanaman yang akan diambil sebagai benih harus berumur lebih dari 70 hari. Penanaman sawi yang akan dijadikan benih terpisah dari tanaman sawi yang lain, diharapkan lama penggunaan benih tidak lebih dari 3 tahun (Pradani dan Hariastuti, 2010).

Sawi hijau mengandung folat, mineral (mangan dan kalsium), selain itu juga mengandung asam amino triptofan dan juga serat pangan. Sawi hijau juga merupakan sayuran yang bermanfaat untuk membantu mencegah dari terserangnya penyakit kanker, hal ini disebabkan karena dalam sawi hijau mengandung senyawa fitokimia khususnya glukosinolat yang cukup tinggi (Yul, 2010).

2.3 Insektisida

2.3.1 Pengertian Insektisida

Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang bisa mematikan jenis serangga (Wudianto, 1990: 5). Insektisida bersifat toksik, oleh karena itu dalam menggunakannya perlu mempertimbangkan dampak terhadap lingkungan dan organisme yang bukan sasarannya. Penentuan jenis insektisida, dosis, serta metode aplikasi adalah syarat yang penting untuk dipahami dalam menentukan kebijakan pengendalian vektor. Apabila pemberian insektisida dilakukan berulang-ulang di satuan ekosistem akan menimbulkan resistensi pada serangga sasaran. Demikian dengan nyamuk, pemberian insektisida yang terus-menerus menyebabkan nyamuk beradaptasi dan menjadi kebal terhadap insektisida tersebut (Sucipto, 2011).

Insektisida terdiri atas 2 macam, diantaranya yaitu insektisida botani dan insektisida sintetik. Insektisida botani merupakan insektisida yang berasal dari tumbuhan dan dapat berupa bagian-bagian dari tumbuhan seperti akar, daun, batang,

bunga, biji, umbi, dan buah. Sedangkan insektisida sintetik merupakan insektisida yang berasal dari campuran bahan-bahan kimia (Kardinan, 2003:4).

2.3.2 Insektisida Botani

Insektisida botani merupakan kearifan lokal di Indonesia yang sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) untuk mendukung terciptanya sistem pengendalian pertanian organik (Kardinan, 2009:5). Alternatif pengganti insektisida kimia adalah dengan memanfaatkan tumbuhan yang memiliki khasiat insektisida khususnya tumbuhan yang mudah diperoleh dan dapat diramu petani sebagai sediaan insektisida (Hasnah *et al*, 2012:166).

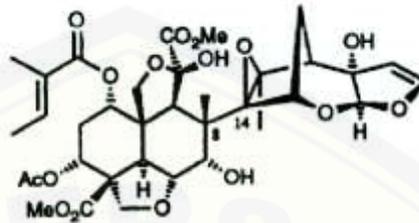
Insektisida botani memiliki kelemahan dan keunggulan. Insektisida botani memiliki kelebihan tertentu yang tidak dimiliki oleh insektisida sintetik. Insektisida botani relative aman karena terbuat dari bahan alami, sehingga insektisida mudah terurai (*biodegradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan aman bagi manusia dan hewan ternak karena residunya mudah hilang. Insektisida botani bersifat *hit and run*, jika pestisida diaplikasikan akan membunuh hama pada waktu itu dan setelah hama terbunuh maka residunya akan segera menghilang di alam sehingga tanaman terbebas dari residu dan aman dikonsumsi (Kardinan, 2001:4-5).

Metode aplikasi insektisida botani bermacam-macam. Metode aplikasi yang paling banyak digunakan di Indonesia maupun di seluruh dunia adalah penyemprotan (*spraying*). Sekitar 75% penggunaan insektisida di seluruh dunia diaplikasikan dengan cara disemprotkan (Djojsumarto, 2008:293).

2.3.3 Azadirachtin

Azadirachtin merupakan molekul kimia $C_{35}H_{44}O_{16}$ yang termasuk dalam kelompok triterpenoid (Gambar 2.7). Struktur kimia *azadirachtin* hampir sama dengan hormon "*ecdysone*" pada serangga yang mengatur proses metamorfosis yaitu

perubahan bentuk serangga dari larva ke pupa kemudian menjadi imago (Ley *et al.*, 1993: 109).



Gambar 2.7 Struktur molekul *Azadirachtin*
(Sumber : Mordue (Luntz) and Nisbet, 2000).

Azadirachtin telah diketahui dapat bekerja sebagai penolak makan (*antifeedancy*), menghambat pertumbuhan, menghambat proses ganti kulit (*moulting inhibition*), mengakibatkan abnormalitas anatomi dan dapat mematikan serangga. Walter (1999:120), melaporkan bahwa *azadirachtin* telah terbukti efektif mengendalikan lebih dari 300 spesies serangga hama termasuk hama-hama penting tanaman budidaya seperti ulat grayak (*armyworm*), pengorok daun (*leafminer*), kutu daun (*aphid*) dan kutu putih (*whiteflies*).

Cara kerja dari *azadirachtin* sangat tergantung dari spesies serangga targetnya dan konsentrasi yang diaplikasikan. Efek primer dari *azadirachtin* terhadap serangga berupa *antifeedant* dengan menghasilkan stimulan penolak makan spesifik berupa reseptor kimia (*chemoreceptor*) pada bagian mulut (*mouthpart*) yang bekerja bersama-sama dengan reseptor kimia lainnya yang mengganggu persepsi rangsangan untuk makan (Mordue *et al.*, 1998: 281).

Efek sekunder dari *azadirachtin* terhadap serangga berupa gangguan pada pengaturan perkembangan dan reproduksinya, akibat efek langsungnya terjadi pada sel somatik dan jaringan reproduksi serta efek tidak langsungnya akan mengganggu proses *neuroendocrine*. Pengaruh *azadirachtin* terhadap pengaturan pertumbuhan serangga dengan mengganggu sistem *neuroendocrine*-nya inilah yang paling banyak mendapat perhatian (Mordue (Luntz) dan Nisbet 2000: 617). Hormon utama pada tubuh serangga yang mengatur proses pertumbuhan adalah hormon *ecdysone* dan 20-

hydroxy-ecdysone yang merupakan hormon ganti kulit (*moulting hormones*) yang keduanya berasal dari fitosteroid yang diambil dari tanaman inang oleh serangga, serta *juvenile hormone* (JH). Hormon *ecdysone* dan *20-hydroxy-ecdysone* diproduksi oleh kelenjar protoraks (*prothoracic gland*), sedangkan *juvenile hormone* diproduksi oleh *corpora allata*, melalui stimulasi hormon PTTH (*prothoracicotropic hormone*) yang disekresikan pada otak (Wigglesworth, 197). Untuk terjadinya proses metamorfosis membutuhkan adanya sinkronisasi dari beberapa jenis hormon dan perubahan fisik sehingga proses tersebut berhasil dengan baik, dan nampaknya *azadirachtin* memiliki fungsi sebagai "*ecdysone blocker*" yang menghambat serangga untuk memproduksi dan melepas hormon-hormon vital dalam proses metamorfosis. Akibatnya serangga tidak dapat ganti kulit, sehingga kemudian siklus hidupnya menjadi terganggu (National Research Council, 1992).

Azadirachtin juga berfungsi sebagai insektisida bagi beberapa jenis serangga. Kematian serangga dapat terjadi dalam beberapa hari, tergantung dari stadia dan siklus hidup serangga target. Akan tetapi, apabila termakan dalam jumlah kecil saja mengakibatkan serangga tidak bergerak dan berhenti makan. Aktivitas residu insektisida dari *azadirachtin* ini umumnya terjadi antara tujuh sampai 10 hari atau lebih lama lagi, tergantung dari jenis serangga dan aplikasinya (Thomson, 1992).

Pengaruh *azadirachtin* pada proses metamorfosis serangga sasaran, yang menunjukkan pengaruh mematikan (*insecticidal effect*) pada ulat garayak.



Gambar 2.8 Pengaruh *azadirachtin* yang bersifat insektisidal pada ulat grayak (*Spodoptera litura* F.)
(Sumber: Mordue dan Nisbet 2000).

2.3.4 Toksisitas Insektisida

Toksisitas suatu insektisida atau daya racun harus diketahui karena berkaitan dengan potensi suatu insektisida untuk membunuh hewan sasaran (Djojoseumarto, 2008:238). Potensi racun dari zat kimia sering disajikan sebagai *Lethal Concentration* (LC_{50}) (Boyd, 2005:2). LC_{50} adalah konsentrasi yang menyebabkan kematian hewan uji pada kondisi dan waktu. 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 LC₅₀ asimtotik dan nilai tersebut tidak tergantung pada waktu (Boyd, 2005:2).

Penentuan nilai LC₅₀ 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).

2.4 Resistensi Hama

2.4.1 Pengertian Resistensi.

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

Menurut Moekasan dan Basuki (2007:344) penggunaan insektisida yang tidak rasional, seperti frekuensi penyemprotan yang sering, pemakaian dosis yang tinggi, dan pencampuran lebih dari dua jenis insektisida dengan tidak memperhatikan kompatibilitasnya, akan mempercepat resistensi hama terhadap insektisida. Resistensi akibatnya sangat buruk, karena resistensi dikendalikan oleh faktor genetik, sehingga

hal ini tidak dapat kembali lagi pada keadaan yang semula (*irreversible*). Apabila suatu spesies telah dikatakan resistensi terhadap suatu insektisida maka serangga tersebut tidak akan kembali lagi menjadi serangga yang peka terhadap insektisida tersebut, bahkan sifat resistensi ini akan diturunkan pada generasi selanjutnya (Untung, 1996:222).

2.4.2 Mekanisme 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 Buku Ilmiah Populer

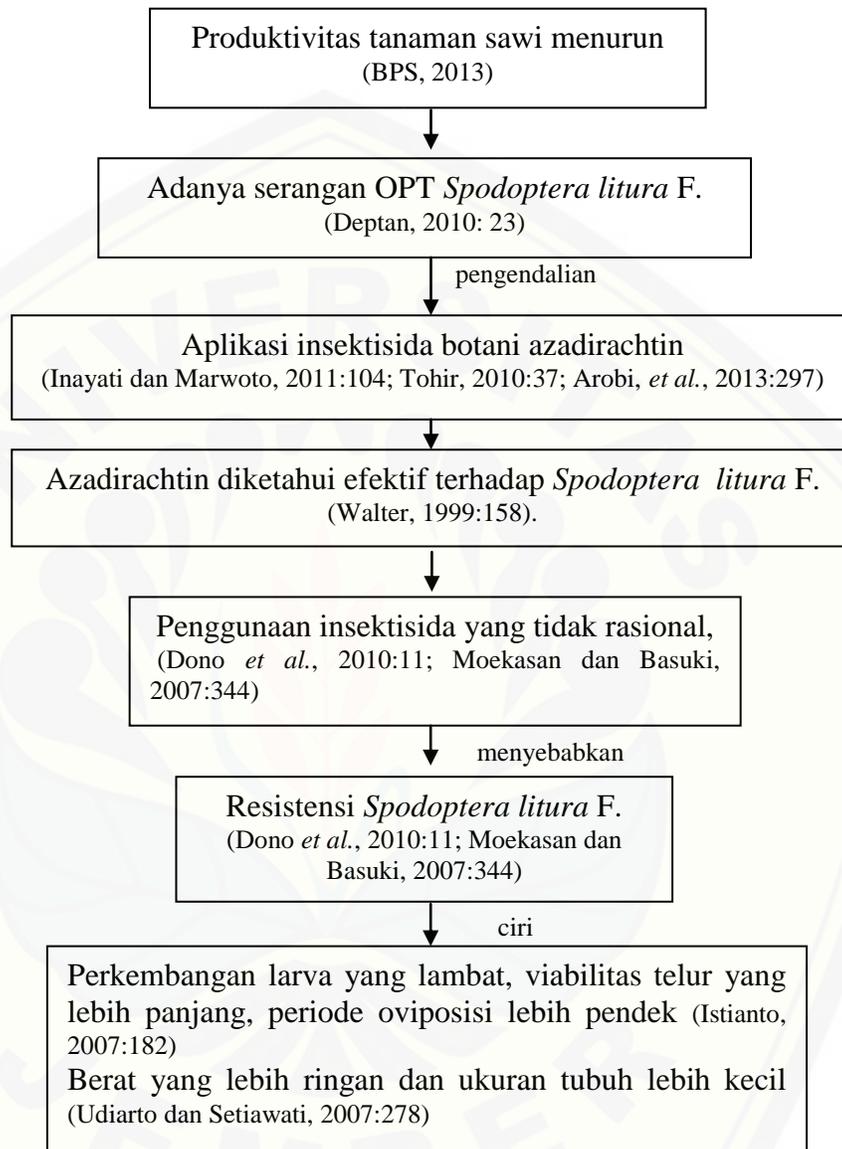
Buku ilmiah populer adalah buku ilmiah yang ditulis dengan cara yang mudah untuk dipahami oleh orang awam. Dalam buku ini yang diutamakan bukan keindahan bahasa tetapi lebih kepada sisi ilmiahnya (mengajarkan atau menerangkan sesuatu). Sumber tulisan buku ilmiah populer berasal dari hasil karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi, ataupun tesis. Buku ilmiah populer ini disebarkan kepada masyarakat luas dengan bahasa yang sederhana, singkat, dan jelas akan memudahkan pembaca untuk memahaminya (Revolta dalam Sujarwo, 2006: 6-7).

Elemen *layout* karya tulis ilmiah dibagi menjadi tiga, yaitu elemen teks, elemen visual, dan *invisible element*. Elemen teks merupakan bagian yang terdiri atas tulisan atau kata-kata, misalnya: bagian pendahuluan, isi dan penyudah (kesimpulan).

Elemen visual adalah semua elemen bukan teks yang terlihat dalam sebuah *layout* biasanya berupa foto yang berfungsi untuk memperjelas informasi yang ingin disampaikan. *Invisible element* merupakan fondasi atau kerangka yang berfungsi sebagai acuan penempatan semua elemen layout, contohnya: margin (Wiana, 2010:58).

Buku ilmiah populer yang baik bukan berarti menulis hasil penelitian dengan lengkap, tetapi prinsip utamanya adalah mencari sudut pandang yang unik dan cerdas, serta menarik minat pembaca (Sujarwo, 2006:7). Langkah-langkah pembuatan buku ilmiah populer secara umum adalah 1)menentukan ide, tema, atau topik (pokok permasalahan yang akan di tulis); 2) pengembangan tema berupa kajian mendalam terkait dengan tema dengan observasi, penelitian maupun kajian referensi; 3) *outlining*, membuat garis besar tentang apa saja yang akan ditulis karena membantu proses penyelesaian penulisan karya ilmiah; 4) membuat rancangan tulisan (draft); serta 5) proses *editing* (Romli, 2011 dalam Kuswati, 2014: 24).

2.6 Landasan Kerangka Teoritis



Gambar 2.9 Diagram Kerangka Teoritis

2.7 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan di atas maka jawaban sementara (hipotesis) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Aplikasi insektisida botani *azadirachtin* 18,4 mg/L berpengaruh terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) yang ditandai dengan perubahan berat telur, berat larva, dan lama fase perkembangan setelah dilakukan aplikasi *azadirachtin*.
- b. Besarnya nilai nisbah resistensi (NR) *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida *azadirachtin* 18,4 mg/L sekitar ≥ 2
- c. Buku hasil penelitian tentang resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida botani *azadirachtin* layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan uji kelayakan buku ilmiah populer.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sub Laboratorium Zoologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan 24 Maret – 30 April 2016, dan uji validasi buku ilmiah populer dilaksanakan pada pertengahan bulan Mei 2016.

3.3 Identifikasi Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.3.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah berbagai konsentrasi insektisida botani bahan aktif *azadiractin*.

3.3.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah resistensi *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida *azadiractin*.

3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis tanaman, tempat pelaksanaan penelitian, intensitas pemberian insektisida, dan berat pakan yang sama.

3.4 Definisi Operasional

Agar tidak timbul pengertian ganda kepada pembaca, definisi operasional dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut.

- a. Resistensi dalam penelitian ini dapat diketahui berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR) larva *Spodoptera litura* F., berat larva, lama fase perkembangan pada setiap instar sampai imago, dan jumlah telur (fekunditas) dari hasil perkawinan *Spodoptera litura* F. setelah aplikasi insektisida botani *azadirachtin*.
- b. Larva *Spodoptera litura* F. yang digunakan adalah larva instar 3. Larva instar 3 ditandai dengan panjang tubuh 8-15 mm. Bagian kiri dan kanan abdomen terdapat garis zig-zag berwarna putih dan bulatan hitam sepanjang tubuh.
- c. *Azadirachtin* yang digunakan dalam penelitian ini adalah suatu produk jadi yang didapatkan dari toko pertanian. Adapun konsentrasi yang digunakan adalah 3 ml/l, 4,5 ml/l, 6 ml/l, 7,5 ml/l, 9 ml/l. Konsentrasi tersebut didapat dari uji pendahuluan yang diturunkan dari konsentrasi anjuran produk *azadirachtin* 18,4 mg/l, konsentrasi tersebut adalah 6 ml/l.
- d. LC_{50} dalam 48 jam adalah konsentrasi insektisida *azadirachtin* yang mampu membunuh 50% jumlah populasi hewan uji yang ditentukan dalam waktu paparan selama 48 jam.
- e. Sawi yang digunakan sebagai pakan adalah sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L) dengan berat sebanyak 5 g ketika aplikasi insektisida botani *azadirachtin*.
- f. Buku ilmiah populer akan divalidasi oleh 2 validator dosen (yang merupakan ahli dalam materi dan ahli media), dan 1 orang masyarakat umum sebagai respon terhadap buku ini.

3.5 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah ulat grayak (*Spodoptera litura* F.), dan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada instar 3.

3.6 Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dalam penelitian ini menggunakan 5 taraf perlakuan, 1 kontrol, dan masing-masing perlakuan dilakukan 4 pengulangan. Tiap perlakuan terdiri dari 40 ekor ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) instar 3 dan setiap ulangan terdiri atas 10 ekor ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). Dengan demikian konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah patokan konsentrasi yang tertera pada label formulasi insektisida botani dengan bahan aktif *azadirachtin*. Perlakuan tersebut sebagai berikut.

- a. Perlakuan kontrol dengan menggunakan aquades
- b. Perlakuan 1 dengan menggunakan insektisida botani konsentrasi 3 ml/l
- c. Perlakuan 2 dengan menggunakan insektisida botani konsentrasi 4,5 ml/l
- d. Perlakuan 3 dengan menggunakan insektisida botani konsentrasi 6 ml/l
- e. Perlakuan 4 dengan menggunakan insektisida botani konsentrasi 7,5 ml/l
- f. Perlakuan 5 dengan menggunakan insektisida botani konsentrasi 9 ml/l

Setiap konsentrasi yang digunakan dilarutkan dalam 1l aquades. Pengamatan terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) dilakukan setelah 48 jam setelah perlakuan. Rancangan desain penelitian dari hasil pengacakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan Desain Penelitian

Perlakuan (P)	Ulangan (U)			
	1	2	3	4
0	P1.U4	P4.U1	P5.U2	P0.U2
1	P3.U3	P0.U1	P4.U2	P3.U1
2	P2.U1	P5.U1	P2.U2	P1.U1
3	P3.U4	P5.U4	P0.U3	P2.U3
4	P5.U1	P1.U3	P2.U4	P4.U3
5	P3.U2	P3.U2	P0.U4	P1.U2

Keterangan :

P0 : Perlakuan kontrol dengan menggunakan aquades.

P1 : Perlakuan 1 dengan konsentrasi 3 ml/l

P2 : Perlakuan 2 dengan konsentrasi 4,5 ml/l

P3 : Perlakuan 3 dengan konsentrasi 6 ml/l

P4 : Perlakuan 4 dengan konsentrasi 7,5 ml/l

P5 : Perlakuan 5 dengan konsentrasi 9 ml/l

U : Ulangan.

Tempat perlakuan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) menggunakan aplikasi insektisida botani *azadirachtin* dengan menggunakan botol air mineral 1,5 ml yang dipotong sepanjang 20 cm, dengan diberi penutup kain sifon dan pengikatnya berupa karet gelang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Desain tempat penelitian

Pada penelitian ini terdapat 5 perlakuan dan 1 kontrol, dan setiap perlakuan maupun kontrol terdapat ulangan sebanyak 4 kali, adapun desain peletakan botol perlakuan ditunjukkan pada Gambar 3.2

P1.U4	P3.U3	P2.U1	P3.U4	P5.U1	P3.U2
P4.U1	P0.U1	P5.U1	P5.U4	P1.U3	P4.U5
P5.U2	P4.U2	P2.U2	P0.U3	P2.U4	P0.U4
P0.U2	P3.U1	P1.U1	P2.U3	P4.U3	P1.U2

Gambar 3.2 Desain Peletakan Botol Perlakuan

Pengamatan dan pengukuran dilakukan pada ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) disetiap perlakuan dan dilakukan setiap 24 dan 48 jam selama waktu penelitian. Adapun parameter yang diamati dan dihitung dalam penelitian ini ditampilkan dalam Tabel 3.2

Tabel 3.2 Tabel Parameter Pengamatan

Variabel	Sub Variabel	Parameter	Instrumen Pengukuran
1	2	3	4
<i>1. Variabel bebas</i>			
b. Variasi konsentrasi	-	Konsentrasi insektisida botani <i>azadirachtin</i> 18,4mg/L (LC ₅₀)	Alat: mikropipet, gelas ukur Dihitung besarnya konsentrasi untuk tiap perlakuan (Lampiran B)
<i>2. Variabel terikat</i>			
a. Resistensi ulat grayak	Jumlah kematian ulat grayak	Terjadi penurunan jumlah ulat grayak yang hidup	Mortalitas (Lampiran C)
	Berat larva ulat grayak yang hidup sebelum dan sesudah perlakuan	Terjadi pertambahan atau pengurangan berat larva (gram)	Alat: Neraca analitik Dihitung berat larva ulat grayak (Lampiran B)
	Lama perkembangan	Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tiap fase instar, pupa, dan imago (hari)	Dihitung lama perkembangan larva ulat grayak hingga mencapai imago (Lampiran B)

1	2	3	4
	Fekunditas (jumlah telur)	Jumlah telur dari hasil perkawinan dalam setiap perlakuan	Menghitung jumlah telur dalam setiap satu perkawinan (Lampiran B)

3.7 Alat dan Bahan Penelitian

3.7.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol air mineral 1,5 l, kain sifon, karet gelang, sarung tangan latex, polibag, *beaker glass*, pipet volume, mikropipet, pengaduk, botol air mineral 600 ml, sprayer, neraca analitik, penggaris, kertas label, termometer, lux meter, nampan semai (*tray*).

3.7.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tanah, kompos, bibit sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L), tahap pemeliharaan terdiri dari ulat grayak (*Spodoptera litura* F) instar 1 dan daun sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L), insektisida botani (*azadirachtin*), aquades, ulat grayak (*Spodoptera litura* F) instar 3, stok larutan insektisida, aquades, dan sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L).

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Penyiapan Tanaman Pakan

Penyiapan pakan dilakukan dengan menanam sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L) pada polibag. Media yang digunakan dalam penyiapan pakan diantaranya adalah tanah, kompos, air yang dimasukkan ke dalam polibag. Polibag diisi penuh dengan tanah yang sudah dicampur dengan kompos. Setiap polibag ditanami 4 bibit sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L). selain itu penyiapan pakan juga dilakukan di *Agrotechnopark* Universitas Jember. Sebelum dilakukan

penanaman di lahan, benih sawi disemaikan terlebih dahulu. Penyemaian benih dilakukan dengan menggunakan nampan semai (*tray*), setelah usia 7 hari bibit sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L) dipindahkan ke lahan dan dipelihara sampai usia 45 hari. Penanaman sawi yang dilakukan di polibag maupun lahan dilakukan secara bertahap disesuaikan dengan kebutuhan pakan ulat grayak (*Spodoptera litura* F).

3.8.2 Pemeliharaan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Larva ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) instar 1 diperoleh dari BALITTAS Malang yang kemudian dipelihara. Larva instar 1 tersebut dipelihara di dalam toples yang kemudian ditutup dengan kain sifon dan diberi pakan sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L). Pemeliharaan ini dilakukan sampai usia larva instar 3 yang digunakan sebagai hewan uji. Adapun ciri-ciri dari ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) larva instar 3 adalah adanya garis zig-zag berwarna putih pada bagian abdomen dan bulatan hitam disepanjang tubuhnya, dan panjang tubuhnya 1,5 cm.

3.8.3 Pembuatan Serial Konsentrasi Insektisida

Pembuatan serial konsentrasi dilakukan di Laboratorium Biologi FKIP Universitas Jember. Adapun yang perlu disiapkan terkait insektisida yang digunakan adalah pembuatan konsentrasi yang akan digunakan. Konsentrasi yang digunakan dalam uji pendahuluan adalah 4 ml/l, 5 ml/l, 6 ml/l, 7 ml/l, dan 8 ml/l. Konsentrasi tersebut didapat dari konsentrasi anjuran produk *azadirachtin* 18,4 mg/l, konsentrasi tersebut adalah 6 ml/l. Setiap konsentrasi dilarutkan dengan pelarut aquades sebanyak 1 l.

3.8.4 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui konsentrasi insektisida *azadirachtin* yang akan digunakan sebagai acuan uji lanjutan. Adapun tahapan yang dilakukan dalam uji pendahuluan adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan konsentrasi insektisida yang akan digunakan, yaitu 4 ml/l, 5 ml/l, 6 ml/l, 7 ml/l, dan 8 ml/l yang dilarutkan dalam aquades hingga volume mencapai 1l. Selain itu menyiapkan aquades sebagai kontrol dengan konsentrasi insektisida *azadirachtin* 0 ml/l.
- b. Menyiapkan pakan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). Pakan yang digunakan adalah sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L) yang dipotong-potong dan ditimbang dengan menggunakan neraca analitik sebanyak 5 g. Sawi tersebut disemprot insektisida dengan berbagai serial konsentrasi yang disiapkan, kemudian dikering anginkan selama 15 menit. Setelah itu, masing-masing sawi sebanyak 5 g dengan serial konsentrasi tertentu dimasukkan ke dalam botol air mineral 1,5 l.
- c. Memasukkan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) larva instar 3 dalam botol air mineral tersebut. Permukaan botol ditutup dengan menggunakan kain sifon dan diikat dengan menggunakan karet gelang. Larva tersebut diamati 24 dan 48 jam setelah perlakuan.

3.8.5 Uji Lanjutan

Desain penelitian dan cara kerja yang dilakukan pada uji lanjutan sama dengan uji pendahuluan. Namun pada uji lanjutan dilakukan ulangan sebanyak 4 kali. Banyaknya pengulangan ditentukan menggunakan rumus Federer (1977) untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu $(t-1)(r-1) \geq 15$, dimana t adalah jumlah seluruh taraf perlakuan, dan n adalah jumlah pengulangan. Masing-masing perlakuan menggunakan 10 ekor *Spodoptera litura* F. instar 3, sehingga total larva yang diperlukan sebanyak 240 ekor. Pengamatan mortalitas serangga pada 24 jam dan 48 jam setelah perlakuan. Adapun tahapan yang dilakukan dalam uji lanjutan adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan potongan daun sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.) dengan insektisida dengan variasi konsentrasi yang telah ditetapkan. adapun konsentrasi yang digunakan adalah 3 ml/l, 4,5 ml/l, 6 ml/l, 7,5 ml/l, dan 9 ml/l.

- b. Menyemprot sawi dengan konsentrasi insektisida 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.
- c. Menimbang berat awal larva *Spodoptera litura* F.
- d. Kemudian larva instar 3 *Spodoptera litura* F. dimasukkan ke dalam gelas tersebut. Kemudian permukaan gelas ditutup menggunakan kain sifon.
- e. Mengamati jumlah *Spodoptera litura* F. yang masih hidup pada 24 jam dan 48 jam setelah perlakuan.
- f. Menimbang berat ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) yang masih hidup.
- g. Mengamati lama fase perkembangan *Spodoptera litura* F. dengan cara melihat perubahan setiap instar sampai imago.
- h. Ketika larva *Spodoptera litura* F. sudah mencapai instar 5, larva tersebut dipindahkan ke botol mineral baru yang telah diberi kertas hisap sebagai media pupasi.
- i. Memindahkan pupa yang telah berusia 5-7 hari ke tempat pemeliharaan baru untuk persiapan menjadi imago.
- j. Ketika telah muncul imago, *Spodoptera litura* F. dikawinkan dengan cara memasukkan 1 ekor betina dan 2 ekor jantan *Spodoptera litura* F. ke dalam tempat perkawinan pada botol yang desainnya sama dengan botol perlakuan, namun di dalam botol diberi kawat dan madu. Kawat berfungsi sebagai tempat singgah, sedangkan madu sebagai nutrisi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.).
- k. Menghitung jumlah telur (fekunditas) *Spodoptera litura* F.

3.8.6 Penyusunan Buku dan Uji Kelayakan Buku Ilmiah Populer

Penyusunan buku ilmiah populer bertujuan untuk memberikan pengetahuan mengenai hasil penelitian dari peneliti, khususnya tentang resistensi *Spodoptera litura* F. terhadap insektisida botani azadirachtin dan hal-hal lainnya yang terkait dengan terjadinya resistensi kepada masyarakat umum, sehingga hasil penelitian

dapat diketahui oleh masyarakat luas dan dapat bermanfaat. Penyusunan buku ilmiah populer sebagai buku bacaan meliputi beberapa tahapan sebagai berikut.

a. Tahap pendahuluan

Pada tahap pendahuluan dilakukan studi pustaka dari literatur terkait dengan hasil penelitian sebagai bahan pembuatan buku ilmiah populer.

b. Pengembangan buku ilmiah populer

Pengembangan buku ilmiah populer terkait dengan penentuan struktur buku ilmiah populer serta membuat rancangan awal (*draft*) buku ilmiah populer, pembuatan desain, pemilihan media atau gambar, dan pemilihan format penulisan. Adapun buku ilmiah populer yang dibuat, disusun sebagai berikut.

a) Halaman judul

b) Kata pengantar

c) Daftar isi

d) Bagian isi

Bagian isi terdiri dari uraian sayuran yang digunakan dalam penelitian, hama ulat grayak, jenis-jenis insektisida, insektisida botani, insektisida azadirachtin, resistensi terkait dengan hasil penelitian.

e) Kesimpulan

f) Daftar pustaka

g) Glosarium

h) Biografi penulis

c. Uji kelayakan buku ilmiah populer

Uji kelayakan buku ilmiah populer dilakukan setelah terbentuknya buku ilmiah populer. Uji kelayakan buku ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan hasil penelitian uji resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap insektisida botani *azadirachtin* pada tanaman sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L) dapat dimanfaatkan sebagai buku tambahan pengetahuan. Uji buku ilmiah ini dilakukan dengan penilaian 3 validator. Adapun validator dalam buku ini ditunjukkan pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Validator buku ilmiah populer

Validator	Peran
Dosen Biologi 1	Dosen ahli materi
Dosen Biologi 2	Dosen ahli media dan pengembangan
Masyarakat	Respon pengguna buku ilmiah populer

d. Revisi Produk

Produk buku ilmiah populer yang dibuat mendapatkan masukan-masukan dan saran dari validator sehingga revisi produk dilakukan dengan memperhatikan masukan dan saran tersebut supaya buku ilmiah populer yang dikembangkan dapat menjadi buku bacaan yang baik dan layak digunakan oleh masyarakat.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Analisis Data Penelitian

Untuk mengetahui besarnya LC_{50} selama 48 jam dianalisis dengan analisis probit, dan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap resistensi ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*). Taraf signifikan yang digunakan adalah 5%. Kemudian dilakukan dengan uji Duncan untuk menganalisis pengaruh yang nyata dari perlakuan terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.)

Untuk mengetahui resistensi ulat grayak (*Spodoptera 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).

3.9.2 Analisis Validasi Buku Ilmiah Populer

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

Tabel 3.4 Nilai tiap kategori

Kategori	Skor
Kurang	1
Cukup	2
Baik	3
Sangat Baik	4

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

$$\text{Nilai Kriteria Buku} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor maximum}} \times 100\%$$

Tabel 3.5 Rentang nilai untuk tiap kriteria

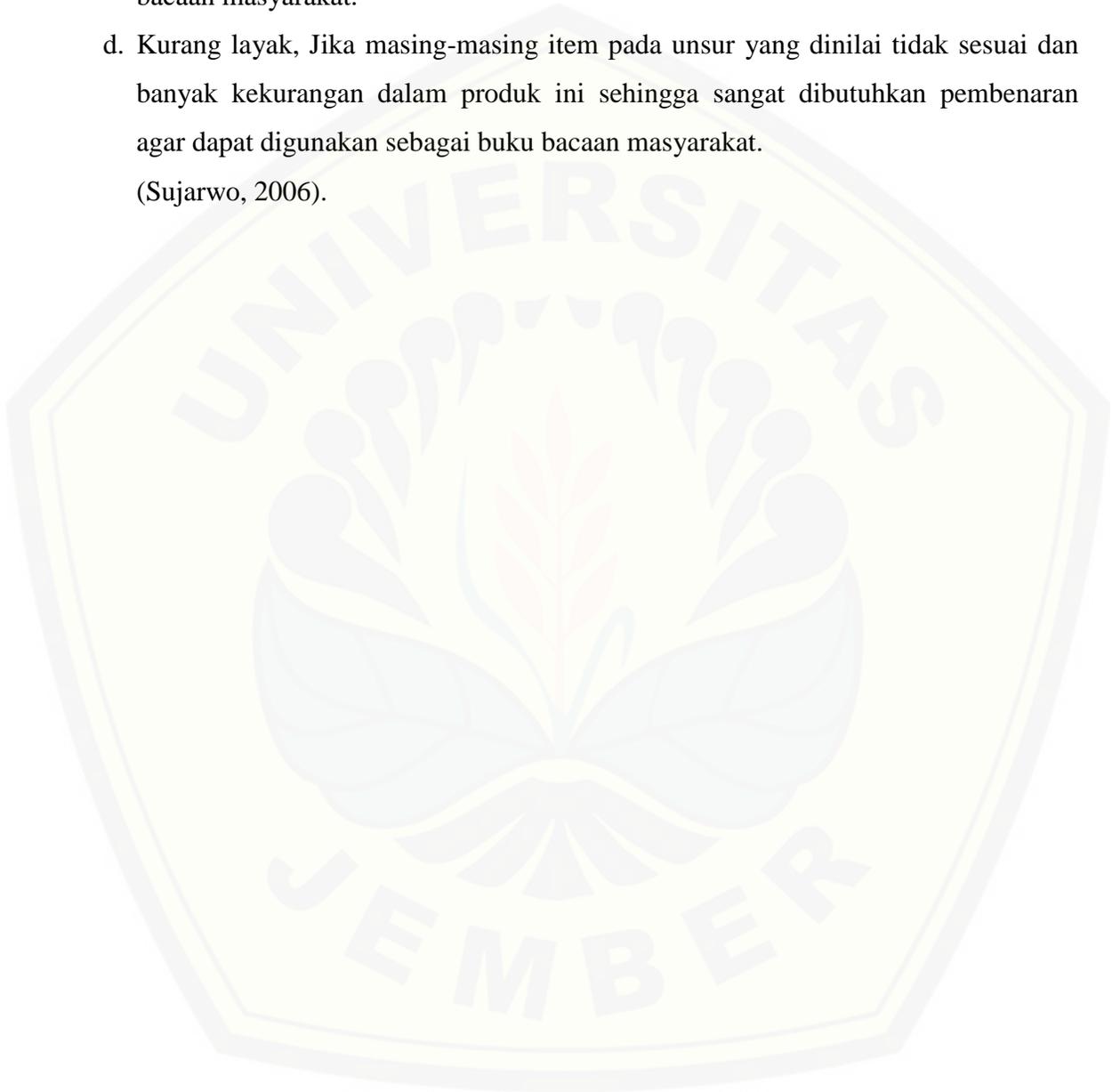
Rentang Nilai (%)	Kriteria
81,25-100	Sangat Layak
62,50-81,24	Layak
43,75-62,49	Cukup Layak
25,00-43,74	Kurang Layak

Keputusan.

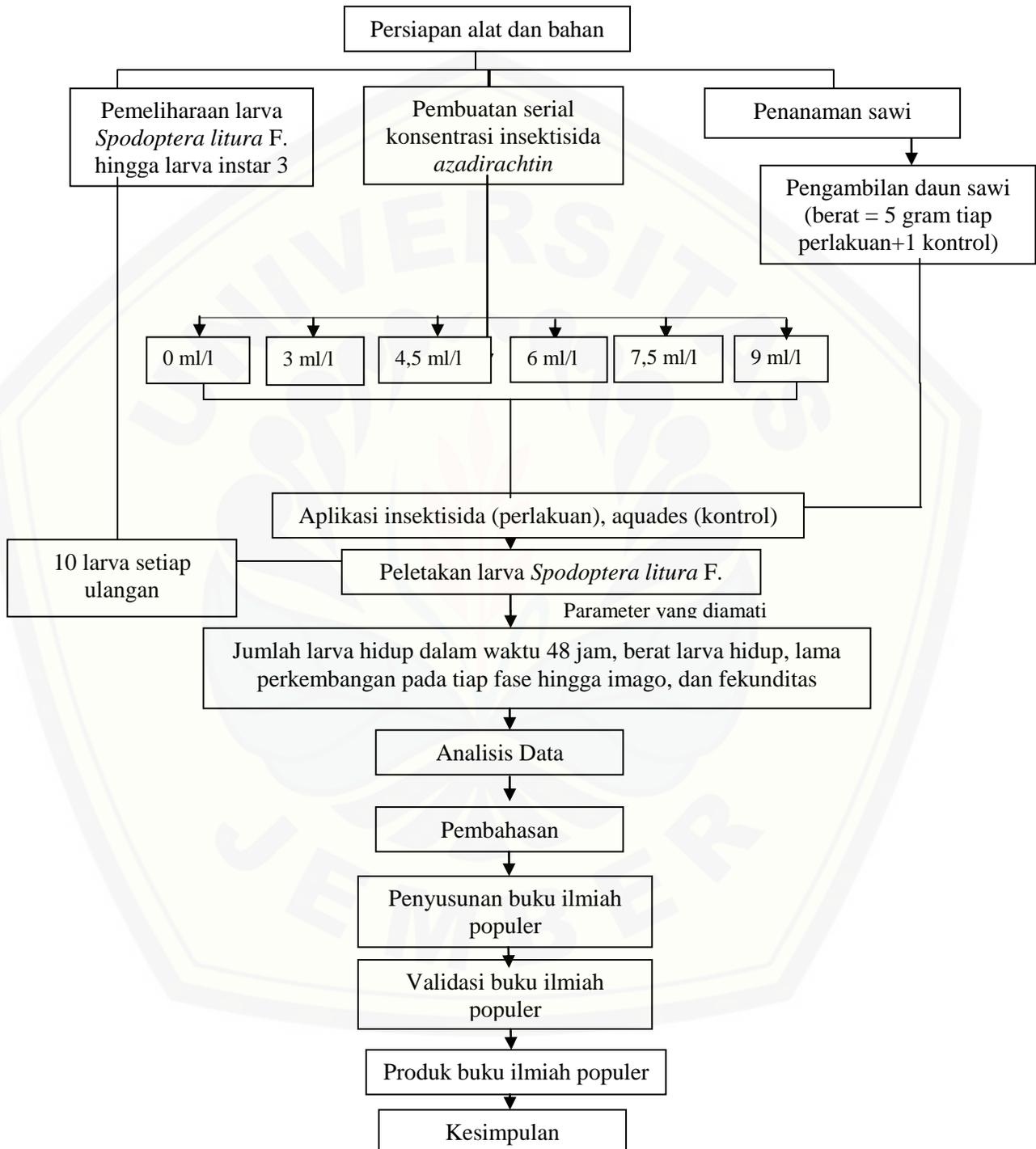
- a. Sangat layak, jika semua item dalam unsur yang dimulai sesuai dan tidak ada kekurangan dengan karya ilmiah populer sehingga dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
- b. Layak, jika semua item pada pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dan perlu pembenaran dalam produk ini, namun tetap dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.

- c. Cukup layak, jika semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan perlu pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
- d. Kurang layak, Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan banyak kekurangan dalam produk ini sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.

(Sujarwo, 2006).



3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.3 Skema alur penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

- a. Perlakuan insektisida botani *azadirachtin* berpengaruh secara signifikan terhadap berat larva ulat grayak (*Spodoptera litura* F.), lama fase perkembangan, dan jumlah telur (fekunditas). Semakin tinggi konsentrasi, berat larva *Spodoptera litura* F. semakin menurun. Nilai rerata berat larva tertinggi yaitu 0,21 gram pada kontrol dan rerata berat larva terendah yaitu 0,15 gram pada perlakuan ke-5 (9 ml/l). Semakin tinggi konsentrasi, lama fase perkembangan larva *Spodoptera litura* F. semakin lambat. Nilai rerata lama fase tercepat dari instar 3, 4, 5, pupa dan imago yaitu 3,5 hari, 3 hari, 3,75 hari, 7,57 dan 8,25 hari. Nilai rerata lama fase perkembangan terlama berturut-turut dari instar 3, 4, 5, pupa dan imago yaitu 4 hari, 3,54 hari, 4,5 hari, 9 dan 9,5 hari. Nilai rerata jumlah telur (fekunditas) tertinggi pada perlakuan kontrol (0 ml/l) dan terendah pada P5 (9 ml/l) berturut-turut yaitu $636 \pm 84,60$ butir dan $292 \pm 37,53$ butir.
- b. Resistensi *Spodoptera litura* F. lapang telah terindikasi resisten terhadap insektisida botani *azadirachtin* dengan nilai nisbah resistensi 1,46.
- c. Hasil uji kelayakan buku ilmiah populer yang berjudul “Pengendalian Hama Ulat Grayak : Pengenalan Insektisida Botani Azadirachtin dan Resiko Terjadinya Resistensi” sangat layak untuk dijadikan buku bacaan masyarakat, dengan nilai rerata hasil validasi sebesar 89,6 %.

5.2 Saran

Penggunaan insektisida oleh petani, hendaknya digunakan dengan lebih bijak. Seharusnya dilakukan pengawasan terhadap resistensi hama yang ada di lapang dan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai resistensi hama.

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*, 979-587-529-9.
- Ardhian, david. 2009. Masalah Rantai Pasokan Produk Hortikultura. [serial online]. <http://ardhiandavid.wordpress.com/>. [diakses tanggal 29 Februari 2016].
- Arianasofa, S. 2013. *Analisis Komoditas Hortikultura Unggulan dan Sebarannya di Wilayah Kecamatan Se- Kota Tarakan* [tesis]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Arifin, M. 1991. *Serangan Dan Pengendalian Hama Pemakan Daun Kedelai*. Lokakarya Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kedelai, 12(2): 8-11
- Arifin, M. dan Koswanudin. 2010. Alternatif Teknologi Pengendalian Ulat Grayak Pada Kedelai Dengan Berbagai Jenis Insektisida Biorasional. *Seminar Nasional VI Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor*. Bogor: 16
- 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.
- Azwana dan Adikorelsi T. 2009. *Preferensi Spodoptera litura F. Terhadap Beberapa Pakan*. *Jurnal Pertanian dan Biologi-Universitas Medan Area*. 1(1): 29-30.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Produksi sayuran di Indonesia tahun 1997-2012. &daftar=1&id_subyek=55¬ab=70/produksi sayuran di Indonesia, 1997-2012 [5 januari 2016].
- Boyd, C. E. 2005. LC₅₀ Calulations Help Predict Toxicity. *Global Aquaculture Advocate Sustainable Aquaculture Practices*.
- Deptan. 2010. Ulat Grayak. [serial online]: <http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id>. [18 desember 2015].
- 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.
- Edi dan Yusri. 2010. Budidaya Sawi Hijau. *Jurnal Agrisistem*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.
- Eri, D. & Henni, L. 2014. *Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Biji Pinang (Area catechu) Untuk Mengendalikan Hama Ulat Grayak (Spodoptera liturra F.) Pada Tanaman Sawi (Brassica juncea L.)*. *Jurnal Faperta* 1(2): 1-2
- Halimah. 2010. Pengaruh Biopestisida Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Tembakau Deli (*Nicotiana tabacum* L.) Di Rumah Kasa. [Skripsi]. Medan: Uनेversitas Sumatera Utara.
- Haryanto B, Suhartini T, Rahayu E, dan Sunarjo. 2006. *Sawi dan Selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hasanah, M., I Made T. dan Jamaludin S. 2012. Daya Insektisida alami kombinasi perasan umbi gadung (*Discorea hispida* D.) dan Ekstrak Tembakau (*Nicotiana tabacum* L. *Jurnal Akad. Kim*, 1(4):166-173.
- Hudayya, A. dan Jayanti, H. 2013. *Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerja (Mode of Action)*. Lembang: Balai Penelitian Tanaman Sayuran
- Hudayya, A., dan Hadis J. 2013. *Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerja (Mode of Action)*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Ilhamiyah, A., dan Ana Z. 2008. Studi stabilitas agroekosistem pertanaman sawi yang diberi kompos. *Jurnal Al'ulum* 37(3):1.
- 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.
- Innaja, C. L. 2015. Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Terhadap Insektisida Sintetis Sipermetrin Pada Tanaman Tomat (*Solanum lipercosicum*) Serta Pemanfatanya Sebagai Buku Ilmiah Populer. [Skripsi]. Jember: Universitas Jember.

- 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. *Spodoptera litura* F. [serial online]: <http://www.itis.gov/>. [18 Desember 2015].
- Kardinan, A. 2004. *Tanaman Pengusir dan Pembasmi Nyamuk*. Bogor: Agromedia Pustaka.
- Kiritani. 2008. *Cotton Leafworm, Tobacco Cutworm, Spodoptera litura (Fabricius)* [online]. <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1949067#sthash.58mrGyv.dpuf>. [1 Januari 2016]
- Kuswati. 2014. *Uji Patogenesis Steinernema sp. Dan Heteror habditis sp. Terhadap Rayap Tanah Microtermes sp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer*. [Skripsi]. Jember: FKIP Biologi Universitas Jember.
- Lestari, S., Ambarningrum, dan Pratiknyo. 2013. Tabel Hidup *Spodoptera litura* Fabr. dengan Pemberian Pakan Buatan yang Berbeda. *Jurnal Sain Veteriner*, **31** (2): 166-179.
- Ley, S.V., A.A. Denhom dan A. Wood. 1993. The chemistry of azadirachtin. *Nat. Prod. Rep.*: 109-157.
- Mangoting, D., Imang Irawan., S. Abdullah. 2005. *Tanaman Lalap Berkhasiat Obat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricus) pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*, **27** (4): 131-136.
- Matsumura F. 1985. *Toxicology of Insecticides, 2nd ed.* New York: Plenum Press.
- McQueen, C. 2010. *Comprehensive Toxicology, Second Edition*. Washington: Elseviere.
- Mohn, D. 2001. *Oriental Leafworm Moth (Noctuidae Amphipyridae Spodoptera litura-Fabricius)* [online]. <http://www.ccs-hk.org/DM/butterfly/Noctuid/Spodoptera-litura.html>. [18 Desember 2015].
- Mordue (Luntz) A. J. and A. J. Nisbet. 2000. Azadirachtin from the Neem Tree *Azadirachta indica*: its Action Against Insects. *An. Soc. Entomol. Brasil* **29**:615-632.

- Mordue (Luntz), A.J., M.S.J. Simmonds, S.V. Ley, W.M. Blaney, W. mordue, M. Nasiruddin dan A.J. Nisbet. 1998. Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. *Pestic. Sci.* 54: 277-284.
- Nakasuji, F. (1976) Factors responsible for change in the pest status of the tobacco cutworm *Spodoptera litura*. *Physiol. Ecol. Japan* 17: 527-533.
- National Research Council. 1992. Neem: A tree for solving global problems. National Academy Press, Washington, DC.
- 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.
- Oktorina, R. G. 2015. Status Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Asal Karangploso Malang Terhadap Insektisida Sintetis Abamektin. [Skripsi]. Jember: Universitas Jember.
- Plantamor. 2012. *Brassica rapa* var. *parachinensis* L. [serial online]. <http://www.plantamor.com/>. [27 Februari 2016].
- Pogue, M. 2002. *A World Revision of The Genus Spodoptera Guenée: (Lepidoptera: Noctuidae)*. Philadelphia : American Entomological Society.
- Pracaya. 2004. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pradani dan Hariastuti, E.M. 2009. Laporan Penelitian Pemanfaatan Fraksi Cair Isolat Pati Ketela Pohon Sebagai Media Fermentasi Pengganti Air Tajin Pada Pembuatan Sayur Asin. [Skripsi]. Semarang. Universitas diponegoro.
- Putra, D. 2013. Kasus resistensi dan hak asasi serangga. http://www.Kompasiana.com/aprizahongkoputra/kasus-resistensi-dan-hak-asasi-serangga_522a10f66ea8349765552d19 [28 mei 2016].
- Rattapan, A. 2007. Biochemical And Molecular Detection Of Rotenone Resistance In The Tropical Armyworm, *Spodoptera litura* (fabricus). Thesis. Thailand: Graduate School, Kasetsart University.

- Rukmana, R. dan Sugandi, U. 1997. *Hama Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sari, M., Lubis, L., & Pangestiningih, Y. 2013. Uji Efektivitas Beberapa Insektisida Nabati Untuk Mengendalikan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera : Noctuidae) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3): 560-569.
- Sarjan, M. 2004. Potensi Pemanfaatan Insektisida Nabati Dalam Pengendalian Hama Pada Budidaya Sayuran Organik. [Skripsi]. Mataram: Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Soedarto, 2008. *Parasitologi Klinik*. Surabaya: Airlangga University Press. Hal. 288-291
- Sucipto, C. 2011. *Vektor Penyakit Tropis*. Pontianak: Gosyen Publishing.
- Sukrasno, 2003. *Mimba Tanaman Obat Multi Fungsi*. Bandung: Agromedia Pustaka.
- Suryaningsih, E., dan Widjaja, W.H. 2004. *Pestisida Botani untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit pada Tanaman Sayuran*. Bandung: PT. Mitra Buana Pasundan.
- Tenrirawe, A dan A.H.Talanca. 2008. Bioekologi dan Pengendalian Hama dan Penyakit Utama Kacang Tanah. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI PFI XIX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan* 464-471.
- Thomson, W.T. 1992. *Agricultural Chemicals. Book I: Insecticides*. Thomson Publications, Fresno, CA.
- 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 Pengolahan Hama Terpadu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Walker, Sibly, Hopkin, dan Peakall. 2012. *Principles of Ecotoxicology, Fourth Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- Walter, J. F. 1999. Commercial Experience with Neem Products, p. 155-170. In Franklin R. Hall and Julius J. Menn. *Biopesticides Use and Delivery*. Humana Press. Totowa, New Jersey.

- Ware, G.W. 1983. *Pesticides, Theory and Application*. W.H. Freeman and Company, New York : 453 pp.
- WHO. 1975. *Manual On Practical Entomology In Malaria Part II Methods And Techniques*. WHO. Geneva.
- 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.
- Wigglesworth, V.B. 1972. *The principles of insect physiology*. 7th ed., John Wiley, New York, 827 p.
- Wolajan, M. 2014. Hampir 100 Hektar Sawah Warga Jaton Diserang Hama Ulat Grayak. Minahasa: *Cyber Sulut News*.
- Wright, David A., dan Pamela W. 2002. *Environmental Toxicology*. Cambridge: The Press Syndicate of The University of Cambridge.
- Yuantari, MG. C. 2011. *Dampak Pestisida Organoklorin terhadap Kesehatan Manusia dan Lingkungan serta Penanggulangannya*. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro.
- Yul, R. 2010. Sawi Hijau. [Serial Online]. <http://www.simple.life.com>. [1 Januari 2016].

LAMPIRAN A

MATRIKS PENELITIAN

Judul	Latar belakang	Rumusan masalah	Variabel	Metode
Resistensi Hama Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.) Terhadap Insektisida Botani <i>Azadirachtin</i> Pada Tanaman Sawi (<i>Brassica rapa</i> var. <i>parachinensis</i> L) Dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer	<p>Sawi merupakan sayuran daun yang cukup penting di Indonesia dan tercatat sebagai komoditas penting dalam ekspor-impor sayuran. Selain ditinjau dari segi klimatologis, teknis dan ekonomis juga sangat mendukung, sehingga memiliki kelayakan untuk diusahakan di Indonesia dan sayuran ini merupakan jenis sayuran yang digemari oleh semua golongan masyarakat (Haryanto, 2006).</p> <p>Berdasarkan data badan pusat statistik produktivitas sawi mengalami penurunan. Terjadinya angka penurunan ini disebabkan adanya beberapa faktor pengganggu, salah satunya adalah hama (BPS, 2013).</p> <p>Dilaporkan oleh <i>Cyber Sulut News</i> (CSN) pada bulan April tahun 2014 hampir 100 ha sawah warga jaton diserang hama ulat grayak dan mengakibatkan kerugian hampir 80 % (Wolajan, 2014).</p> <p>Arifin dan Koswanudin (2010) menyebutkan ada beberapa teknik pengendalian yang sesuai untuk ulat grayak. Salah alah satu insektisida nabati yang sangat efektif dalam pengendalian hama ulat gryak adalah <i>azadirachtin</i>. <i>Azadirachtin</i> adalah metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman mimba (<i>Azadirachta indica</i>) yang berfungsi sebagai insektisida. <i>Azadirachtin</i> telah diketahui dapat bekerja sebagai penolak makan</p>	<p>a. Bagaimanakah pengaruh aplikasi insektisida botani terhadap berat dan lama fase perkembangan <i>Spodoptera litura</i> F.?</p> <p>b. Bagaimanakah status resistensi <i>Spodoptera litura</i> F. terhadap insektisida botani dengan bahan aktif <i>azadirachtin</i> berdasarkan nilai nisbah resistensi (NR)?</p> <p>c. Apakah hasil penelitian</p>	<p>a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah berbagai konsentrasi insektisida botani bahan <i>azadiractin</i>.</p> <p>b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah berat larva, berat telur, dan lama fase perkembangan ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).</p> <p>c. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis tanaman,</p>	<p>1. Jenis penelitian: Penelitian ini terdiri dari dua jenis penelitian yaitu penelitian eksperimental dan penelitian pengembangan. Penelitian eksperimental yaitu uji resistensi ulat grayak dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dan pengembangan dengan membuat buku karya ilmiah populer.</p> <p>2. Analisis data : Untuk mengetahui besarnya LC_{50} selama 24 jam dan LT_{50} dianalisis dengan analisis probit, dan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap resistensi ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.) menggunakan uji ANOVA (<i>Analysis of Variance</i>). Taraf signifikan yang digunakan adalah 5%. Kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan untuk menganalisis pengaruh yang nyata dari perlakuan terhadap ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.) Buku hasil produk penelitian ini akan divalidasi oleh 5 validator, yaitu 2 dosen dan 3 dari masyarakat umum.</p>

	<p>(<i>antifeedancy</i>), menghambat pertumbuhan, menghambat proses ganti kulit (<i>moulting inhibition</i>), mengakibatkan abnormalitas anatomi dan dapat mematikan serangga (Walter, 1999:158).</p> <p>Penggunaan insektisida botani bukan berarti tidak dapat resisten, tetapi mempunyai tingkat resistensi yang lebih rendah dari insektisida kimia (sintetis). Secara umum resistensi serangga terhadap insektisida melibatkan proses yang berkaitan dengan detoksifikasi senyawa asing yang masuk ke dalam tubuh. Serangga sasaran dapat menjadi resisten karena terseleksinya populasi serangga yang memiliki mekanisme detoksifikasi efektif terhadap zat toksik, sehingga populasi serangga resisten pada generasi berikutnya akan berkembang lebih banyak dan tidak dapat dikendalikan dengan insektisida yang awalnya efektif (Matsmura, 1995).</p> <p>Petani yang kurang mengetahui status resistensi serangan hama yang menyerang perkebunanya akan percuma jika melakukan pengendalian insektisida yang ternyata sudah resisten. Oleh karena itu diperlukan penelitian dasar untuk mengetahui resistensi hama ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.) terhadap insektisida botani azadirachtin.</p> <p>Rendahnya tingkat pengetahuan masyarakat akan hal resistensi ini disebabkan karena selama hasil penelitian hanya diketahui oleh peneliti itu sendiri dan belum dimanfaatkan secara luas. Oleh karena itu diperlukan suatu hasil produk penelitian berupa buku ilmiah populer yang menarik dan mudah dipahami masyarakat luas, sehingga hasil penelitian dapat bermanfaat.</p>	<p>tentang uji resistensi ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.) terhadap insektisida botani dengan bahan aktif Azadirachtin layak digunakan buku karya ilmiah populer?</p>	<p>tempat pelaksanaan penelitian, intensitas pemberian insektisida, dan berat pakan yang sama.</p>	<p>Analisis data yang diperoleh dari validator berupa data kuantitatif dan deskriptif yang berupa saran dan komentar tentang kelemahan dan keunggulan buku.</p>
--	--	--	--	---



LAMPIRAN B. MORTALITAS LARVA *Spodoptera litura* F.

B.1 Tabel Mortalitas dan Berat Larva *Spodoptera litura* F. Lapang

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	0.031	0.041	0.196	0.232
					0.025	0.036	0.160	0.228
					0.025	0.035	0.194	0.127
					0.024	0.047	0.277	0.175
					0.021	0.043	0.209	0.100
	2	10	10	0	0.038	0.038	0.192	0.202
					0.022	0.046	0.194	0.204
					0.039	0.038	0.180	0.223
					0.035	0.046	0.260	0.165
	3	10	10	0	0.053	0.029	0.210	0.115
					0.048	0.038	0.193	0.201
					0.035	0.024	0.210	0.130
					0.032	0.029	0.197	0.116
	4	10	10	0	0.031	0.042	0.175	0.165
					0.043	0.027	0.222	0.204
					0.039	0.051	0.220	0.210
0.025					0.033	0.253	0.194	
3 ml/l	1	10	10	0	0.032	0.050	0.198	0.220
					0.043	0.036	0.224	0.207
					0.043	0.040	0.232	0.131
					0.031	0.019	0.213	0.202
	2	10	10	0	0.041	0.039	0.173	0.171
					0.038	0.036	0.231	0.070
					0.026	0.035	0.222	0.204
					0.041	0.025	0.149	0.119
	3	10	10	0	0.040	0.015	0.119	0.185
					0.017	0.035	0.155	0.127
					0.036	0.037	0.104	0.203
					0.037	0.038	0.190	0.204
	4	10	10	0	0.041	0.022	0.151	0.118
					0.042	0.036	0.224	0.201
					0.029	0.022	0.213	0.130
					0.051	0.029	0.138	0.118
	4	10	10	0	0.026	0.045	0.186	0.193
					0.036	0.035	0.146	0.182
					0.029	0.044	0.173	0.150

					0.037	0.019	0.110	0.126
					0.033	0.018	0.200	0.142
					0.039	0.031	0.081	0.137
4,5 ml/l	1	10	8	2	0.029	0.037	0.183	0.150
					0.023	0.021	0.217	0.252
					0.022	0.038	0.269	0.163
					0.033	0.019	0.256	
					0.049	0.019	0.261	
	2	10	8	2	0.050	0.043	0.205	0.318
					0.019	0.036	0.270	0.326
					0.039	0.023	0.158	0.166
					0.024	0.043	0.216	
					0.039	0.029	0.218	
	3	10	7	3	0.036	0.040	0.162	0.231
					0.018	0.043	0.220	0.209
					0.020	0.036	0.161	
					0.045	0.033	0.224	
					0.040	0.042	0.181	
	4	10	8	2	0.021	0.039	0.162	0.154
0.030					0.023	0.110	0.218	
0.022					0.021	0.208	0.225	
0.019					0.015	0.200		
0.022					0.020	0.225		
6 ml/l	1	10	9	1	0.040	0.015	0.218	0.1115
					0.028	0.028	0.179	0.245
					0.024	0.014	0.110	0.079
					0.021	0.029	0.170	0.127
					0.011	0.018	0.113	
	2	10	10	0	0.022	0.019	0.171	0.176
					0.021	0.019	0.130	0.110
					0.030	0.016	0.127	0.097
					0.026	0.036	0.165	0.136
					0.023	0.021	0.126	0.158
	3	10	8	2	0.031	0.032	0.169	0.160
					0.046	0.025	0.233	0.178
					0.040	0.027	0.188	0.212
					0.030	0.024	0.250	0.185
					0.035	0.023		
	4	10	10	0	0.021	0.019	0.218	0.224
					0.030	0.047	0.225	0.227
					0.024	0.043	0.205	0.137
					0.038	0.042	0.187	0.232
					0.038	0.042	0.133	0.138
7,5 ml/l	1	10	10	0	0.039	0.029	0.231	0.153
					0.036	0.037	0.185	0.204

	2	10	8	2	0.036	0.040	0.208	0.207	
					0.039	0.055	0.193	0.173	
					0.047	0.033	0.242	0.190	
					0.049	0.029	0.261	0.184	
					0.040	0.032	0.214		
					0.031	0.026	0.225	0.166	
	3	10	9	1	0.045	0.027	0.162	0.193	
					0.042	0.030	0.207		
					0.023	0.030	0.194		
					0.018	0.028	0.112	0.207	
	4	10	9	1	0.034	0.026	0.188	0.185	
					0.020	0.019	0.152	0.153	
					0.018	0.020	0.212	0.060	
					0.023	0.036	0.236	0.129	
	9 ml/l	1	10	9	1	0.019	0.037	0.184	0.156
						0.025	0.040	0.231	0.156
0.030						0.027	0.176	0.213	
0.036						0.035	0.108		
2		10	8	2	0.016	0.020	0.093	0.113	
					0.040	0.035	0.202	0.170	
					0.035	0.037	0.135	0.116	
					0.028	0.026	0.113	0.041	
3		10	9	1	0.032	0.030	0.157		
					0.038	0.035	0.217	0.065	
					0.043	0.036	0.155	0.154	
					0.032	0.028	0.227	0.115	
4		10	9	1	0.033	0.028	0.211		
					0.031	0.030	0.136		
					0.049	0.020	0.175	0.090	
					0.040	0.050	0.137		
	10	9	1	0.036	0.045	0.103	0.132		
				0.037	0.043	0.144	0.143		
				0.036	0.047	0.133	0.175		
				0.047	0.051	0.104	0.150		
	10	9	1	0.036	0.053	0.217	0.166		
				0.037	0.030	0.136	0.147		
				0.041	0.026	0.215	0.094		
				0.039	0.023	0.231			

B.2 Tabel Mortalitas *Spodoptera litura* F. Standar Laboratorium

Konsentrasi (ml/l)	Ulangan	Jumlah Larva	Jumlah Mortalitas
0.0	1	10	0
	2	10	0
	3	10	0
	4	10	0
3.0	1	10	0
	2	10	0
	3	10	1
	4	10	2
4.5	1	10	0
	2	10	0
	3	10	1
	4	10	1
6.0	1	10	0
	2	10	1
	3	10	1
	4	10	2
7.5	1	10	1
	2	10	3
	3	10	1
	4	10	2
9.0	1	10	2
	2	10	2
	3	10	2
	4	10	4

LAMPIRAN C. LAMA FASE PERKEMBANGAN**Tabel Lama Fase Perkembangan *Spodoptera litura* F.**

Konsentrasi	Ulangan	Lama Fase Perkembangan (hari)				
		Instar 3- Instar 4	Instar 4 – Instar 5	Instar 5 - Pupa	Pupa - Imago	Imago - Telur
0 ml/l	1	4	3	4	7	8
	2	4	3	3	8	8
	3	3	3	4	7	9
	4	3	3	4	8	8
3 ml/l	1	4	3	3	9	9
	2	4	3	4	8	8
	3	4	3	4	8	8
	4	3	3	4	7	8
4,5 ml/l	1	4	3	4	8	9
	2	4	3	4	8	9
	3	4	3	4	8	8
	4	3	4	4	9	9
6 ml/l	1	4	3	4	9	9
	2	3	3	4	9	9
	3	4	3	3	8	9
	4	4	4	4	8	9
7,5 ml/l	1	4	3	4	9	8
	2	4	4	4	9	10
	3	3	4	4	9	9
	4	4	3	4	8	9
9 ml/l	1	4	3	4	9	9
	2	3	3	3	9	10
	3	4	4	4	8	10
	4	4	4	5	9	9

LAMPIRAN D. ANALISIS DATA**D.1 Tabel Hasil Analisis Anova Pengaruh Perlakuan Insektisida Botani Azadirachtin Terhadap Berat Larva *Spodoptera litura* F.****Descriptives**

berat larva

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	40	.19255	.038764	.006129	.18015	.20495	.100	.277
3.00	40	.16308	.042703	.006752	.14942	.17673	.070	.232
4.50	31	.21026	.049117	.008822	.19224	.22827	.110	.326
6.00	37	.16891	.046315	.007614	.15346	.18435	.079	.250
7.50	36	.18472	.040830	.006805	.17091	.19854	.060	.261
9.00	35	.14606	.046526	.007864	.13007	.16204	.041	.231
Total	219	.17696	.047942	.003240	.17058	.18335	.041	.326

Test of Homogeneity of Variances

berat larva

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.926	5	213	.465

ANOVA

berat larva

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.090	5	.018	9.302	.000
Within Groups	.411	213	.002		
Total	.501	218			

	Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05				
			1	2	3	4	5
Duncan ^{a,b}	9.00	35	.14606				
	3.00	40	.16308	.16308			
	6.00	37		.16891	.16891		
	7.50	36			.18472	.18472	
	.00	40				.19255	.19255
	4.50	31					.21026
	Sig.			.101	.573	.127	.449

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.224.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

D.2 Tabel Hasil Analisis Anova Pengaruh Perlakuan Insektisida Botani Azadirachtin terhadap Lama Fase Perkembangan *Spodoptera litura* F.

Descriptive

		N	Mean	Std. Deviation
Instar 3	0 ml/l	40	3.50	.506
	3 ml/l	40	3.50	.506
	4,5 ml/l	31	3.74	.444
	6 ml/l	39	3.74	.442
	7,5 ml/l	36	3.75	.439
	9 ml/l	35	4.00	.000
	Total	221	3.70	.460
Instar 4	0 ml/l	40	3.00	.000
	3 ml/l	40	3.00	.000
	4,5 ml/l	31	3.26	.445
	6 ml/l	35	3.29	.458
	7,5 ml/l	36	3.47	.506
	9 ml/l	37	3.54	.505
	Total	219	3.25	.435
Instar 5	0 ml/l	40	3.75	.439
	3 ml/l	40	3.75	.439
	4,5 ml/l	31	4.00	.417
	6 ml/l	37	3.78	.717
	7,5 ml/l	37	4.00	.519
	9 ml/l	34	3.94	.439
	Total	219	3.86	.439
Pupa	0 ml/l	21	7.57	.507
	3 ml/l	17	8.00	.707
	4,5 ml/l	17	8.12	.332
	6 ml/l	15	8.53	.516
	7,5 ml/l	11	9.00	.000
	9 ml/l	16	8.69	.479
	Total	97	8.24	.674
Imago	0 ml/l	12	8.25	.452
	3 ml/l	12	8.25	.452
	4,5 ml/l	12	8.75	.452
	6 ml/l	12	9.00	.000
	7,5 ml/l	12	9.00	.739
	9 ml/l	12	9.50	.522
	Total	72	8.79	.649

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Instar 3	54.562	5	215	.000
Instar 4	162.246	5	213	.000
Instar 5	25.107	5	213	.000
Pupa	8.457	5	91	.000
Imago	39.987	5	203	.000

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Instar 3	Between Groups	6.566	5	1.313	7.038	.000
	Within Groups	40.121	215	.187		
	Total	46.688	220			
Instar 4	Between Groups	9.947	5	1.989	13.565	.000
	Within Groups	31.240	213	.147		
	Total	41.187	218			
Instar 5	Between Groups	2.738	5	.548	3.139	.009
	Within Groups	37.153	213	.174		
	Total	39.890	218			
Pupa	Between Groups	21.468	5	4.294	17.697	.000
	Within Groups	22.078	91	.243		
	Total	43.546	96			
Imago	Between Groups	14.125	5	2.825	11.838	.000
	Within Groups	15.750	66	.239		
	Total	29.875	71			

lama fase instar 3

Duncan ^{a,b}	Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
	.00	40	3.5000		
	3.00	40	3.5000		
	4.50	31		3.7419	
	6.00	39		3.7436	
	7.50	36		3.7500	
	9.00	35			4.0000
	Sig.		1.000	.941	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.530.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

lama fase instar 4

Duncan ^{a,b}	konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
	.00	40	3.00		
	3.00	40	3.00		
	4.50	31		3.26	
	6.00	35		3.29	
	7.50	36			3.47
	9.00	37			3.54
	Sig.		1.000	.759	.449

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.224.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

lama instar 5

Duncan^{a,b}

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.0	40	3.7500	
3.0	40	3.7500	
6.0	37	3.7838	
9.0	34	3.9412	3.9412
4.5	31		4.0000
7.5	37		4.0000
Sig.		.076	.577

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 36.205.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

lama fase pupa ke imago

Duncan^{a,b}

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
.00	21	7.57			
3.00	17		8.00		
4.50	17		8.12		
6.00	15			8.53	
9.00	16			8.69	8.69
7.50	11				9.00
Sig.		1.000	.507	.385	.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.571.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

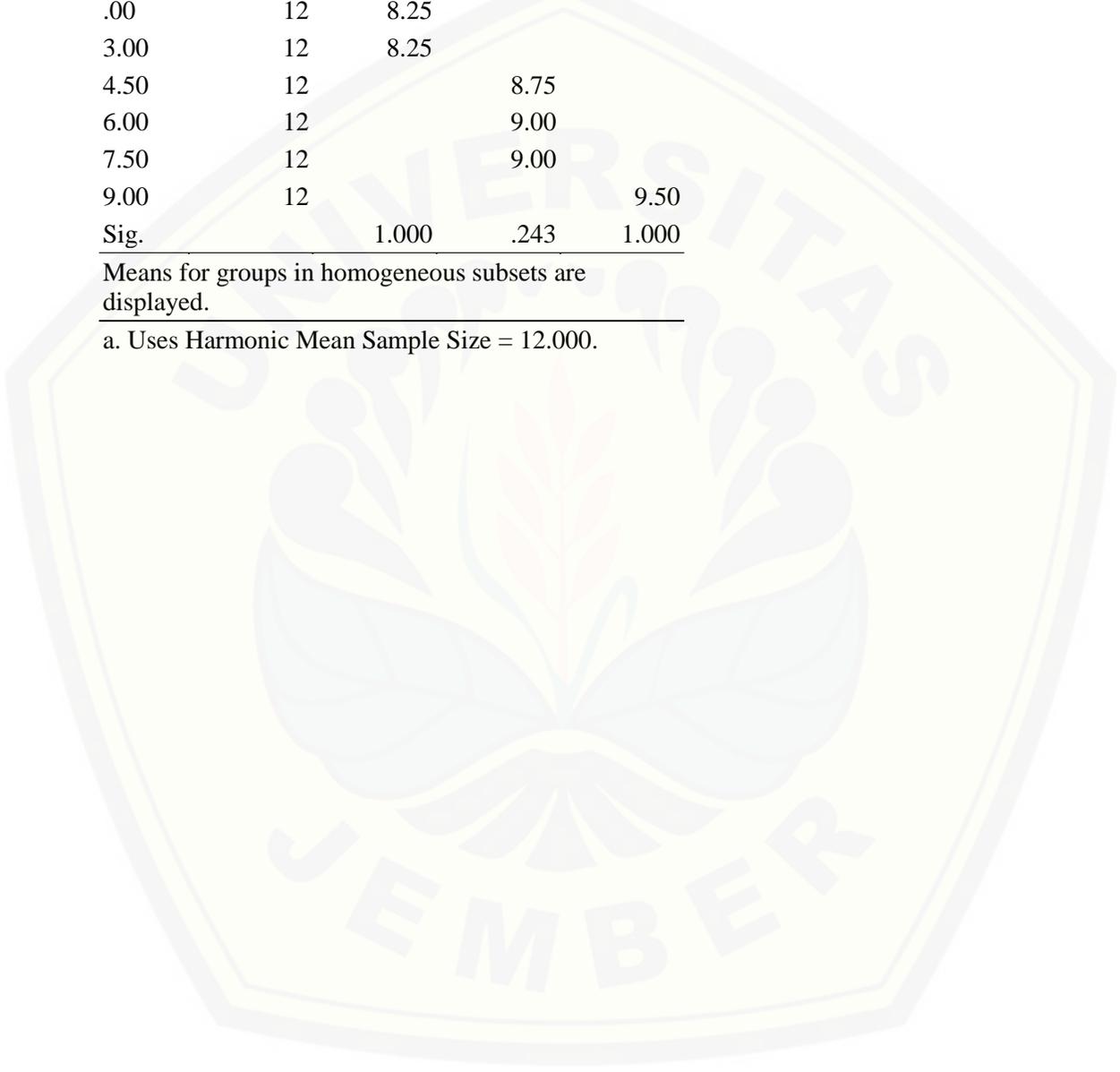
lama fase imago ke telur

Duncan^a

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
.00	12	8.25		
3.00	12	8.25		
4.50	12		8.75	
6.00	12		9.00	
7.50	12		9.00	
9.00	12			9.50
Sig.		1.000	.243	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.



D.3 Tabel Hasil Analisis Anova Pengaruh Perlakuan Insektisida Botani *Azadirachtin* terhadap Jumlah Telur (Fekunditas) *Spodoptera litura* F.

Descriptives

Fekunditas								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	4	636.00	84.597	42.299	501.39	770.61	510	687
1	4	620.75	29.624	14.812	573.61	667.89	591	660
2	4	559.75	41.971	20.986	492.96	626.54	522	617
3	4	510.75	20.807	10.403	477.64	543.86	486	534
4	4	368.75	51.816	25.908	286.30	451.20	302	428
5	4	292.00	37.532	18.766	232.28	351.72	259	345
Total	24	498.00	137.031	27.971	440.14	555.86	259	687

ANOVA

Fekunditas					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	388915.000	5	77783.000	32.585	.000
Within Groups	42967.000	18	2387.056		
Total	431882.000	23			

fekunditas

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	
Duncan ^a	5	4	292.00				
	4	4		368.75			
	3	4			510.75		
	2	4				559.75	
	1	4					620.75
	0	4					
							636.00
	Sig.		1.000	1.000	.173	.094	.664

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

D.4 Tabel Hasil Analisis Probit Aplikasi Insektisida Botani *Azadirachtin* terhadap *Spodoptera litura* F.

Probit Analysis: mortalitas, n versus konsentrasi

Response Information

Variabel	Value	Count
Mortalitas	Success	15
	Fairue	225
Jumlah	Total	240

Regression Table

Variabel	Coef	Standar Error	Z	P
Constant	-2.18514	0.350273	-6.24	0,000
Konsentrasi	0.113848	0.0526439	2.16	0.031
Natural Response	0			

Log-Likelihood = -53.413

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	12.3495	4	0.015
Deviance	11.1044	4	0.025

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean	18,7443	6.13045	7.17798	31.2089
St.Dev	8.78362	4.06158	3.54874	21.7407

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
1	-1.24031	3.61496	--73.2994	2.65970
2	1.15409	2,26293	-11,5427	1,97332
3	2.67327	1,91340	-8,53455	2,79745
4	4.74567	1,65800	-6,28778	3,43352
5	2,01001	1,45765	-4,47655	3,96726

6	2,65161	1,29487	-2,95262	4,43926
7	3,21416	1,16050	-1,63647	4,87316
8	3,71786	1,04943	-0,481312	5,28495
9	4,17596	0,958656	0,958656	5,68697
10	4,59763	0,886405	0,886405	6,08960
20	11.8010	0,911400	6,23642	11,0518
30	14.5873	1,41270	8,08110	16,2359
40	16.9681	1,93473	9,42850	20,8943
50	18,7443	2,45010	10,6286	25,3077
60	21.4187	2,97795	11,8028	29,7470
70	23.7996	3,55020	13,0438	34,5118
80	26.5859	4,22564	14,4847	40,0997
90	30.4501	5,16823	16,4713	47,8609
91	30.9701	5,29542	16,7379	48,9060
92	31.5351	5,43368	17,0274	50,0416
93	32.1562	5,58578	17,3456	51,2903
94	32.8500	5,75575	17,7008	52,6852
95	33.6412	5,94970	18,1057	54,2762
96	34.5708	6,17771	18,5811	56,1458
97	35.7136	6,45819	19,1652	58,4445
98	37.2328	6,83130	19,9412	61,5008
99	39.6272	7,41988	21,1632	66,3188

D.5 Tabel Hasil Analisis Probit Aplikasi Insektisida Botani *Azadirachtin* terhadap *Spodoptera litura* F.

Probit Analysis: mortalitas, n versus konsentrasi

Response Information

Variabel	Value	Count
Mortalitas	Success	33
	Fairue	207
Jumlah	Total	240

Regression Table

Variabel	Coef	Standar Error	Z	P
Constant	-1.96616	0.283458	-6.94	0,000
Konsentrasi	0.153173	0.0428171	3.58	0,000
Natural Response	0			
Log-Likelihood = -88.547				

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	3.31356	4	0,507
Deviance	4.18417	4	0,382

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean	12.8362	1.99452	8.92706	16.7454
St.Dev	6.52859	1.82497	3.77467	11.2917

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
1	-2.35153	2.47265	-12.8381	0.848795
2	-0,121734	1,25718	-3,90957	1,72576
3	0,652112	1,12340	-2,71272	2,31278
4	1,23425	1,02452	-1,81593	2,75794
5	1,70777	0,945583	-1,08949	3,12305

6	2,11081	0,879733	-0,473907	3,43657
7	2,46420	0,823257	0,0632364	3,71406
8	2,78061	0,773914	0,541648	3,96506
9	3,06838	0,730246	0,974219	4,19585
10	3,33327	0,691263	1,36985	4,41085
20	5,30163	0,466448	4,16729	6,15089
30	9,41264	0,442291	5,86140	7,72863
40	11,1822	1,56893	9,07961	17,6084
50	12,8362	1,99452	10,2229	21,1920
60	14,4902	2,43355	11,3382	24,8035
70	16,2598	1,05431	9,84874	14,5587
80	18,3308	1,29907	10,9266	16,7527
90	21,2030	1,64811	12,4023	19,8145
91	21,5895	1,69560	12,5998	20,2276
92	22,0094	1,74731	12,8142	20,6766
93	22,4711	1,80428	13,0497	21,1705
94	22,9867	1,86804	13,3124	21,7224
95	23,5748	1,94090	13,6118	22,3521
96	24,2657	2,02669	13,9632	23,0923
97	25,1152	2,13239	14,3947	24,0028
98	26,2443	2,27325	14,9676	25,2137
99	28, 0240	2,49591	15,8693	27,1236

LAMPIRAN E. HASIL DOKUMENTASI



Gambar 1. Pembuatan Serial Konsentrasi



Gambar 2. Formulasi Insektisida



Gambar 3. Sediaan Larva Spodoptera Litura F. Lapang Dan Standar



Gambar 4. Botol Perlakuan



Gambar 5. Lama Fase Perkembangan *Spodoptera litura* F.



Gambar 6. Larva *Spodoptera litura* F. Mati setelah Perlakuan

LAMPIRAN F. VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER**Lampiran F.1 Validasi Produk Buku Ilmiah Populer Ahli Materi****LEMBAR VALIDASI PENILAIAN KARYA ILMIAH POPULER
AHLI MATERI****1.1 Identitas Peneliti**

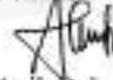
Nama : Anik Rahmawati
NIM : 120210103062
Jurusan/Prodi : Pendidikan MIPA/ Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan
dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Jember

1.2 Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Judul penelitian yang dilakukan penulis adalah "Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Terhadap Insektisida Botani Azadirachtin Dan Pemanfatanya Sebagai Buku Ilmiah Populer." Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu melakukan pengisian daftar kuisioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik penelitian. Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi kuisioner yang saya ajukan.

Hormat saya,

Penulis



Anik Rahmawati

Petunjuk

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda check list (√) pada kolom skor yang disediakan.
2. Jika perlu diadakan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.
3. Mohon bapak/ ibu memberikan tanggapan pada bagian kesimpulan dengan melingkari salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan produk buku ilmiah populer yang telah disusun.
4. Keterangan penilaian:

1 = tidak valid	3 = valid
2 = kurang valid	4 = sangat valid

I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	1. Kejelasan tujuan penyusunan buku			√	
	2. Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan materi			√	
	3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan materi			√	
	4. Kejelasan materi			√	
B. Akurasi Materi	5. Akurasi fakta dan data				√
	6. Akurasi konsep/teori				√
	7. Akurasi gambar atau ilustrasi				√
C. Kemutakhiran	8. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini				√
	9. Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/ nasional/ regional/ internasional				√
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi					

II. KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	10. Konsistensi sistematika sajian			✓	
	11. Kelogisan penyajian dan kerantutan konsep			✓	
B. Pendukung Penyajian Materi	12. Kesesuaian penyajian dan kerantutan konsep			✓	
	13. Pembangkit motivasi pembaca			✓	
	14. Ketepatan pengotikan dan pemilihan gambar				✓
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi					
JUMLAH SKOR KESELURUHAN		43			

(Sumber: Disadaptasi dari Puskarbak (2013))

Saran dan komentar perbaikan produk karya ilmiah populer

- Ditambah sesuai charge
- Revisi: Ditambah di Babu

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian diatas, maka produk buku ini:

- a. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- b. Dapat digunakan dengan revisi
- c. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember, 10 Juli 2016

Validator



Siti Mardiyah, S.Pd., M.Pd.

NIP. 1979050320060402001

Lampiran F.2 Validasi Produk Buku Ilmiah Populer Masyarakat umum sebagai respon pengguna buku**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER
MASYARAKAT****1.1 Identitas Peneliti**

Nama : Anik Rahmawati
NIM : 120210103062
Jurusan/Prodi : Pendidikan MIPA/ Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Jember

1.2 Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Judul penelitian yang dilakukan penulis adalah "Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Terhadap Insektisida Botani Azadirachtin Dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer." Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu melakukan pengisian daftar kuisioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik penelitian. Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi kuisioner yang saya ajukan.

Hormat saya,

Penulis



Anik Rahmawati

1.1 Identitas Responden

Nama : Cici Septanawati
 Alamat rumah : Jl. Nias 3, 19A Jember
 No. Telpn : -
 Jenis kelamin : Perempuan
 Usia : 23 tahun
 Pekerjaan : Mahasiswa

NO	URAIAN	SKOR
A	KETENTUAN DASAR	
1	Mencantumkan nama pengarang/pemalis atau editor	1 2 3 (4)
B	CIRI KARYA ILMIAH POPULER	
1	Karangan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa)	1 2 3 (4)
2	Berisi informasi akurat, berdasar fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)	1 2 3 (4)
3	Aktualisasi tidak mengikat	1 2 (3) 4
4	Bersifat objektif	1 2 3 (4)
5	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi, ataupun tesis	1 2 3 (4)
6	Menyisipkan unsur kata-kata humor namun tidak terlalu berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan	1 2 (3) 4
C	KOMPONEN BUKU	
1	Ada bagian awal (<i>prakata/pengantar dan daftar isi</i>)	1 2 3 (4)
2	Ada bagian isi atau materi	1 2 3 (4)
3	Ada bagian akhir (<i>daftar pustaka, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan</i>)	1 2 3 (4)
D	PENILAIAN KARYA ILMIAH POPULER	
1	Materi buku mengaitkan dengan kondisi actual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari	1 2 3 (4)

2	Memunjukkan <i>value added</i>	1 2 (3) 4
3	Isi buku memperkenalkan temuan baru	1 2 3 (4)
4	Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sah dan akurat	1 2 (3) 4
5	Materi/isi menghindari masalah SARA, Bias Jender, serta pelanggaran HAM	1 2 (3) 4
6	Penyajian materi/isi dilakukan secara runtun, bersistem, lugas dan mudah dipahami oleh masyarakat awam	1 2 3 (4)
7	Penyajian materi/isi mengembangkan kecakapan akademik, kreativitas dan kemampuan berinovasi	1 2 (3) 4
8	Penyajian materi/isi menimbulkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh	1 2 (3) 4
9	Ilustrasi (gambar, foto, diagram dan tabel) yang digunakan sesuai dengan proposional	1 2 (3) 4
10	Istilah yang digunakan menggunakan bahasa ilmiah dan baku	1 2 3 (4)
11	Bahasa (ejaan, kata, kalimat dan paragraf) yang digunakan tepat, lugas dan jelas sehingga dipahami masyarakat awam	1 2 (3) 4

Sumber : Sujarwo, 2006. Penyusunan Karya Tulis Ilmiah Populer. Yogyakarta:

PLS FIP UNY

Komentar Umum :

.....

.....

.....

Saran :

Tampilan cover buku di perbaiki

.....

.....

Keterangan :

- 1 = Kurang
- 2 = Cukup
- 3 = Baik
- 4 = Sangat Baik

Alasan :

.....

.....

.....

.....

Simpulan Akhir :

Dilihat dari semua aspek, apakah buku ini layak atau tidak untuk digunakan sebagai buku bacaan masyarakat awam?

- Layak
- Tidak layak

Jember, 23 Juni 2016

Validator



Cici Septianawati

LAMPIRAN G. LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI

Lampiran G.1 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing Utama



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
 Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
 Telepon: 0331-334988, 330758 Fax: 0331-332475
 Laman: www.fkip.unej.ac.id

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI
Pembimbing Utama

Nama : Anik Rahmawati
 NIM : 120210103062
 Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
 Judul : Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Botani *Azadirachtin* dan Pemanfytannya sebagai Buku Ilmiah Populer
 Pembimbing Utama : Drs. Wachju Subehan, M.S., Ph.D.
 Pembimbing Anggota : Dr. Jekki Prihatin, M.Si.

Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1	Senin/ 01 Februari 2016	Pengajuan dan konsultasi judul skripsi	
2	Kamis/ 04 Februari 2016	Penyerahan proposal skripsi	
3	Selasa/ 09 Februari 2016	Revisi Bab 1, 2, dan 3	
4	Kamis/ 18 Februari 2016	Konsultasi Bab 1, 2, dan 3	
5	Senin/ 29 Februari 2016	ACC Seminar proposal	
6	Rabu/ 09 Maret 2016	Konsultasi Bab 1,2, dan 3	
7	Senin/ 30 Mei 2016	Konsultasi hasil penelitian	
8	Kamis/ 02 Juni 2016	Penyerahan Bab 1,2, 3, 4, dan 5	
9	Rabu/ 08 Juni 2016	Konsultasi Bab 4	
10	Jumat/ 10 Juni 2016	Konsultasi buku ilmiah populer	
11	Kamis/ 16 Juni 2016	Revisi Bab 1,2, 3, 4, dan 5	
12	Rabu/ 22 Juni 2016	ACC Ujian Skripsi	

Catatan:

3. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
4. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi

Lampiran G.2 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing Anggota



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

Jalan Kalimantan Nomor 57 Kampus Baru Tegalboyo Jember 68121

Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331-332475

Laman: www.fkip.unj.ac.id

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI

Pembimbing Anggota

Nama : Anik Rahmawati
 NIM : 120210103062
 Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
 Judul : Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) terhadap Insektisida Botani *Azadirachtin* dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer
 Pembimbing Utama : Des. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.
 Pembimbing Anggota : Dr. Jekti Prihatin, M.Si.

Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1	Senin/ 01 Februari 2016	Pengajuan dan konsultasi judul skripsi	
2	Kamis/ 04 Februari 2016	Penyerahan proposal skripsi	
3	Selasa/ 09 Februari 2016	Revisi Bab 1, 2, dan 3	
4	Kamis/ 18 Februari 2016	Konsultasi Bab 1, 2, dan 3	
5	Selasa/ 1 Maret 2016	ACC Seminar proposal	
6	Rabu/ 09 Maret 2016	Konsultasi Bab 1,2, dan 3	
7	Senin/ 30 Mei 2016	Konsultasi hasil penelitian	
8	Kamis/ 02 Juni 2016	Penyerahan Bab 1,2, 3, 4, dan 5	
9	Rabu/ 08 Juni 2016	Konsultasi Bab 4	
10	Jumat/ 10 Juni 2016	Konsultasi buku ilmiah populer	
11	Kamis/ 16 Juni 2016	Revisi Bab 1,2, 3, 4, dan 5	
12	Rabu/ 22 Juni 2016	ACC Ujian Skripsi	

Catatan:

3. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
4. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi