



**TOKSISITAS CAMPURAN EKSTRAK DAUN SIRIH (*Piper betle* L.)
DENGAN EKSTRAK BIJI SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP
MORTALITAS LARVA NYAMUK *Aedes aegypti* L. DAN
PEMANFAATANNYA 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:

Fardian Amroini

NIM 120210103060

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

PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya, shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, saya persembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih sayang kepada:

1. Ayahanda tercinta Muh. Abdus Saleh dan Ibunda tersayang Windiyarti, yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan yang tulus tanpa henti serta iringan do'a yang selalu beliau panjatkan kepada Allah SWT. Terima kasih atas cinta, kasih, do'a dan pengorbanan yang telah diberikan tanpa henti dan tidak akan pernah bisa terbalas oleh apapun.
2. Guru-guru sejak TK sampai SMA dan Dosen-dosenku yang telah memberikan segenap ilmu tanpa tanda jasa serta membimbingku dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
3. Saudaraku tersayang Bagus Fajar Setiawan, Muh. Ravi Lukman, Risqi Amelia, Sri Rahayu, Harjunadi, Cahyo Adi, Edi Satriyo, Suto Sularso, Anis, dan Nanik Sugiartini terima kasih telah menambah dukungan, motivasi, serta semangat.
4. Pendamping hidupku Fuad Saifudin yang selalu sabar menghadapi masalah yang datang dan terima kasih untuk semua dukungan semangat, cinta dan kasih sayang yang tak henti-hentinya diberikan.
5. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang menjadi kebaanggaanku.

MOTTO

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai, maka tegaklah. Dan hanya kepada Tuhanmu hendaklah engkau berharap”.

(terjemahan QS Al-Insyiraah 5-8)



Departemen Agama RI. 2009. Alqur'an dan Terjemahanya. Bandung: PT. Sigma Iksa Media

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fardian Amroini

NIM : 120210103060

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Toksistas Campuran Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dan Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan 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 sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2016
Yang menyatakan,

Fardian Amroini
NIM. 120210103060

SKRIPSI

**TOKSISITAS CAMPURAN EKSTRAK DAUN SIRIH (*Piper betle* L.) DAN
BIJI SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP MORTALITAS LARVA
NYAMUK *Aedes aegypti* L. DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
ILMIAH POPULER**

Oleh

Fardian Amroini

NIM. 120210103060

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Hj. Dwi Wahyuni, M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Jekti Prihatin, M.Si.

PERSETUJUAN

**TOKSISITAS CAMPURAN EKSTRAK DAUN SIRIH (*Piper betle* L.) DAN
BIJI SIRSAK (*Annona muricata* L.) TERHADAP MORTALITAS LARVA
NYAMUK *Aedes aegypti* L. DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

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

Oleh

Nama : Fardian Amroini
NIM : 120210103060
Tempat dan tanggal Lahir : Jember, 09 Februari 1994
Jurusan/Program : Pendidikan MIPA / Pendidikan Biologi

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Hj. Dwi Wahyuni, M.Kes.
NIP. 19600309 198702 2 002

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Toksistas Campuran Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dan Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer” ini telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Hj. Dwi Wahyuni, M.Kes.
NIP. 19600309 198702 2 002

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

Anggota I,

Anggota II,

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

Bevo Wahono, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19870526 201212 1 002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Toksisitas Campuran Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dan Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L.; Fardian Amroini, 120210103060; 2016, 88 Halaman, Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

Aedes aegypti L. merupakan nyamuk yang dapat berperan sebagai vektor berbagai macam penyakit diantaranya Demam Berdarah Dengue (DBD). Beberapa spesies dari *Aedes* dapat pula berperan sebagai vektor tetapi *Aedes aegypti* L. tetap merupakan vektor utama (Palgunadi & Rahayu, 2011). Berbagai cara dilakukan untuk memberantas *Aedes aegypti* L. antara lain pemberantasan sarang nyamuk (PSN) dan pemberantasan stadium larva. Pemberantasan *Aedes aegypti* L. dapat dilakukan terhadap jentiknya. Pemberantasan terhadap jentik dapat dilakukan dengan cara kimia, biologi, dan fisik.

Tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida nabati adalah Sirih (*Piper betle* L.). Diketahui bahwa senyawa aktif pada ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) yaitu saponin, alkaloid, flavonoid, tanin, dan minyak atsiri. Kandungan saponin pada ekstrak daun sirih dapat berperan sebagai racun kontak, racun perut, racun pernapasan dan racun saraf. Mortalitas larva yang disebabkan oleh racun kontak, bermula ketika saponin masuk melalui kulit. Dinding tubuh merupakan bagian tubuh serangga yang dapat menyerap zat toksik dalam jumlah besar. Senyawa alkaloid dalam ekstrak daun sirih dapat berperan sebagai racun kontak, karena alkaloid dapat berdifusi melalui kutikula larva. Senyawa lain turunan dari flavonoid yaitu rotenon, mempunyai sifat larvasida, seperti yang disampaikan oleh Aulung *et al.* (2010) rotenon merupakan insektisida alami yang merupakan turunan flavonoid. Rotenon bekerja sebagai racun pernapasan. Cara kerja rotenon menghambat enzim pernapasan, antara NAD⁺ (koenzim yang terlibat dalam oksidasi dan reduksi dalam proses metabolisme) dan koenzim Q (koenzim pernapasan yang bertanggung jawab membawa elektron pada rantai transportasi elektron) yang mengakibatkan kegagalan fungsi pernapasan.

Kemampuan senyawa tanin sebagai larvasida, dapat menyebabkan rusaknya membran sel sehingga larva nyamuk mati, hal ini dikarenakan tanin menyebabkan terjadinya penyerapan air pada tubuh organisme, sehingga tubuh larva kekurangan air dan menyebabkan kematian pada larva. Ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) mengandung senyawa aktif yang berupa acetogenin dan annonain. Acetogenin dapat ditemukan pada daun, akar dan paling banyak terdapat pada bagian biji Sirsak, acetogenins di dalam biji Sirsak dapat dimanfaatkan sebagai larvasida alami yang bertindak sebagai *anti feedant* sehingga larva mati. Annonain merupakan senyawa golongan alkaloid yang terdapat pada daun dan biji Sirsak. Acetogenin yaitu senyawa yang bersifat insektisidal dan penghambat makan (*anti-feedant*). Senyawa antifeedant adalah senyawa-senyawa yang jika dirasakan oleh serangga akan menyebabkan penghentian aktivitas makan secara sementara atau permanen tergantung pada potensi senyawa tersebut. Acetogenin dan annonain sebagai racun kontak masuk melalui kutikula pada saat larva berada didalam air, kemudian berdifusi secara vertikal dari lapisan kutikula terluar melalui lapisan kutikula terdalam menuju hemolimfe dan dari hemolimfe zat toksin akan dibawa oleh hemosit keseluruh bagian tubuh).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui besar toksisitas campuran ekstrak daun Sirih (*P. betle* L.) dan biji Sirsak (*A. muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. dengan *Lethal Concentration 50* (LC_{50}) yaitu konsentrasi kematian penggunaan ekstrak untuk mematikan larva nyamuk *Aedes aegypti* L. sebanyak 50% dari jumlah larva yang digunakan dalam penelitian dan untuk mengetahui toksisitas ekstrak tunggal dari ekstrak daun Sirih (*P. betle* L.) saja dan ekstrak biji Sirsak (*A. muricata* L.) saja.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi dan Laboratorium Biologi Farmasi, Universitas Jember. Serial konsentrasi ekstrak campuran daun Sirih (*P. betle* L.) dan biji Sirsak (*A. muricata* L.) yang digunakan adalah 50, 100, 200, 300, dan 400 ppm. Adapun serial konsentrasi ekstrak daun Sirih (*P. betle* L.) yang digunakan adalah 300, 600, 900, 1200, dan 1500 ppm. Serial

konsentrasi ekstrak tunggal biji biji Sirsak (*A. muricata* L.) yang digunakan adalah 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Perlakuan terdiri 3 ulangan , masing-masing ulangan menggunakan 20 larva. Dengan demikian jumlah larva yang digunakan dalam penelitian sebanyak 1000 ekor larva. Data untuk menentukan LC_{50} diperoleh dengan menggunakan analisis probit dengan program computer *Minitab* 14.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data didapatkan besarnya LC_{50} dalam waktu dedah 24 jam campuran ekstrak daun Sirih (*P. betle* L.) dan biji Sirsak (*A. muricata* L.) adalah 201,5 ppm. Nilai tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan LC_{50} ekstrak tunggal daun Sirih yaitu 704,07 ppm dan lebih tinggi dari LC_{50} ekstrak tunggal biji Sirsak yaitu 24,8 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa toksisitas campuran ekstrak daun Sirih (*P. betle* L.) dan biji Sirsak (*A. muricata* L.) lebih tinggi dibandingkan dengan toksisitas ekstrak tunggal daun Sirih saja tetapi lebih rendah dibandingkan ekstrak biji Sirsak saja. Pengaturan faktor eksternal juga perlu diperhatikan, yaitu suhu dan kelembapan agar tidak ada ketidakfaldan data. Dalam penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan berbagai macam variasi perbandingan campuran ekstrak daun Sirih (*P. betle* L.) dan biji Sirsak (*A. muricata* L.).

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas karunia dan kebesaran-Nya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Toksistas Campuran Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dan Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer” dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam penyelesaian pendidikan strata satu (S1) Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulis menyadari dalam proses penulisan skripsi ini banyak menerima bantuan, bimbingan, serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Hj. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember dan selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. Prof. Dr. Suratno, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember dan selaku Dosen Pembimbing Akademik;
4. Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D., selaku Dosen Penguji Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan penulisan skripsi ini;
5. Dr. Jekti Prihatin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran, dalam penulisan skripsi ini;
6. Bevo Wahono, S.Pd., M.Pd., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran, dalam penulisan skripsi ini;

7. Semua dosen FKIP Pendidikan Biologi, atas semua ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi;
8. Bapak Tamyis, mas Enki, mas Andi, dan mbak Evi selaku teknisi laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi;
9. Ibu Widi dan Ibu Anggra selaku teknisi di laboratorium biologi Farmasi yang telah membantu proses pembuatan ekstrak;
10. Sahabat sekaligus saudara saya REMPONG (Intania, Faizah, Arma Desi, Eva, Nufus dan Nurjannah) serta Eva Paramita dan Dias Wahyu yang selalu jadi sahabat lama yang saling memotivasi;
11. Keluarga KKMT PANTI yang selalu memberi semangat dan motivasi serta keceriaan selama ini;
12. Teman-teman Biologi 2012 kelas A yang selalu kompak dalam segala situasi, dan saling bekerja sama dalam menyelesaikan studi selama perkuliahan;
13. Teman-teman seperjuangan Intania Loren, Nur Faizah, M. Roy Fayzal, Latif Al Asy'ari, Ardiansyah, dan semuanya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah saling membantu dan memotivasi satu sama lain;
14. Teman-teman BIOLOGI'12 Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yang memberikan motivasi dan kenangan yang tak pernah terlupakan;
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu,

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

Jember, Oktober 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	7
2.1.1 Klasifikaasi <i>Aedes aegypti</i> L.	7
2.1.2 Morfologi <i>Aedes aegypti</i> L.	7
2.1.3 Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i> L.	9
2.1.4 Habitat dan Perilaku <i>Aedes aegypti</i> L.....	17
2.2 Tanaman Sirih (<i>Piper betle</i> L.).....	18

2.2.1 Klasifikasi Tanaman Sirih (<i>Piper betle</i> L.)	19
2.2.2 Morfologi Tanaman Sirih (<i>Piper betle</i> L.)	19
2.2.3 Kandungan Sirih (<i>Piper betle</i> L.).....	20
2.3 Tanaman Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.)	22
2.3.1 Klasifikasi Tanaman Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) ...	22
2.3.2 Morfologi Tanaman Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.).....	23
2.4 Insektisida Botani.....	26
2.5 Buku Ilmiah Populer	27
2.6 Kerangka Landasan Berfikir.....	29
2.7 Hipotesis	30
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3 Identifikasi Variabel Penelitian.....	31
3.3.1 Variabel Bebas	31
3.3.2 Variabel Terikat.....	31
3.3.3 Variabel Kontrol.....	32
3.4 Alat dan Bahan	32
3.4.1 Alat	32
3.4.2 Bahan	32
3.5 Definisi Operasional	32
3.6 Jumlah dan Kriteria Sampel.....	33
3.7 Desain Penelitian.....	33
3.7.1 Desain Uji Pendahuluan.....	33
3.7.2 Desain Uji Akhir	34
3.8 Prosedur Kerja.....	36
3.8.1 Persiapan Penelitian.....	36
3.8.2 Pembuatan Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.)..... dan Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.).....	37

3.8.3 Tahap Uji Pendahuluan.....	38
3.8.4 Tahap Uji Akhir.....	40
3.9 Penyusunan dan Uji Validasi Buku Ilmiah Populer.....	43
3.10 Parameter yang Diamati.....	44
3.11 Analisis Data	44
3.12 Diagram Alur Penelitian	48
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil Penelitian	46
4.1.1 Hasil Uji Pendahuluan Toksisitas Ekstrak Daun Sirih, Biji Sirsak, Campuran Ekstrak Ekstrak Daun Sirih dan Biji terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	50
4.1.2 Hasil Uji Akhir Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	52
4.1.3 Hasil Uji Akhir Toksisitas Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	54
4.1.4 Hasil Uji Akhir Toksisitas Campuran Ekstrak Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	56
4.2 Hasil Analisis Data	58
4.3 Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer	60
4.4 Pembahasan	64
4.4.1 Identifikasi Morfologi Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	65
4.4.2 Toksisitas Campuran Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.)	

terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	67
4.4.3 Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	72
4.4.4 Toksisitas Ekstrak Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	77
4.4.2 Pemanfaatan Toksisitas Campuran Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	81
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	83
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Rancangan Penelitian Uji Akhir Toksisitas Campuran Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dengan Ekstrak Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap Mortalitas Larva nyamuk (<i>Aedest aegypti</i> L.) dalam masa dedah 24 jam.	34
3.2 Rancangan Penelitian Uji Akhir Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) terhadap Mortalitas Larva nyamuk (<i>Aedest aegypti</i> L.) dalam masa dedah 24 jam.....	35
3.3 Rancangan Penelitian Uji Akhir Toksisitas Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap Mortalitas Larva nyamuk (<i>Aedest aegypti</i> L.) dalam masa dedah 24 jam.....	36
3.4 Komponen Kelayakan Isi Produk Buku Ilmiah Populer	45
3.5 Komponen Kelayakan Penyajian Produk Buku Ilmiah Populer.....	46
3.6 Kriteria Evaluasi Buku Ilmiah Populer	47
4.1 Mortalitas (%) Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dengan konsentrasi Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dengan Waktu Dedah 24 jam	52
4.2 Mortalitas (%) Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dengan konsentrasi Ekstrak Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) dengan Waktu Dedah 24 jam	54
4.3 Mortalitas (%) Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L dengan konsentrasi Campuran Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) dengan Waktu Dedah 24 jam	57
4.4 Hasil Analisis Probit LC ₅₀ Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.), Hasil Analisis Probit LC ₅₀ Ekstrak Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.), dan Hasil Analisis Probit LC ₅₀ Campuran Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) dengan Waktu Dedah 24 Jam	58
4.5 Hasil Uji Kelayakan Isi Buku Ilmiah Populer oleh Validator Ahli Materi	61
4.6 Hasil Uji Kelayakan Penyajian Buku Ilmiah Populer oleh Validator Ahli	

Materi	58
4.7 Hasil Uji Kelayakan Buku Ilmiah Populer oleh Validator Ahli Media	62
4.8 Daftar Komentar atau Saran oleh Validator	64



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	9
2.2 Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i> L.	9
2.3 Telur <i>Aedes aegypti</i> L.	10
2.4 Larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	12
2.5 Pupa <i>Aedes aegypti</i> L.	14
2.6 Struktur Kepala pada Nyamuk Jantan dan Betina	16
2.7 Perbedaan Nyamuk Jantan dan Betina	17
2.8 Daun Sirih Hijau (<i>Piper betle</i> L.)	20
2.9 Pohon <i>Annona muricata</i> L.	23
2.10 Daun <i>Annona muricata</i> L.	24
2.11 Buah <i>Annona muricata</i> L.	25
2.12 Biji <i>Annona muricata</i> L.	26
2.13 Diagram Kerangka Teori.	29
3.12 Alur Penelitian	45
4.1 Histogram Rerata Mortalitas (%) Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dengan Konsentrasi Ekstrak daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dalam Waktu Dedah 24 Jam.	54
4.2 Histogram Rerata Mortalitas (%) Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dengan Konsentrasi Ekstrak Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) dalam Waktu Dedah 24 Jam	56
4.3 Histogram Rerata Mortalitas (%) Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dengan Konsentrasi Campuran Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan Biji Sirsak (<i>Annona squamosa</i> L.) dalam Waktu Dedah 24 Jam	58
B.1 Identifikasi Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.	80
B.2 Morfologi Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. Sebelum dan Sesudah diberi Perlakuan Secara Makroskopis	80

B.3 Morfologi Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. Sebelum dan Sesudah Diberi Perlakuan Secara Mikroskopis	81
B.4 Morfologi mikroskopis larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dengan Uji Kimia Setelah Ditetesi Larutan Eosin	81
C.1 Beberapa Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian A. Kain kasa, B. Bak plastik, C. aluminium foil, D. tabung erlenmeyer, E. <i>beaker glass</i> , F. corong, G. higrometer, H. eosin, I. pipet tetes, J. Pengaduk, K. Alu, L. mortar, M. Gelas ukur, N. Pakan ikan, O. Gelas plastik	82
C.2 A. Ekstrak daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan B. Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) (Sumber: Dokumen Pribadi)	82
C.3 Sediaan Pengenceran Campuran Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.)	83
C.4 dokumentasi dari pengujian A. uji akhir B. Uji pendahuluan	83

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matriks Penelitian.....	78
B. Hasil Penelitian	80
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	82
D. Hasil Uji Pendahuluan	84
E. Hasil Uji Akhir	85
F. Hasil Analisis Probit LC ₅₀	87
G. Lembar Validasi Produk Buku Ilmiah Populer oleh Ahli Materi	93



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nyamuk *Aedes aegypti* L. merupakan jenis nyamuk yang membawa virus *dengue* dan merupakan vektor pembawa penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dan *yellow fever*. Penyebaran penyakit ini sangat luas hampir semua daerah tropis di seluruh dunia (Soegijanto, 2004:99). *Aedes aegypti* L. merupakan nyamuk yang dapat berperan sebagai vektor berbagai macam penyakit diantaranya Demam Berdarah Dengue (DBD). Beberapa spesies dari *Aedes* dapat pula berperan sebagai vektor tetapi *Aedes aegypti* L. tetap merupakan vektor utama (Palgunadi & Rahayu, 2011). Meningkatnya kasus penyakit ini dikarenakan populasi jentik nyamuk *Aedes aegypti* L meningkat dengan cepat akibat banyaknya air yang tergenang dari hujan deras yang mengguyur wilayah daerah tersebut (Kemenkes RI, 2015). Berbagai cara dilakukan untuk memberantas *Aedes aegypti* L. antara lain pemberantasan sarang nyamuk (PSN) dan pemberantasan stadium larva (Aulung dkk, 2010:8).

Pemberantasan *Aedes aegypti* L. dapat dilakukan terhadap jentiknya, salah satunya dengan cara kimia yang dapat dilakukan yaitu dengan cara larvasida yang dikenal dengan istilah abatisasi. Menurut WHO (*World Health Organization*) penggunaan insektisida kimia menggunakan abatisasi dapat mengganggu kualitas dan keseimbangan lingkungan hidup akibat adanya residu serta timbulnya resistensi pada hewan sasaran (Panghiyangani dkk, 2012). Abatisasi juga berdampak pada kematian pada manusia disebabkan oleh adanya zat karsinogenik pada abate yang mampu menyebabkan kanker, seperti yang dinyatakan oleh Helen Murphy FNP-MHS dari *Pacific Northwest Agriculture Safety & Health Center University* bahwa abate dapat menyebabkan kanker pada sejumlah bagian tubuh, seperti kanker otak, kanker paru, kanker pankreas, leukimia, kanker prostat, kanker ovarium dan kanker payudara (Hasan, 2012).

Organisasi kesehatan dunia WHO sejak tahun 1985 menganjurkan untuk mencari terobosan baru, yaitu dengan pengendalian hayati atau pengendalian lingkungan. Salah satunya adalah penggunaan zat kimia alami yang berasal dari tumbuhan (bioinsektisida). Penggunaan bioinsektisida terbukti lebih aman karena memiliki sifat yang mudah terurai (*biodegradable*) di alam jika dibandingkan dengan sifat abate. Sifat yang mudah terurai dari bioinsektisida tersebut tidak akan mencemari lingkungan. Bioinsektisida mengandung senyawa bioaktif yang toksik terhadap serangga sehingga serangga tidak mudah menjadi resisten terhadap ekstrak tumbuhan dengan beberapa bahan aktif karena kemampuan serangga untuk membentuk sistem pertahanan terhadap beberapa senyawa yang berbeda sekaligus lebih kecil daripada senyawa insektisida tunggal sehingga kemungkinan terjadinya resistensi silang cukup kecil.

Tanaman yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida adalah Sirih (*Piper betle* L.). Sirih mengandung zat yang bersifat larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* L. Penelitian tentang daya larvasida ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) terhadap larva *Aedes aegypti* L. yang dilakukan Aulung dkk, (2010) mengungkapkan bahwa ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) berpengaruh terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* L, sehingga dapat digunakan untuk pengendalian populasi nyamuk. Sirih mengandung senyawa-senyawa seperti sianida, saponin, tanin, flavonoid, steroid, alkaloid dan minyak atsiri berfungsi sebagai biopestisida. Efek larvasida dari ekstrak daun sirih berasal dari kandungan alkaloidnya (Pritari, 2013). Cara kerja senyawa kimia tersebut di atas adalah sebagai *stomach poisoning* atau racun perut yang dapat mengakibatkan gangguan sistem pencernaan larva *Aedes aegypti* L. sehingga larva gagal tumbuh dan mati. Ekstrak daun sirih terbukti efektif sebagai bioinsektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* mulai pada konsentrasi 1000 ppm dan lama waktu kontak selama 24 jam dengan LC₅₀ pada konsentrasi 1422,81 ppm (Handayani dkk, 2013).

Jenis tanaman lain yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida yaitu Sirsak. Sirsak (*Annona muricata* L.) merupakan tanaman yang tersebar di daerah subtropik dan tropik, berbentuk pohon, perdu, tergolong ke dalam famili *Annonaceae*. Bahan

aktif yang terkandung dalam tumbuhan ini adalah *alkaloid*, *annonine*, *muricine* dan *muricinine* serta *saponin* yang dapat berperan sebagai anti makan dan insektisida. Pada biji Sirsak ditemukan juga senyawa bersifat bioaktif yang dikenal dengan nama *acetogenin* yang memiliki efek sitotoksik dan neurotoksik pada larva maupun serangga sehingga menimbulkan kematian pada larva. Biji Sirsak mengandung minyak antara 42-45%. Daun dan bijinya dapat berperan sebagai insektisida, larvasida *repellent* (penolak serangga) dan anti *feedant* (penghambat makan) (Kardinan, 2000:30). Dari penelitian Grzbowski dkk dalam Rosmayanti (2014) pada tahun 2012 melaporkan bahwa ekstrak biji sirsak dapat membunuh larva *Aedes aegypti* pada instar III dengan LC_{50} 93,48 ppm dan $1.84\mu\text{g mL}^{-1}$ dalam waktu 24 jam.

Penelitian tentang ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) maupun ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) masing masing memiliki zat aktif yang bersifat toksik terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* L. apabila dilakukan pencampuran senyawa-senyawa aktif dalam kedua ekstrak tumbuhan tersebut diduga akan meningkatkan toksisitas terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* L. Peningkatan ini dikatakan bersifat sinergis atau sebaliknya akan bersifat antagonis jika menurunkan toksisitas larva *Aedes aegypti* L. Hal ini diperkuat dengan pendapat Priyono (1999) dalam Isnaeni (2006) bahwa pencampuran beberapa senyawa aktif tumbuhan dapat memberikan efek seperti sinergis, antagonis, atau netral. Dalam suatu ekstrak tumbuhan, selain beberapa senyawa aktif utama biasanya juga terdapat banyak senyawa lain yang kurang aktif, namun keberadaannya dapat meningkatkan aktivitas ekstrak secara keseluruhan (sinergi). Sinergis memberi arti bahwa kedua senyawa tersebut dapat meningkatkan daya toksisitas yang ditandai dengan semakin kecil nilai konsentrasi yang diperlukan untuk mematikan larva, sedangkan antagonis memberi arti bahwa kedua senyawa tidak dapat meningkatkan daya toksisitas. Berdasarkan hal ini, perlu dilakukan pencampuran antara ekstrak daun sirih dengan ekstrak biji sirsak agar diketahui sifat bahwa sifat campuran ekstrak tersebut yaitu sinergis.

Penelitian mengenai bioinsektisida dari campuran daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) merupakan informasi baru dan menarik untuk

digunakan dalam penyusunan buku ilmiah populer. Buku ilmiah populer mengenai pemanfaatan daun Sirih dan biji Sirsak sebagai bioinsektisida atau larvasida alami akan menjadi pedoman masyarakat untuk beralih menggunakan bioinsektisida. Berdasarkan latar belakang di atas, perlu dilakukan penelitian tentang “Toksistas Campuran Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dan Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti* L. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer”.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut.

- a. Berapakah LC_{50} dalam waktu 24 jam toksistas campuran ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dan biji sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L.?
- b. Berapakah LC_{50} dalam waktu 24 jam toksistas ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L.?
- c. Berapakah LC_{50} dalam waktu 24 jam toksistas ekstrak biji sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L.?
- d. Apakah buku ilmiah populer ekstrak campuran daun Sirih (*Piper betle* L.) dan ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* L. layak digunakan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui LC_{50} dalam waktu 24 jam toksistas campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L.

- b. Untuk mengetahui LC_{50} dalam waktu 24 jam toksisitas ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L.
- c. Untuk mengetahui LC_{50} dalam waktu 24 jam toksisitas ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L.
- d. Mengetahui kelayakan hasil penelitian toksisitas ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* L. dan toksisitas ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas nyamuk *Aedes aegypti* L. disusun sebagai buku ilmiah populer.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi peneliti
Untuk menambah wawasan mengenai tanaman yang dapat digunakan sebagai boinsektisida khususnya Sirih (*Piper betle* L.) dan Sirsak (*Annona muricata* L.) sehingga dapat digunakan untuk pengembangan ilmu dalam upaya pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* L. sebagai vektor utama penyebaran virus Dengue penyebab penyakit DBD.
- b. Bagi Akademik
Dapat digunakan sebagai sumber informasi dan masukan sivitas akademika selanjutnya tentang toksisitas campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L.
- c. Bagi Masyarakat
Dapat dijadikan sumber informasi bahwa campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) dapat menyebabkan mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. sehingga menekan angka kenaikan penderita penyakit DBD.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mengurangi kerancuan dan memberikan batasan terhadap pembahasan, maka batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

- a. Toksisitas dalam penelitian ini dibatasi dalam menentukan besarnya LC₅₀.
- b. Perbandingan campuran antara ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) yang digunakan dalam penelitian ini 1:1.
- c. Ekstrak yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.).
- d. Pelarut yang digunakan dalam proses maserasi pada penelitian ini etanol 97%.
- e. Daun Sirih hijau (*Piper betle* L.) yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari penjual sirih di Pasar Tanjung Jember dengan kriteria daun yang sudah mekar sempurna dan berwarna hijau.
- f. Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari penjual buah di daerah Situbondo.
- g. Kematian Larva nyamuk *Aedes aegypti* L. ditunjukkan dengan tidak adanya gerakan saat disentuh menggunakan lidi dan lebih banyak tenggelam di dasar gelas.
- h. Larva nyamuk *Aedes aegypti* L. yang digunakan dalam penelitian ini pada fase instar III akhir sampai instar IV awal yang telah diseleksi dalam keadaan sehat dan lincah.
- i. Waktu dedah yang digunakan untuk menguji toksisitas campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) adalah 24 jam.
- j. Buku ilmiah populer yang dibuat berupa buku bacaan untuk masyarakat yang disusun dengan bahasa yang komunikatif sehingga mudah dipahami.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nyamuk *Aedes aegypti* L.

Nyamuk *Aedes aegypti* L. merupakan Diptera bersayap dua yang berasal dari famili *Culicidae* dimana famili ini mencakup sekitar 3000 spesies yang sudah diketahui. *Aedes* yang ditemukan ±125 spesies (jenis), dua diantaranya *A. aegypti* dan *A. albopictus* (Fajri, 2010:6). Nyamuk yang termasuk ke dalam genus *Aedes* mempunyai distribusi kosmopolit. Nyamuk ini berkembangbiak dalam di dalam genangan air yang bersifat sementara dan berisi air tawar (Brown, 1979:417).

2.1.1 Sistematika Taksonomi *Aedes aegypti* L.

Larva *Aedes aegypti* L. diklasifikasikan ilmiah (taksonomi) sebagai berikut.

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Bilateria
Phylum	: Arthropoda
Subphylum	: Hexapoda
Class	: Insecta
Subclass	: Pterygota
Order	: Diptera
Suborder	: Nematocera
Family	: Culicidae
Subfamily	: Culicinae
Genus	: <i>Aedes</i>
Species	: <i>Aedes aegypti</i> L.

(ITIS, 2016).

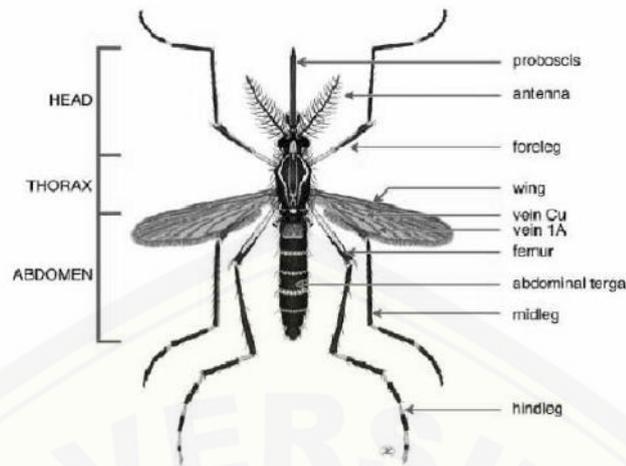
2.1.2 Morfologi *Aedes aegypti* L.

Aedes aegypti L. berbadan sedikit lebih kecil, tubuhnya sampai ke kaki berwarna hitam dan bergaris-garis putih. Nyamuk ini tidak menyukai tempat yang kotor, biasa bertelur pada genangan air yang tenang dan bersih seperti jambangan bunga, tempayan, bak mandi dan lain-lain yang kurang diterangi matahari dan tidak dibersihkan secara teratur. Bagi nyamuk *Aedes aegypti* L., darah manusia berfungsi untuk mematangkan telur agar dapat dibuahi pada saat perkawinan.

Nyamuk yang termasuk ke dalam genus *Aedes* mempunyai distribusi kosmopolit. Nyamuk ini berkembangbiak dalam lubang pohon dan di dalam genangan air yang bersifat sementara dan berisi air tawar (Brown, 1979:417).

Secara umum nyamuk *Aedes aegypti* sebagaimana serangga lainnya mempunyai ciri-ciri:

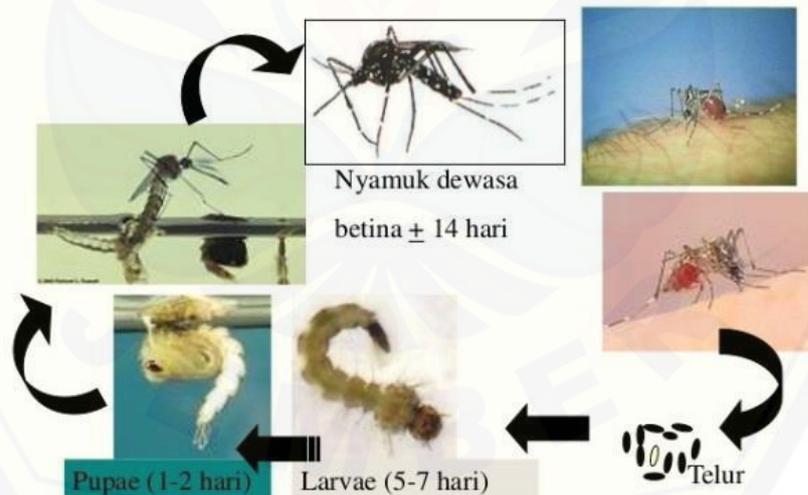
- a. Terdiri dari tiga bagian, yaitu: kepala, dada, dan perut.
- b. Kepala (*caput*) berbentuk seperti bola dan tertutup oleh sepasang mata faset dan tidak mempunyai mata oselus dan mata biasa. Kepala nyamuk juga tersusun atas antena yang panjangnya melebihi panjang dari palpus maksila, alat mulut nyamuk betina tipe penusuk penghisap terdiri dari labium bagian bawah yang mempunyai saluran dan bagian atas *labrum epipharynk*, *hypopharynk*, sepasang mandibular serupa pisau dan *maxilia* yang bergerigi sedangkan jantan bagian mulutnya lebih lemah tidak mampu menembus kulit manusia sehingga digolongkan kedalam pemakan tumbuh-tumbuhan atau cairan tanaman, mata majemuk menyolok.
- c. Dada (*thorax*), terdapat sepasang sayap tanpa noda-noda hitam. Bagian punggung (*mesonotum*) ada gambaran garis-garis putih yang dapat dipakai untuk membedakan dengan jenis lain. Gambaran punggung nyamuk *Aedes aegypti* L. berupa sepasang garis lengkung putih pada tepinya dan sepasang garis sub median di tengahnya. Pasangan kaki ada yang panjang dan pendek. Femur bersisik putih pada permukaan posterior dan setengah basal, anterior dan tengah bersisik putih memanjang. Tibia semuanya hitam dan tarsi belakang berlingkaran putih pada segmen basal kesatu sampai keempat dan segmen kelima berwarna putih. Sayap berukuran 2,5-3,0 mm bersisik hitam.
- d. Perut (*abdomen*), tersusun atas 8 segmen, segmen VIII nyamuk jantan lebar dan berbentuk kerucut sedang pada nyamuk betina segmen VIII agak meruncing dengan sersi menonjol. Waktu istirahat posisi nyamuk *Aedes aegypti* L. ini tubuhnya sejajar dengan bidang permukaan yang dihinggapinya (Fajri, 2010:12).



Gambar 2.1 Morfologi nyamuk *Aedes aegypti* L. (Sumber: Supartha, 2008)

2.1.3 Siklus Hidup *Aedes aegypti* L.

Menurut Nurdian (2003:22) dalam siklus hidup *Aedes aegypti* L. mengalami metamorfosis yang sempurna atau lengkap dan dalam perkembangannya terdapat 4 stadia yaitu telur, larva (jentik), pupa (kepompong) dan dewasa.



Gambar 2.2 Siklus Hidup *Aedes aegypti* L. (Sumber: slideshare.net)

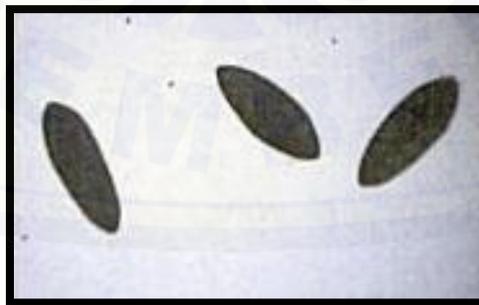
Nyamuk *Aedes aegypti* L. mengalami metamorfosis sempurna, artinya daur hidupnya mengalami perubahan bentuk dari telur, larva, pupa (kepompong), dan dewasa. Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti* L. masing-masing tahap akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Telur

Selama masa bertelur, seekor nyamuk betina mampu meletakkan 100-400 butir telur. Telur-telur tersebut diletakkan di bagian yang berdekatan dengan permukaan air. Setiap kali nyamuk betina bertelur, mengeluarkan telur \pm 100 butir yang diletakkan satu-satu pada dinding ovitrap yang telah diberi kertas saring yang awalnya berwarna putih kemudian berubah menjadi hitam (Supartha, 2008).

Telur *Aedes aegypti* L. tidak mempunyai pelampung dan diletakkan satu persatu di atas permukaan air. Ukuran panjangnya 0,80 mm, dibungkus dalam kulit yang berlapis tiga dan mempunyai saluran spermatozoa. Telur *Aedes aegypti* L. dalam keadaan kering dapat tahan bertahun-tahun lamanya. Telur berbentuk elips dan mempunyai permukaan yang polygonal. Telurnya tidak akan menetas sebelum digenangi air dan telur akan menetas dalam waktu satu sampai tiga hari pada suhu 30°C tetapi membutuhkan tujuh hari pada suhu 16°C (Supartha, 2008).

Telur *Aedes aegypti* L. berwarna hitam, berbentuk seperti torpedo, oval memanjang, elips dan mempunyai permukaan yang polygon. Berbeda halnya dengan telur nyamuk vektor lainnya seperti telur *Anopheles* menyerupai perahu dengan pelampung dari *chorion* yang berlekung di sebelah lateral, sedangkan telur *Culex* berbentuk meruncing dengan puncak berupa mangkok melekat satu sama lain menyerupai rakit. Apabila telur *Culex* ini dilihat di bawah mikroskop, maka akan tampak gambaran seperti sarang lebah pada dinding luarnya (Borror *et al.*, 1992:671).



Gambar 2.3 Telur *Aedes aegypti* L., dengan perbesaran 19,74x (sumber: Natadisastra dan Agoes, 2009).

b. Larva

Setelah menetas, telur akan berkembang menjadi larva (jentik-jentik). Pada stadium ini, kelangsungan hidup larva dipengaruhi suhu, pH air perindukan, ketersediaan makanan, cahaya, kepadatan larva, lingkungan hidup, serta adanya predator (Iskandar, 1985).

Larva nyamuk *Aedes aegypti* L. terdiri atas kepala, toraks dan abdomen. Kepala berkembang baik sepasang antena maupun kepala majemuk, serta sikat mulut yang menonjol. Abdomen terdiri dari 9 ruas yang jelas, dan ruas terakhir dilengkapi tabung udara (*siphon*) untuk mengambil oksigen dan dilengkapi dengan *pecten* pada segmen yang terakhir dengan ciri pendek dan mengembung. Pada segmen abdomen tidak terdapat rambut berbentuk kipas (*palmatus hairs*) pada setiap sisi abdomen segmen kedelapan terdapat *comb scale* sebanyak 8-21 atau berjajar 1 sampai 3 dan berbentuk duri. Pada sisi *thorax* terdapat duri yang panjang dengan bentuk kurva dan adanya sepasang rambut di kepala. Larva memperoleh makanan dengan bantuan sikat mulut yang berfungsi untuk menghasilkan aliran air yang dapat membawa makanan ke dalam mulut (Marianti, 2014).

Tubuh larva nyamuk *Aedes aegypti* L. terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

- 1) Kepala (*caput*), terletak di anterior dan terdapat antena di sebelah samping bagian depan mata yang dilengkapi dengan rambut-rambut. Mulut terletak di ujung bawah bagian samping saling berhadapan, berfungsi untuk memegang, mengunyah dan menelan makanan (Taslimah, 2014).
- 2) Dada (*thorax*), berukuran lebih besar dari pada kepala dan perut (Palgunadi & Rahayu, 2011).
- 3) Perut (*abdomen*), berukuran lebih panjang dan terdiri dari 9 segmen yaitu segmen I-VII berukuran hampir sama. Segmen VIII-IX mengalami banyak modifikasi, pada segmen VIII terdapat spirakel yang menonjol, pendek dan tabung yang disebut sifon atau tabung udara yang berfungsi sebagai saluran pernapasan. Segmen IV terdapat insang ekor (*anal gills*) yang terbentuk lonjong dan membranous berfungsi sebagai pengatur tekanan osmotik dalam respirasi (Grantham dalam Fajri, 2010).



Gambar 2.4 Larva nyamuk *Aedes aegypti* L.,
(sumber: ecofocuscontroledepagas.com.br)

Larva di alam tumbuh dengan memakan alga dan bahan-bahan organik. Makanan yang mengandung protein lebih disukai dari pada yang mengandung karbohidrat. Stadium larva terdiri dari empat instar dan berlangsung selama 7-9 hari. Selama perkembangan larva terjadi penambahan ukuran dari instar I-IV yaitu 0,3-0,95 mm. Jangka waktu perkembangan larva tergantung pada suhu, keberadaan makanan, dan kepadatan larva dalam wadah (Lestari, 2011). Telur membutuhkan waktu sekitar 2-4 hari untuk menjadi larva. Larva terdiri atas 4 stadia (instar) yang akan mengalami pergantian kulit dan mengambil makanan dari tempat perindukannya. Tingkatan perkembangan (instar) larva *Aedes aegypti* L. sesuai yaitu: Larva instar I : Ukuran sekitar 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada belum jelas dan pada corong pernapasan masih belum jelas dan berlangsung 1-2 hari.

- 1) Larva instar II : Ukuran 2,5-3,5 mm, duri-duri belum jelas dan corong pernapasan mulai menghitam berlangsung 2-3 hari.
- 2) Larva instar III : Ukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman. Pada instar III ini memiliki sifon yang gemuk, gigi sisir pada segmen abdomen ke-8 mengalami pergantian kulit dan berlangsung 3-4 hari.
- 3) Larva instar IV : Ukuran 5-6 mm, dengan warna kepala gelap. Corong pernapasan pendek dan gelap kontras dengan warna tubuhnya, setelah 2-3

akan mengalami pergantian kulit dan berubah menjadi pupa berlangsung selama 2-3 hari (Marianti, 2014).

Stadium larva merupakan stadium sangat aktif makan dan bergerak. Larva bergerak sangat lincah yaitu sangat aktif membuat gerakan ke atas dan ke bawah jika air terguncang. Apabila sedang istirahat, larva akan diam dan tubuhnya akan membentuk sudut terhadap permukaan air dan sifonnya ditonjolkan ke arah permukaan air (Kardinan, 2000:3). Makanan larva selama perkembangannya di dalam air ialah mikroorganisme, mikroalgae, atau plankton baik yang masih hidup maupun yang sudah mati dengan menggunakan mulutnya (Fajri, 2010:9).

Larva *Aedes aegypti* L. mengambil oksigen dari udara, larva menempatkan corong udara (*siphon*) pada permukaan air seolah-olah badan larva berada pada posisi membentuk sudut dengan permukaan air (Soegijanto, 2006). Larva *Aedes aegypti* L. mempunyai tubuh memanjang tanpa kaki dengan bulu-bulu sederhana yang tersusun bilateral simetris. Larva ini dalam pertumbuhan dan perkembangannya mengalami 4 kali pergantian kulit (*ecdysis*), dan larva yang terbentuk berturut-turut disebut instar I, II, III, dan IV. Larva instar I, tubuhnya sangat kecil, warna transparan, panjang 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada (*thorax*) belum begitu jelas, dan corong pernapasan (*siphon*) belum menghitam. Larva instar II bertambah besar, ukuran 2,5-3,9 mm, duri dada belum jelas, dan corong pernapasan sudah berwarna hitam. Pada saat larva instar II mengambil oksigen dari udara, larva instar II menempatkan corong udara (*siphon*) pada permukaan air seolah-olah badan larva berada pada posisi membentuk sudut dengan permukaan air sekitar 30°C, larva instar II dalam bergerak tidak terlalu aktif. Larva instar IV telah lengkap struktur anatominya dan jelas tubuh dapat dibagi menjadi bagian kepala (*chepal*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*). Larva ini tubuhnya langsing dan bergerak sangat lincah, bersifat fototaksis negatif, dan waktu istirahat membentuk sudut hampir tegak lurus sekitar 450° dengan bidang permukaan air (Soegijanto, 2006). Temperatur optimal untuk perkembangan larva ini adalah 25°C – 30°C, larva berubah menjadi pupa memerlukan waktu 4-5 hari. Perkembangan dari instar I ke instar II berlangsung dalam 2-3 hari, kemudian

dari instar II ke instar III dalam waktu 2 hari, dan perubahan dari instar III ke instar IV dalam waktu 2-3 hari (Kusnindar, 1990).

c. Pupa

Pupa adalah bentuk tidak makan, namun tampak gerakannya lincah apabila dibandingkan dengan larva. Pupa nyamuk kebanyakan akuatik dan tidak seperti kebanyakan pupa serangga, pupa *Aedes aegypti* L. sangat aktif dan sering kali disebut akrobat (*tumblers*). Pupa mempunyai terompet untuk bernapas pada thoraks, suatu kantung udara yang terletak di antara bakal sayap pada bentuk dewasa dan terdapat pengayuh yang berupa rambut-rambut yang saling menutupi pada ujung ruas abdomen terakhir. Pengayuh ini memungkinkan pupa menyelam dengan cepat, dengan mengadakan serangkaian jungkiran sebagai reaksi terhadap rangsangan (Borror, 1992:670-674).

Pupa merupakan stadium terakhir yang berada dalam air dan tidak memerlukan makanan karena merupakan fase istirahat. Pupa mempunyai segmen-segmen pada bagian perutnya (struktur menyerupai dayung) sehingga terlihat menyerupai koma. Pupa memiliki daya apung yang besar. Pupa biasanya istirahat di permukaan air dengan posisi statis tetapi dapat berenang dengan baik. Fase pupa membutuhkan 2-5 hari akan muncul nyamuk dewasa (Hadi *et al.*, 2009:4). Total siklus yang dapat diselesaikan 9-12 hari. Pada fase pupa belum ada perbedaan antara jantan dan betina. Pada umumnya nyamuk jantan menetas terlebih dahulu dari pada nyamuk betina dan selanjutnya keluar dari air dan berkembang menjadi nyamuk (Mulyatno, 2011).



Gambar 2.5 Pupa Nyamuk *Aedes aegypti* L.,
(sumber: Natadisastra dan Agoes, 2009).

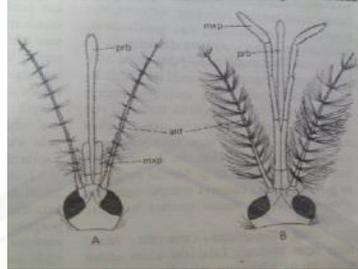
d. Dewasa (Imago)

Tubuh nyamuk *Aedes aegypti* L. dewasa dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

- 1) Kepala (*caput*) berbentuk seperti bola dan tertutup oleh sepasang mata faset dan tidak mempunyai mata oselus dan mata biasa. Kepala nyamuk juga tersusun atas antena yang panjangnya melebihi panjang dari palpus maksila, alat mulut nyamuk betina tipe penusuk penghisap sedangkan jantan bagian mulutnya lebih lemah sehingga tidak mampu menembus kulit manusia, mata majemuk menyolok (Grantham dalam Fajri, 2010:7).
- 2) Dada (*thorax*), terdapat sepasang sayap tanpa noda-noda hitam. Bagian punggung (*mesonotum*) ada gambaran garis-garis putih yang dapat dipakai untuk membedakan dengan jenis lain. Gambaran punggung nyamuk *Aedes aegypti* L. berupa sepasang garis lengkung putih pada tepinya dan sepasang garis sub median di tengahnya. Pasangan kaki ada yang panjang dan pendek. Femur bersisik putih pada permukaan posterior dan setengah basal, anterior dan tengah bersisik putih memanjang. *Tibia* semuanya hitam dan tarsi belakang berlingkaran putih pada segmen basal kesatu sampai keempat dan segmen kelima berwarna putih. Sayap berukuran 2,5-3,0 mm bersisik hitam (Soedarmono dalam Fajri, 2010:11).
- 3) Perut (*abdomen*), tersusun atas 8 segmen, segmen VIII nyamuk jantan lebar dan berbentuk kerucut sedang pada nyamuk betina segmen VIII agak meruncing dengan sersi menonjol. Waktu istirahat posisi nyamuk *Aedes aegypti* L. ini tubuhnya sejajar dengan bidang permukaan yang dihinggapinya (Fajri, 2010:12).

Imago yang lebih awal keluar adalah jantan yang sudah siap melakukan kopulasi bila betinanya muncul belakangan. Imago betina membutuhkan cairan darah sebelum meletakkan telurnya yang fertil. Cairan darah itu diperlukan oleh imago betina setiap akan meletakkan sejumlah telurnya. Siklus pengisapan darah itu dilakukan setiap akan meletakkan telur, sehingga pengisapan cairan darah itu dapat dilakukan berkali-kali selama hidupnya. Nyamuk jantan dan betina tidak memiliki perbedaan dalam hal ukuran, nyamuk jantan pada umumnya lebih kecil dari pada betina dan terdapat rambut-rambut tebal pada antena nyamuk jantan.

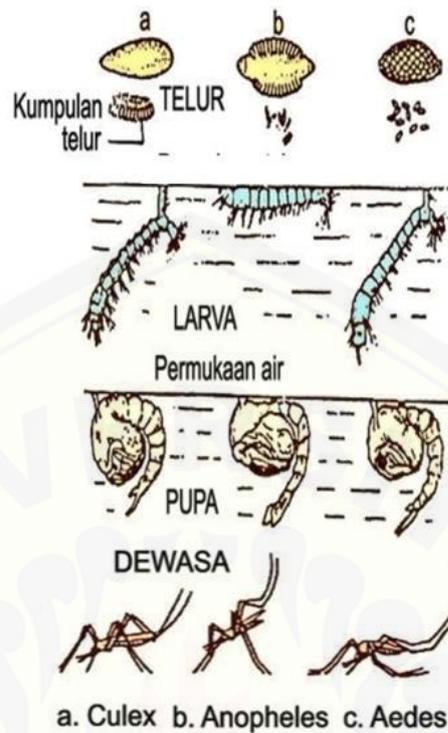
Nyamuk betina mempunyai antena tipe *pilose*, sedangkan nyamuk jantan tipe *plumose* (Supartha, 2008).



Gambar 2.6 Struktur Kepala pada Nyamuk. A) Nyamuk *Aedes aegypti* L. Betina; B) Nyamuk *Aedes aegypti* L. Jantan. Ant, sungut; mxp, palpus maksilla; prb, probosis (Sumber: Borror, 1992)

Nyamuk *Aedes aegypti* L. seperti halnya Culicines lain, meletakkan telur pada permukaan air bersih secara individual. Setiap hari nyamuk Aedes betina dapat bertelur rata-rata 100 butir. Setelah kira-kira dua hari telur menetas menjadi larva lalu mengadakan pengelupasan kulit sebanyak empat kali, tumbuh menjadi pupa dan akhirnya menjadi dewasa. Faktor biotik seperti predator, kompetitor dan makanan yang berinteraksi dalam kontainer sebagai habitat akuatiknya pradewasa juga sangat berpengaruh terhadap keberhasilannya menjadi imago. Keberhasilan itu juga ditentukan oleh kandungan air kontainer seperti bahan organik, komunitas mikroba, dan serangga air yang ada dalam kontainer itu juga berpengaruh terhadap siklus hidup *Aedes aegypti* L. (Sitiqoniat, 2013).

Perbedaan morfologi juga dapat digunakan untuk menentukan suatu nyamuk *Aedes aegypti* L. dari nyamuk-nyamuk lainnya yaitu dengan melihat perbedaan antara telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa. Berikut perbedaan morfologi *Aedes aegypti* L., *Culex quinquefasciatus*, dan *Anopheles* mulai dari telur hingga fase imago.



Gambar 2.7 Perbedaan Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti* L., *Culex quinquefasciatus*, dan *Anopheles* mulai dari telur hingga fase imago (Sumber: hmkuliah.files.wordpress.com, 2015)

2.1.4 Habitat dan Perilaku Nyamuk *Aedes aegypti* L.

Tempat perkembangbiakan utama vektor demam berdarah yaitu tempat-tempat penampungan air berupa genangan air yang tertampung di suatu tempat atau bejana di dalam atau sekitar rumah atau tempat-tempat umum, biasanya tidak melebihi jarak 500 meter dari rumah. Nyamuk ini biasanya tidak dapat berkembangbiak di genangan air yang langsung berhubungan dengan tanah. Tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* L. dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- Tempat penampungan air (TPA) untuk keperluan sehari-hari, seperti drum, tangki reservoir, tempayan, bak mandi dan ember.
- Tempat penampungan air bukan untuk keperluan sehari-hari seperti tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut dan barang-barang bekas seperti ban, kaleng, botol, plastik.

- c. Tempat penampungan air alamiah seperti lobang pohon, lobang batu, pelepah daun, tempurung kelapa dan potongan bambu (Palgunadi & Rahayu, 2011).

Perilaku nyamuk *Aedes aegypti* L. dapat diketahui saat *mating* (kawin) dan pada saat mencari makanan. Nyamuk *Aedes aegypti* L. betina yang telah mengenali dan memberikan juga atas tanda tersebut, nyamuk jantan akan mengenali frekuensi getaran sayap nyamuk betina dan posisinya melalui antena *pulmose*. Getaran sayap nyamuk betina berkisar antara 150-600 Hz, tergantung temperatur dan ukuran sayap, atau sekitar 100-250 Hz lebih rendah daripada suara sayap nyamuk jantan. Sinyal tersebut menjadikan nyamuk jantan mendekati betina dan akan melakukan *mating* berkisar 12 detik hingga beberapa menit di udara atau pada tumbuh-tumbuhan. Perilaku lainnya adalah perilaku terhadap perbedaan asupan nutrisinya. Nyamuk *Aedes aegypti* L. betina cenderung menghisap darah yang digunakannya sebagai sumber protein seperti prostaglandin untuk mematangkan telur inang yang digunakan sebagai sasarannya, dapat diketahui dari aroma tubuh, CO₂, panas, dan kelembapan yang dengan sensilia pada antena dan pulpus. Sensilia pada antena dan palpus *Aedes aegypti* L. yang telah menemukan inang, menjadikannya sesegera mungkin hinggap pada inang dan akan melakukan 4 fase perilaku, yaitu eksplorasi, penetrasi, dan pencarian pembuluh darah, menghisap, serta melepaskan. Beberapa detik setelah hinggap, nyamuk *Aedes aegypti* L. tersebut diam dan kemudian memulai gerakan eksplorasi pada permukaan kulit dengan belalainya. Setelah lubang dibuat, ludah mengalir dari ujung hipofaring dan mengandung antihemostatik yaitu *enzym apyrase* (Sayono, 2008).

2.2 Sirih (*Piper betle* L.)

Salah satu tanaman yang digunakan sebagai alternatif tersebut adalah daun Sirih (*Piper betle* L.) karena daun sirih mengandung senyawa-senyawa seperti sianida, saponin, tanin, flavonoid, steroid, alkaloid dan minyak atsiri yang berfungsi sebagai bioinsektisida. Efek larvasida dari ekstrak daun sirih berasal dari kandungan alkaloidnya (Pritari, 2013).

Famili tumbuhan yang dilaporkan memiliki aktivitas sebagai insektisida nabati terhadap serangga diantaranya adalah *Meliaceae*, *Annonaceae*, *Asterceae*, dan *Piperaceae*. Daun sirih hijau (*Piper betle* L.) termasuk dalam familia *Piperaceae*, merupakan tanaman fungsional karena dapat dimanfaatkan baik untuk perawatan tubuh maupun untuk mengobati berbagai penyakit. Penggunaannya sebagai bahan obat karena tanaman sirih mengandung minyak atsiri, yang merupakan masa berbau khas, mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami peruraian (Mulyatno 2011). Minyak atsiri dari daun sirih mengandung eugenol yang merupakan komponen kimia yang memberikan bau dan cita rasa atsiri dari daun sirih (Nurhidayati, 2012).

2.2.1 Klasifikasi Dalam Ilmu Biologi

Sirih (*Piper betle* L.) diklasifikasikan ilmiah (taksonomi) sebagai berikut.

Kingdom	Plantae
Subkingdom	Viridiplantae
Division	Tracheophyta
Subdivision	Spermatophyta
Class	Magnoliopsida
Superorder	Magnolianaes
Order	Piperales
Family	Piperaceae
Genus	<i>Piper</i>
Spesies	<i>Piper betle</i> L.

(ITIS, 2016).

2.2.2 Morfologi Tumbuhan Sirih

Sirih (*Piper betle* L.) termasuk dalam suku *Piperaceae*. Tumbuhan yang termasuk dalam suku ini merupakan tumbuhan terna atau tumbuh-tumbuhan berkayu yang seringkali memanjat dengan menggunakan akar-akar pelekat, dengan daun-daun tunggal yang duduknya tersebar atau berkarang dengan atau tanpa daun-daun penumpu. Batang dengan berkas-berkas pengangkutan yang pada penampang melintang tampak tersebar atau tersusun dalam beberapa lingkaran. Bunga tersusun atas bunga majemuk yang disebut bunga lada (*amentum*), masing-masing kecil tanpa hiasan bunga, berkelamin tunggal atau banci dengan 1 sampai 10 benang sari dan putik terdiri 1 sampai 6. Buahnya buah

atau buah buni, jadi dengan endosperm dan perisperm. Dalam biji terdapat sel-sel minyak atsiri (Tjitrosoepomo, 2010:119). Organ akar pada tanaman sirih digolongkan sebagai akar tunggang, bentuknya bulat dan warnanya coklat dengan sedikit menjurus pada warna kuning khas akar lainnya (Fais & Saifullah, 2014).



Gambar 2.8 Sirih *Piper betle* L.
(Sumber: staticflickr.com)

2.2.3 Kandungan Sirih

Daun Sirih mempunyai aroma yang khas karena mengandung minyak atsiri 14,2%, air, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, vitamin A, B, C, yodium, gula dan pati. Dari berbagai kandungan tersebut, dalam minyak atsiri terdapat fenol alam yang mempunyai daya antiseptik 5 kali lebih kuat dibandingkan fenol biasa (bakterisid dan fungisid) tetapi tidak sporasid. Minyak atsiri merupakan minyak yang mudah menguap dan mengandung aroma atau wangi yang khas. Minyak atsiri dari daun Sirih mengandung 30% fenol dan beberapa derivatnya. Kavikol merupakan komponen paling banyak dalam minyak atsiri yang memberi bau khas pada Sirih. Kavikol bersifat mudah teroksidasi dan dapat menyebabkan perubahan warna. Mekanisme fenol sebagai agen anti bakteri berperan sebagai toksin dalam protoplasma, merusak dan menembus dinding serta mengendapkan protein sel bakteri. Senyawa fenolik bermolekul besar mampu menginaktifkan enzim esensial di dalam sel bakteri meskipun dalam konsentrasi yang sangat rendah. Fenol dapat menyebabkan kerusakan pada sel bakteri, denaturasi protein, menginaktifkan enzim dan menyebabkan kebocoran sel (Armianty, 2013).

Daun tanaman Sirih ditinjau dari komposisi kimianya, mengandung saponin yang memiliki sifat anti serangga, minyak atsiri 1-4,2%, hidroksikavicol, kovicol, kavibetol, estragol, eugenol, metal eugenol, karvakrol, terpena, fenil propane, tanin, enzim diastase 0,8-1,8%, enzim katalase, gula, pati dan vitamin A, B dan C. Tanaman sirih mengandung minyak atsiri 1%-4,2%, hidroksikavicol, kavicol 7,2-16,7%, kavibetol 2,7-6,2%, allylpykatekol 0-9,6%, karvakol 2,2-5,6%, eugenol 26,8-42,5%, eugenol methyl ether 4,2-15,8%, p-cymene 1,2-2,5%, cyneole 2,4-4,8% alkohol, caryophyllene 3-9,8%, cadinene 2,4-15,8%, estragol, terpenena, eskuiterpena, fenil propana, tanin, diastese, 0,8-1,8%, gula, dan pati (Wahyuni, 2013).

Kandungan daun Sirih memiliki beberapa fungsi diantaranya senyawa fenol, tanin, alkaloid, pati yang berfungsi sebagai racun perut (Marianti, 2014). Derivat fenol (eugenol dan kavicol) yang terkandung dalam daun Sirih berkhasiat antiseptik dan khususnya kavicol diketahui mempunyai daya pembunuh bakteri lima kali fenol (Parwata, 2011). Persenyawaan fenol ini diketahui memiliki aktivitas antibakteri dan minyak atsiri dari daun Sirih juga dapat digunakan sebagai antijamur dan antioksidan (Aini, 2012).

Saponin adalah golongan senyawa glikosida yang mempunyai struktur steroid dan mempunyai sifat-sifat khas dapat membentuk larutan koloidal dalam air dan membui jika dikocok. Saponin berfungsi sebagai racun kontak dan saponin berfungsi sebagai racun perut yang komponennya sangat berpengaruh terhadap kematian larva. Disebabkan adanya kerusakan traktus digestivus, di mana dapat menurunkan tegangan permukaan traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi korosif. Racun kontak saponin masuk ke dalam tubuh melalui kulit, lubang atau celah yang terdapat pada tubuh serangga dan langsung kemulut serangga (Kusumaningrum, 2007). Tanin juga berfungsi sebagai racun perut yang berpengaruh terhadap kematian larva, dimana cara kerjanya sama dengan saponin yang dapat mengganggu aktifitas fisik, kehilangan banyak cairan sehingga dinding tractus digestivus korosif (Aini, 2012).

Beberapa hasil penelitian-penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk membuktikan penggunaan ekstrak daun Sirih sebagai insektisida. Salah satunya

oleh Widajat, dkk (2008) dalam Handayani (2013) tentang dosis insektisida ekstrak daun Sirih (*Piper betle L.*) terhadap *Culex* sp. dengan Potensi 50% menunjukkan bahwa dari ekstrak daun Sirih (*Piper batle L.*) memiliki efek insektisida terhadap nyamuk *Culex* sp. dengan potensi 50% dicapai pada dosis 5.104 ppm dengan waktu 15 menit.

2.3 Sirsak (*Annona muricata L.*)

Sirsak (*Annona muricata L.*) merupakan tanaman tahunan yang dapat tumbuhan berbuah sepanjang tahun jika kondisi air tanah terpenuhi selama pertumbuhannya. Tanaman ini berasal dari daerah tropis di Benua Amerika, yaitu Hutan Amazon (Amerika Selatan), Karibia, dan Amerika Tengah (Zuhud, 2011:3). Tanaman sirsak (*Annona muricata L.*) termasuk dalam spesies dari genus *Annona*, famili *Annonaceae* tersebar luas di daerah tropis dan subtropis dan ditemukan di India Barat, Amerika Utara dan Selatan, dataran rendah Afrika, dan Asia Tenggara seperti Indonesia. Tanaman ini dapat tumbuh pada daerah tropis dengan ketinggian di atas 300 m di atas permukaan laut, tanaman ini dapat tumbuh pada suhu 15-30°C dengan kondisi cukup dalam dan sedikit kering serta PH 6,0-6,5 (Rosmayanti, 2014:13).

2.3.1 Klasifikasi Sirsak (*Annona muricata L.*)

Sirsak (*Annona muricata L.*) diklasifikasikan ilmiah (taksonomi) sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Magnoliidae
Ordo	: Magnoliales
Famili	: Annonaceae
Genus	: <i>Annona</i>
Spesies	: <i>Annona muricata L.</i>

(Plantamor, 2016).

2.3.2 Morfologi Tanaman Sirsak

Sirsak (*Annona muricata* L.) termasuk dalam suku *Annonaceae*. Tanaman sirsak memiliki akar tunggang, batang berkayu dengan daun tunggal yang duduknya tersebar atau berseling tanpa daun penumpu. Bunga banci, jarang berkelamin tunggal, aktinomorf, biasanya berbilangan 3, seringkali mempunyai 2 lingkaran daun-daun mahkota. Benang sari banyak, bakal buah 1 sampai banyak, bebas satu sama lain, masing-masing berisi banyak atau 1 bakal biji saja, letaknya pada kampuh perut atau basal, tiap bakal biji mempunyai 2 integumen. Buah kebanyakan berupa buah buni, kadang-kadang berupa buah ganda. Biji dengan endosperm berbelah dan lembaga yang kecil (Tjitrosoepomo, 2010:173).

Batang berkayu, berbentuk bulat dan bercabang, daun tunggal, bulat telur atau lanset ujungnya runcing, tepi rata, panjang antara 6 – 18 cm dan lebar 2 – 6 cm, berwarna hijau kekuning-kuningan. Daun dan biji dapat dijadikan ramuan insektisida nabati. Kandungan bahan aktif terdapat pada buah yang mentah biji, daun dan akarnya karena mengandung senyawa kimia annonain, selain itu bijinya mengandung minyak atsiri antara 42-45%, sehingga bisa dijadikan insektisida atau larvasida, *repellent* dan *antifeedant* sebagai racun kontak dan racun perut (Handayani, 2013).



Gambar 2.9 Pohon *Annona muricata* L.
(Sumber: cdn-2.tstatic.net)

Daun sirsak memiliki kandungan kimia berupa alkaloid, tannin, dan beberapa kandungan lainnya termasuk senyawa *annonaceous acetogenins*. *Annonaceous acetogenins* merupakan senyawa yang memiliki potensi sitotoksik. Senyawa sitotoksik merupakan senyawa yang dapat bersifat toksik untuk

menghambat dan menghentikan pertumbuhan sel kanker. Kandungan senyawa dalam daun sirsak antara lain steroid/terpenoid, flavonoid, kumarin, alkaloid, dan tanin. Senyawa flavonoid berfungsi sebagai antioksidan untuk penyakit kanker, anti mikroba, anti virus, pengatur fotosintetis, dan pengatur tumbuh. Daun sirsak dikenal memiliki zat anti-kanker yang dapat membunuh sel-sel kanker tanpa mengganggu sel-sel sehat dalam tubuh manusia yang disebut *acetogenins*. *Acetogenins* adalah senyawa *polyketides* dengan struktur 30-32 rantai karbon tidak bercabang yang terikat pada gugus *5-methyl-2-furanone*. Salah satu gugus dari *acetogenin* adalah fenol sehingga menyebabkan kandungan total fenol yang terdapat pada daun sirsak tergolong tinggi (Leny, 2016). Kelompok asetogenin selain bersifat insektisida (baik efek kematian, penghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga maupun penghambatan makan serangga) juga bersifat anti tumor, anti bakteri, dan anti jamur.



Gambar 2.10 Daun *Annona muricata* L.
(Sumber: growables.org)

Buah sirsak memiliki kandungan senyawa polifenol yang tinggi, dan banyak mengandung vitamin C. Senyawa fenol dan flavonoid yang banyak terkandung dalam tumbuhan dapat berperan sebagai antioksidan karena memiliki struktur molekul yang dapat memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas. Kandungan fenol dan flavonoid berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan. Selain itu kandungan vitamin C juga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan (Prasetyorini, 2014).



Gambar 2.11 Buah *Annona muricata* L.
(Sumber: indonesianherbal.com)

Biji Sirsak (*Annona muricata* L) memiliki senyawa aktif berupa saponin, alkaloid, bullatacin, goniotalamin, sylvaticin, dan senyawa hasil metabolik sekunder yaitu golongan saponin alkaloid dan trierpenoids, annonin IV dan squamosin yang termasuk golongan senyawa acetogenin. Semuanya berperan sebagai larvasida. Afirts *et al* melaporkan pada studinya, bahwa ekstrak biji sirsak dapat bersifat sebagai agen larvasida dengan konsentrasi letal (LC_{50}) 244,27 ppm terhadap larva *Aedes aegypti*. Grzbowski *et al* dalam Rosmayanti (2014) pada tahun 2012 melaporkan bahwa ekstrak biji sirsak dapat membunuh larva *Aedes aegypti* pada instar III dengan LC_{50} 93,48 ppm dan $1.84\mu\text{g mL}^{-1}$ dan penelitian yang dilakukan Tjahajani (2000) menunjukkan hasil LC_{50} 503,230 ppm terhadap kematian larva *Aedes aegypti* L. Kumaraj dkk (2009) dalam Rosmayanti (2014) melaporkan pada tahun bahwa biji sirsak memiliki efek larvasida pada nyamuk *Anopheles sp.* dan *Culex sp.* Senyawa aktif ini memiliki toksisitas yang cukup tinggi terhadap larva, senyawa acetogenin, annonain dan squamosin serta senyawa hasil metabolik sekunder yaitu golongan saponin, alkaloid dan trierpenoids memiliki efek sitotoksik dan neurotoksik pada sel larva maupun serangga sehingga menimbulkan kematian pada larva. Senyawa ini menghambat kerja enzim *Nikotinamida Adenosin Dinukleotida Hidrogen* (NADH) dengan sitokrom c-reduktase dan sitokrom kompleks sub unit yang berada dalam mitokondria larva atau serangga.



Gambar 2.12 Biji *Annona muricata* L.
(Sumber: staticflickr.com)

2.4 Insektisida Botani

Insektisida merupakan semua bahan kimia yang dapat membunuh serangga, dan menurut perundang-undangan juga mencakup bahan kimiawi lainnya yang dapat mempengaruhi perilaku serangga, pertumbuhan, perkembangan, sistem pencernaan, sistem hormon yang berujung pada kematian serangga (Gandahusada, 1998:248). Berdasarkan cara kerja insektisida dalam tubuh serangga dikenal istilah *mode of action* dan cara masuk atau *mode of entry*. *Mode of action* adalah cara insektisida memberikan pengaruh melalui titik tangkap (*target site*) di dalam tubuh serangga. Titik tangkap pada serangga biasanya berupa enzim atau protein. Beberapa jenis insektisida dapat mempengaruhi lebih dari satu titik tangkap pada serangga. Cara kerja insektisida yang digunakan dalam pengendalian vektor terbagi dalam 5 kelompok yaitu: mempengaruhi sistem saraf, menghambat produksi energi, mempengaruhi sistem endokrin, menghambat produksi kutikula dan menghambat keseimbangan air (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2012).

Mode of entry adalah cara insektisida masuk ke dalam tubuh serangga, dapat melalui kutikula (racun kontak), alat pencernaan (racun perut), atau lubang pernafasan (racun pernafasan). Meskipun demikian suatu insektisida dapat mempunyai satu atau lebih cara masuk ke dalam tubuh serangga (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2012).

Penggolongan insektisida berdasarkan cara masuknya kedalam serangga (Gandahusada, 1998:248) dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Racun Kontak (*contact poisons*)

Racun kontak adalah insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui kulit, celah atau lubang alami pada tubuh atau langsung mengenai mulut serangga. Serangga akan mati apabila bersinggungan langsung (kontak) dengan insektisida tersebut. Insektisida masuk melalui eksokelat ke dalam badan serangga dengan perantara tarsus (jari-jari kaki) pada waktu istirahat di permukaan yang mengandung residu insektisida. Pada umumnya racun kontak digunakan untuk memberantas serangga yang mempunyai bentuk mulut tusuk isap (Gandahusada, 1998:248).

b. Racun Perut (*stomach poisons*)

Racun perut adalah insektisida yang masuk ke dalam badan serangga melalui mulut, jadi harus dimakan. Biasanya serangga yang diberantas menggunakan insektisida ini mempunyai bentuk mulut menggigit dan bentuk mengisap (Gandahusada, 1998:248).

c. Racun Pernapasan (*fumigants*)

Racun pernapasan adalah insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernapasan (spirakel) dan juga melalui permukaan badan serangga. Insektisida ini dapat digunakan untuk memberantas semua jenis serangga tanpa harus memperhatikan bentuk mulutnya. Penggunaan insektisida ini harus hati-hati sekali terutama bila digunakan untuk pemberantasan serangga di ruang tertutup (Gandahusada, 1998:248).

2.5 Buku Ilmiah Populer

Buku Ilmiah adalah buku yang berisi pemaparan dan penjabaran suatu bidang ilmu pengetahuan. Umumnya di dasarkan pada premise, asumsi, hipotesa, metodologi ilmiah yang digunakan dan pradigma yang jelas (Komarurudin dan Komaruddin dalam Rofiqoh (2012)). Dalam referensi lain, Buku ilmiah populer adalah suatu tulisan sebagai hasil kajian dengan metode ilmiah. Suatu tulisan dapat dikatakan sebagai karya ilmiah jika tulisan tersebut mengandung kebenaran

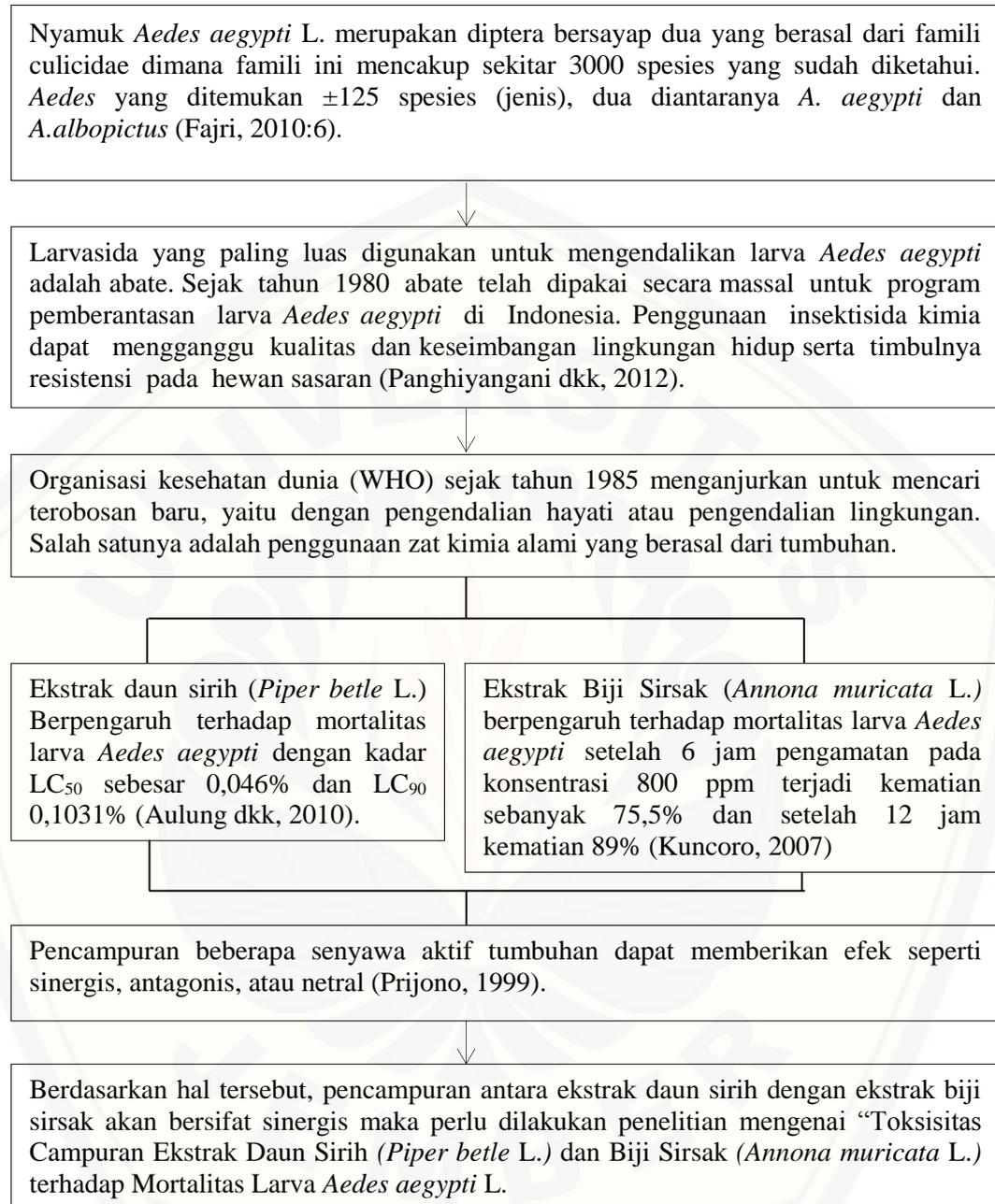
secara objektif yang didukung oleh informasi yang telah diuji kebenarannya (dengan data pengamatan yang tidak subjektif) dan disajikan dengan penalaran serta analisa hingga ke dasar masalah (Lubis, 2004).

Menurut Revolta (2006) dalam Sujarwo (2006), ada beberapa tips yang bisa membantu dalam penyusunan karya ilmiah populer,

1. Pada dasarnya karya ilmiah populer adalah karangan yang mengandung unsur ilmiah berdasarkan fakta yang aktualitasnya tidak mengikat. Yang dipentingkan dalam karya ilmiah populer bukan keindahan bahasanya tapi lebih kepada sisi ilmiahnya (mengajarkan atau menerangkan sesuatu).
2. Jika dalam sebuah kolom, yang ditekankan adalah opini dan pandangan penulisnya, dalam karya ilmiah populer yang lebih ditekankan adalah unsur mendidiknya.
3. Sumber tulisannya diambil dari karya-karya ilmiah akademik yang kaku seperti hasil penelitian, paper, skripsi dan tesis disebarkan ke masyarakat luas dengan bahasa yang sederhana, singkat, dan jelas dalam bentuk karya ilmiah populer ini.
4. Karya ilmiah populer ditulis dengan informasi yang akurat, dimana rujukan atas buku, pandangan pakar dan literatur harus memadai agar tulisan tidak salah dan merugikan pembaca.

Langkah-Langkah Penyusunan Buku Ilmiah adalah 1) Penemuan gagasan menulis; 2) Memperbanyak membaca buku; 3) Memperhatikan fenomena kehidupan; 4) Melakukan survei buku; 5) Mempelajari segmen pembaca; 6) Mendiskusikan topik; 7) Perumusan tulisan. Dalam perumusan tulisan terdapat langkah yaitu 1) Menentukan tema; 2) Menentukan topik; 3) Merumuskan judul; 4) Menyiapkan regangan (outline); 5) Menyiapkan sumber suara; 6) Mulai menulis buku. Dalam menulis buku terdapat langkah sebagai berikut 1) Menggunakan rumusan 4W+1H; 2) Menuliskan gagasan secara tematis; 3) Jangan memikirkan tata bahasa; 4) Menulis tidak selalu dimulai dari bab awal (Rofiqoh, 2012).

2.6 Kerangka Teori



Gambar 2.13 Diagram Kerangka Teori

2.7 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan di atas, maka dugaan sementara dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Besar LC_{50} campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. dalam kisaran konsentrasi 200 sampai 300 ppm.
- b. Besar LC_{50} ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. dalam kisaran konsentrasi 700 sampai 800 ppm.
- c. Besar LC_{50} ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. dalam kisaran konsentrasi 20 sampai 30 ppm.
- d. Buku ilmiah populer mengenai toksisitas campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. layak digunakan sebagai buku bacaan untuk masyarakat.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental laboratoris. Penelitian eksperimental merupakan penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali dan penelitian ini dilakukan di laboratorium. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena kondisi lingkungan yang dibuat homogen atau sama sehingga yang berpengaruh dalam penelitian hanya perlakuan yang diberikan yaitu macam-macam konsentrasi larutan dari ekstrak yang digunakan yaitu ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.), ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L), dan larutan campuran antara dua ekstrak tersebut.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Universitas Jember untuk pembuatan ekstrak etanol daun Sirih (*Piper betle* L.) dan ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) dan juga dilakukan di Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember untuk pemeliharaan larva nyamuk *Aedes aegypti* L. dan uji toksisitas. Penelitian ini dimulai pada bulan Nopember 2015 sampai Mei 2016.

3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah serial konsentrasi campuran ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dan ekstrak biji srikaya (*Annona muricata* L.).

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. pada stadium larva instar III akhir hingga instar IV awal dalam waktu dedah 24 jam.

3.3.3 Variabel Kontrol atau Variabel Terkendali

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah keadaan larva uji dengan umur yang sama, waktu pengujian, suhu dan kelembapan.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, blender untuk membuat serbuk daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.), gelas beaker dan pengaduk, pipet tetes, toples, *rotary evaporator* untuk mengekstrak bahan yang telah dijadikan serbuk, neraca *ohaus* untuk mengukur berat ekstrak, ember, dan gelas plastik kecil dengan ukuran sama, bak plastik untuk tempat pemeliharaan larva uji, higrometer.

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) yang akan dibuat ekstrak, etanol 97% untuk maserasi ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.), larva nyamuk *Aedes aegypti* L. Instar III akhir sampai instar IV awal, kertas saring, air sumur sebagai habitat larva uji, dan pakan ikan takari untuk makan larva uji saat pemeliharaan.

3.5 Definisi Operasional

- a. Toksisitas adalah kemampuan suatu zat untuk menimbulkan kematian pada organisme hidup.
- b. Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlukan sedemikian rupa hingga memenuhi standar baku yang ditetapkan.
- c. Campuran ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati menggunakan pelarut yang sesuai dari dua tanaman yang digunakan dalam penelitian.

- d. Mortalitas adalah kematian individu-individu selama kurun waktu tertentu dalam suatu populasi yang dihitung dalam persentase. Pada penelitian ini adalah jumlah larva nyamuk *Aedes aegypti* L. (larva instar III akhir sampai instar IV awal) yang mati dengan masa dedah 24 jam.
- e. Kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* L. dinilai dengan melihat aktivitas gerak larva yaitu dengan menyentuh larva dengan lidi yang lentur. Apabila tidak ada reaksi atau gerakan berarti larva telah mati.
- f. Larva nyamuk *Aedes aegypti* L. adalah serangga pradewasa dari nyamuk *Aedes aegypti* L. yang bentuknya sangat berbeda dengan nyamuk dewasa dan merupakan fase aktif makan dan bergerak dalam siklus hidup serangga, dimana yang menjadi makanannya adalah bahan-bahan organik terlarut air dan mikroorganisme lainnya dan mengalami 4 kali pergantian kulit (*molting*).

3.6 Jumlah dan Kriteria Sampel

- a. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian 1260 ekor larva nyamuk *Aedes aegypti* L. untuk uji pendahuluan sebanyak 360 larva nyamuk dan uji akhir menggunakan 900 larva. Setiap perlakuan uji menggunakan 20 ekor larva uji.
- b. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu larva nyamuk *Aedes aegypti* L. stadium akhir instar III sampai instar IV awal, dimana pengambilan sampel dilakukan dengan cara menghomogenkan larva nyamuk *Aedes aegypti* L. instar II akhir sampai instar IV awal dan dilakukan identifikasi sifon (alat pernafasaan panjang langsing berwarna hitam).

3.7 Desain Penelitian

3.7.1 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan serial konsentrasi yang digunakan pada pengujian akhir. Dalam uji pendahuluan ini konsentrasi ekstrak campuran daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji sirsak (*Annona muricata* L.) yang digunakan adalah 10 ppm, 50 ppm, dan 100 ppm serta digunakan aquadest sebagai kontrol. Komposisi campuran ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dan biji

Sirsak (*Annona muricata* L.) yang digunakan yaitu perbandingan 1:1 pada masing-masing serial konsentrasi dimasukkan 20 ekor larva nyamuk kemudian diamati jumlah larva yang mati. Selanjutnya dilakukan pula uji pendahuluan untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan konsentrasi yang digunakan adalah 300 ppm, 500 ppm, 800 ppm, 1000 ppm, 1300 ppm, dan 1500 ppm. Terakhir dilakukan uji pendahuluan untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) dan konsentrasi yang digunakan adalah 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, dan 60 ppm.

3.7.2 Desain Uji Akhir

Desain penelitian ini menggunakan rancang acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 kali ulangan yang terdiri dari 3 perlakuan, masing-masing menggunakan 20 ekor larva *Aedes aegypti* L. dalam masa dedah 24 jam.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Uji Akhir Toksisitas Campuran Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dan Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata*) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. dengan jumlah larva 20 ekor dalam waktu dedah 24 jam.

Perlakuan	Mortalitas Larva (%)		
	1	2	3
K-	K-U1	K-U2	K-U3
K+	K+ U1	K+ U2	K+ U3
EC1	EC1U1	EC1U2	EC1U3
EC2	EC2U1	EC2U2	EC2U3
EC3	EC3U1	EC3U2	EC3U3
EC4	EC4U1	EC4U2	EC4U3
EC5	EC5U1	EC5U2	EC5U3
EC6	EC6U1	EC6U2	EC6U3

Keterangan :

K- : Kontrol akuades + 0,1% tween 80

K+ : Kontrol akuades + 100 ppm abate

EC : Ekstrak Campuran Daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L.)

- EC1 : Konsentrasi 30 ppm
 EC2 : Konsentrasi 50 ppm
 EC3 : Konsentrasi 100 ppm
 EC4 : Konsentrasi 200 ppm
 EC5 : Konsentrasi 300 ppm
 EC6 : Konsentrasi 400 ppm

Selain pengujian ekstrak campuran juga dilakukan perbandingan LC₅₀ dengan ekstrak tunggal. Oleh karena itu juga dilakukan uji akhir terhadap ekstrak tunggal daun Sirih (*Piper betle* L.) maupun biji Sirsak (*Annona muricata* L.). Berikut merupakan rancangan uji akhir ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* L.

Tabel 3.2 Rancangan Penelitian Uji Akhir Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. dengan jumlah larva 20 ekor dalam waktu dedah 24 jam.

Perlakuan	Mortalitas Larva (%)		
	1	2	3
K-	K-U1	K-U2	K-U3
K+	K+ U1	K+ U2	K+ U3
ES1	ES1U1	ES1U2	ES1U3
ES2	ES2U1	ES2U2	ES2U3
ES3	ES3U1	ES3U2	ES3U3
ES4	ES4U1	ES4U2	ES4U3
ES5	ES5U1	ES5U2	ES5U3

Keterangan :

- K- : Kontrol akuades + 0,1% tween 80
 K+ : Kontrol akuades + 100 ppm abate
 ES : Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.)
 ES1 : Konsentrasi 300 ppm
 ES2 : Konsentrasi 600 ppm
 ES3 : Konsentrasi 900 ppm
 ES4 : Konsentrasi 1200 ppm
 ES5 : Konsentrasi 1500 ppm

Tabel 3.3 Rancangan Penelitian Uji Akhir Toksisitas Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. dengan jumlah larva 20 ekor dalam waktu dedah 24 jam.

Perlakuan	Mortalitas Larva (%)		
	1	2	3
K-	K-U1	K-U2	K-U3
K+	K+ U1	K+ U2	K+ U3
ES1	ES1U1	ES1U2	ES1U3
ES2	ES2U1	ES2U2	ES2U3
ES3	ES3U1	ES3U2	ES3U3
ES4	ES4U1	ES4U2	ES4U3
ES5	ES5U1	ES5U2	ES5U3

Keterangan :

- K- : Kontrol akuades + 0,1% tween 80
- K+ : Kontrol akuades + 100 ppm abate
- ES : Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L.)
- ES1 : Konsentrasi 20 ppm
- ES2 : Konsentrasi 30 ppm
- ES3 : Konsentrasi 40 ppm
- ES4 : Konsentrasi 50 ppm
- ES5 : Konsentrasi 60 ppm

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Sterilisasi Alat dan Persiapan Larva Uji

a. Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat bertujuan untuk mensterilkan semua peralatan agar terbebas dari sisa-sisa bahan kimia dan mikroorganisme lainnya dan proses sterilisasi dilakukan dengan menggunakan sabun cair untuk membersihkan semua peralatan. Alkohol untuk mensterilkan meja tempat untuk penelitian.

b. Persiapan Larva Uji

Pada kegiatan ini larva uji melewati tahap pemeliharaan dan tahap identifikasi larva uji yang dijelaskan sebagai berikut.

1) Tahap Pemeliharaan

Pada tahap ini larva diberi pakan ikan takari 6 butir setiap hari yang sebelumnya telah dihaluskan menggunakan mortal. Pemberian pakan ini dilakukan dengan menaburkan pada bagian-bagian pojok bak untuk menjaga salinitas air dalam bak pemeliharaan. Selain itu, tiap hari larva diamati proses pergantian kulitnya sehingga dapat ditentukan stadium larvanya dengan menghilangkan lapisan dengan menghilangkan lapisan yang terbentuk di bagian permukaan air loyang dengan menggunakan pipet dan kertas saring. Pengamatan ini dilakukan setiap hari sebelum memberi pakan larva. Larva ini dipelihara sampai instar III akhir sampai instar IV awal dan siap digunakan sebagai larva uji dimana larva yang digunakan dan terseleksi homogen adalah larva dengan kriteria sehat yang dapat ditentukan dengan gerakannya yang lincah pada stadium instar III akhir sampai instar IV awal.

2) Tahap identifikasi larva uji

Tahap identifikasi larva uji dilakukan melalui pengamatan secara makroskopis yaitu dengan melihat fase istirahat larva dan secara mikroskopis dengan melihat morfologi larva yang meliputi warna, bentuk, ukuran dan duri-duri tebal dengan perbesaran 100 kali.

3.8.2 Pembuatan Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L.).

Tahap pembuatan ekstrak daun sirih diawali dengan persiapan pemilihan daun sirih yang diperoleh dari Pasar Tanjung Jember dengan cara menyortir yaitu memilih daun yang tidak rusak, tidak ada ulatnya, tidak berbecak kuning dan sudah mekar penuh serta berwarna hijau. Pembuatan ekstrak biji Sirsak diawali dengan persiapan pemilihan biji Sirsak yang diperoleh dari pedagang jus buah di sekitar area Kampus UNEJ dengan cara memilih biji yang tidak rusak dan tidak kering. Pembuatan dari dua bahan tersebut kurang lebih sama. Pembuatan ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dan biji sirsak (*Annona muricata* L.) dijelaskan sebagai berikut.

- a. Mencari daun Sirih dan biji Sirsak yang masih segar, kemudian disortir untuk mencari daun yang tidak rusak dan sudah mekar sempurna serta tidak terlalu tua. Setelah itu ditimbang dan dicuci bersih dalam bak besar. Setelah dicuci dicacah dan dikeringanginkan.
- b. Dikeringanginkan selama 7 hari sampai benar-benar kering tidak ada kandungan airnya, setelah itu dioven untuk memastikan benar-benar kering selama 2-3 jam. Kemudian diblender menggunakan blender kering hingga menjadi serbuk.
- c. Menimbang serbuk sebanyak 150 gram dan memasukkan ke dalam tabung erlenmeyer. Kemudian ditambahkan etanol 97% sebanyak 450 ml, diaduk sampai homogen dengan menggunakan spatula dan ditutup dengan alumunium foil.
- d. Tabung erlenmeyer yang berisi larutan Sirih atau Sirsak tersebut dimasukkan dalam alat Ultrasonik yang bekerja dengan metode sonikasi selama 3 jam untuk dimaserasi.
- e. Hasil maserasi disaring dengan menggunakan corong *Buchner* yang dialasi dengan kertas saring agar endapan sirih tidak ikut kembali.
- f. Hasil saringan diatas kemudian dimasukkan dalam labu destilasi dan dirangkai sedemikian rupa dengan alat *Rotary Evaporator* untuk memisahkan etanol dengan ekstrak sirih sehingga dihasilkan ekstrak Sirih murni atau ekstrak biji Sirsak murni. Mengatur suhu 50°C dan RPM (Revolutions Per Menit) 90 , dan menunggu selama kurang lebih 3 jam untuk menguapkan ethanol 97% tadi.
- g. Ekstrak yang telah berhasil dibuat dipindahkan dalam gelas beaker 100 ml dan dibungkus dengan alumunium foil dan disimpan di dalam lemari es yang siap digunakan sebagai larvasida.

3.8.3 Tahap Uji Pendahuluan

Tahap uji pendahuluan dilakukan 3 uji, uji dengan ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.), uji dengan ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) dan uji campuran antara ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan biji Sirsak (*Annona muricata* L.).

a. Uji ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.)

- 1) Mengisi 6 gelas aqua dengan air sebanyak 100 ml air dengan ekstrak daun sirih 300 ppm, 500 ppm, 800 ppm, 1000 ppm, 1300 ppm, dan 1500 ppm. Pembuatan serial konsentrasi ini dimulai dari menimbang ekstrak daun sirih sebanyak 1 gram yang dilarutkan dalam 1 liter akuades dan menjadi stok, setelah itu mengisi masing-masing gelas uji dengan stok dicampurkan kembali dengan akuades. Pencampuran untuk konsentrasi 300 ppm (30 ml ekstrak+70 ml akuades) sehingga dalam gelas uji terdapat 100 ml larutan ekstrak dan pencampuran ini ditetapkan untuk semua konsentrasi dalam uji ini.
- 2) Memasukkan secara perlahan 20 ekor larva uji menggunakan pipet ke dalam tiap larutan konsentrasi, kemudian ditutup dengan menggunakan kain tile/kasa.
- 3) Melakukan pengamatan terhadap jumlah larva yang mati dengan cara menyentuh batang lidi lentur dengan larva uji dan diamati pergerakannya. Pengamatan dilakukan selama 24 jam.
- 4) Mencatat jumlah larva yang mati.

b. Uji ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.)

- 1) Mengisi 5 gelas aqua dengan air sebanyak 100 ml, dengan ekstrak biji sirsak 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm. Pembuatan serial konsentrasi ini dimulai dari menimbang ekstrak biji Sirsak sebanyak 1 gram yang dilarutkan dalam 1 liter akuades dan menjadi stok, setelah itu mengisi masing-masing gelas uji dengan stok dicampurkan kembali dengan akuades. Pencampuran untuk konsentrasi 10 ppm (1 ml ekstrak+99 ml akuades) sehingga dalam gelas uji terdapat 100 ml larutan ekstrak dan pencampuran ini ditetapkan untuk semua konsentrasi dalam uji ini.
- 2) Memasukkan secara perlahan 20 ekor larva uji menggunakan pipet ke dalam tiap larutan konsentrasi, kemudian ditutup dengan menggunakan kain tile/kasa.

- 3) Melakukan pengamatan terhadap jumlah larva yang mati dengan cara menyentuh batang lidi lentur dengan larva uji dan diamati pergerakannya. Pengamatan dilakukan selama 24 jam.
 - 4) Mencatat jumlah larva yang mati.
- c. Uji ekstrak campuran daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan biji Sirsak (*Annona muricata* L.)
- 1) Mengisi 6 gelas aqua dengan air sebanyak 100 ml dengan campuran ekstrak daun sirih dan biji sirsak dengan perbandingan 1:1. Konsentrasi yang digunakan yaitu 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm. Pembuatan serial konsentrasi ini dimulai dari menimbang ekstrak daun sirih sebanyak 1 gram yang dilarutkan dalam 1 liter akuades dan menjadi stok, setelah itu mengisi masing-masing gelas uji dengan stok dicampurkan kembali dengan akuades. Pencampuran untuk konsentrasi 50 ppm (5 ml ekstrak+95 ml akuades) sehingga dalam gelas uji terdapat 100 ml larutan ekstrak dan pencampuran ini ditetapkan untuk semua konsentrasi dalam uji ini.
 - 2) Memasukkan secara perlahan 20 ekor larva uji menggunakan pipet ke dalam tiap larutan konsentrasi, kemudian ditutup dengan menggunakan kain tile/kasa.
 - 3) Melakukan pengamatan terhadap jumlah larva yang mati dengan cara menyentuh batang lidi lentur dengan larva uji dan diamati pergerakannya. Pengamatan dilakukan selama 24 jam.
 - 4) Mencatat jumlah larva yang mati.

3.8.4 Tahap uji akhir dijelaskan sebagai berikut, yaitu:

Pada tahap uji akhir penentuan konsentrasi yang digunakan dengan melihat hasil uji pendahuluan. Data yang didapat dari uji akhir akan dilakukan analisis. Pada tahap uji akhir ini menggunakan larva uji dengan jumlah 20 ekor dan dilakukan 3 kali pengulangan pada masing-masing konsentrasi. Langkah-langkah uji akhir sebagai berikut.

a. Uji ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.)

- 1) Mengisi 15 gelas aqua dengan air sebanyak 100 ml dengan ekstrak daun Sirih dengan konsentrasi 300 ppm, 600 ppm, 900 ppm, 1200 ppm, dan 1500 ppm. Pembuatan serial konsentrasi ini dimulai dari menimbang ekstrak daun sirih sebanyak 1 gram yang dilarutkan dalam 1 liter akuades dan menjadi stok, setelah itu mengisi masing-masing gelas uji dengan stok dicampurkan kembali dengan akuades. Pencampuran untuk konsentrasi 300 ppm (30 ml ekstrak+70 ml akuades) sehingga dalam gelas uji terdapat 100 ml larutan ekstrak dan pencampuran ini ditetapkan untuk semua konsentrasi dalam uji ini.
- 2) Memasukkan secara perlahan 20 ekor larva uji menggunakan pipet ke dalam tiap larutan konsentrasi, kemudian ditutup dengan menggunakan kain tile/kasa.
- 3) Melakukan pengamatan terhadap jumlah larva yang mati dengan cara menyentuhkan batang lidi lentur dengan larva uji dan diamati pergerakannya. Pengamatan dilakukan selama 24 jam.
- 4) Mencatat jumlah larva yang mati dan menentukan LC50 menggunakan analisis Probit.

b. Uji ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.)

- 1) Mengisi 15 gelas aqua dengan air sebanyak 100 ml dengan ekstrak biji Sirsak 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm. Pembuatan serial konsentrasi ini dimulai dari menimbang ekstrak biji Sirsak sebanyak 1 gram yang dilarutkan dalam 1 liter akuades dan menjadi stok, setelah itu mengisi masing-masing gelas uji dengan stok dicampurkan kembali dengan akuades. Pencampuran untuk konsentrasi 10 ppm (1 ml ekstrak+99 ml akuades) sehingga dalam gelas uji terdapat 100 ml larutan ekstrak dan pencampuran ini ditetapkan untuk semua konsentrasi dalam uji ini.
- 2) Memasukkan secara perlahan 20 ekor larva uji menggunakan pipet ke dalam tiap larutan konsentrasi, kemudian ditutup dengan menggunakan kain tile/kasa.

- 3) Melakukan pengamatan terhadap jumlah larva yang mati dengan cara menyentuh batang lidi lentur dengan larva uji dan diamati pergerakannya. Pengamatan dilakukan selama 24 jam.
 - 4) Mencatat jumlah larva yang mati dan menentukan LC50 menggunakan analisis Probit.
- c. Uji ekstrak campuran daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan biji Sirsak (*Annona muricata* L.)
- 1) Mengisi 15 gelas aqua dengan air sebanyak 100 ml dengan campuran ekstrak daun Sirih dan biji Sirsak dengan perbandingan 1:1 dengan konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, dan 400 ppm. Konsentrasi yang digunakan yaitu 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm. Pembuatan serial konsentrasi ini dimulai dari menimbang ekstrak daun sirih sebanyak 1 gram yang dilarutkan dalam 1 liter akuades dan menjadi stok, setelah itu mengisi masing-masing gelas uji dengan stok dicampurkan kembali dengan akuades. Pencampuran untuk konsentrasi 50 ppm (5 ml ekstrak+95 ml akuades) sehingga dalam gelas uji terdapat 100 ml larutan ekstrak dan pencampuran ini ditetapkan untuk semua konsentrasi dalam uji ini.
 - 2) Memasukkan secara perlahan 20 ekor larva uji menggunakan pipet ke dalam tiap larutan konsentrasi, kemudian ditutup dengan menggunakan kain tile/kasa.
 - 3) Melakukan pengamatan terhadap jumlah larva yang mati dengan cara menyentuh batang lidi lentur dengan larva uji dan diamati pergerakannya. Pengamatan dilakukan selama 24 jam.
 - 4) Mencatat jumlah larva yang mati dan menentukan LC50 menggunakan analisis Probit.

3.9 Penyusunan dan Uji Validasi Buku Ilmiah Populer

Penyusunan Buku Ilmiah Populer sebagai buku bacaan bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada masyarakat awam tentang manfaat tanaman yang terdapat disekelilingnya dapat digunakan sebagai insektisida botani, misalnya tanaman yang mengandung larvasida yang dapat membasmi nyamuk *Aedes aegypti* L. Penyusunan buku ilmiah populer sebagai buku bacaan ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut.

1) Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan dalam menyusun karya ilmiah populer adalah studi teori-teori dari literatur yang digunakan sebagai bahan dalam pembuatan karya ilmiah populer yang terkait dengan hasil penelitian.

2) Pengembangan Buku Ilmiah Populer

Pengembangan buku ilmiah populer ini adalah terkait dengan penentuan struktur buku ilmiah populer serta desain yang digunakan di dalam buku bacaan. Adapun Buku Ilmiah Populer yang dibuat disusun sebagai berikut.

- a. Halaman judul
- b. Kata pengantar
- c. Daftar isi
- d. Bagian isi, terdiri dari uraian mengenai tanaman Sirih dan tanaman Sirsak
- e. Kesimpulan
- f. Daftar pustaka

3) Validasi Buku Ilmiah Populer

Validasi dilakukan untuk memberikan penilaian terhadap buku bacaan yang merupakan buku ilmiah populer sehingga dihasilkan karya buku yang baik dan layak sebagai bacaan masyarakat. Validasi dilakukan oleh 2 orang validator yang meliputi Dosen ahli media dan Dosen ahli materi dari Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember.

4) Revisi Produk

Produk yang dikembangkan perlu adanya masukan-masukan dan saran dari validator sehingga revisi produk dilakukan dengan memperhatikan masukan

dan saran tersebut supaya buku ilmiah yang dikembangkan dapat menjadi buku bacaan yang baik dan layak digunakan oleh masyarakat.

3.10 Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Toksisitas campuran ekstrak dengan berbagai konsentrasi pelarut etanol terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* L. diketahui dengan menyentuh pipet tetes pada larva, jika tidak bergerak maka larva mati. Sebaliknya bila larva bergerak larva masih hidup.
- b. Pengamatan kerusakan tubuh larva setelah perlakuan dilakukan dengan memberikan tetesan eosin terhadap larva nyamuk. Secara kimia bila ditetesi larutan eosin tubuhnya berwarna transparan karena sel-sel tubuh nyamuk yang mati tidak dapat menyerap warna. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop.

3.11 Analisis Data

Terdapat beberapa hal yang dianalisis dalam penelitian ini, yaitu.

- a. Untuk mengetahui persentase mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. akibat toksisitas campuran ekstrak daun Sirih dan biji Sirsak dikoreksi menggunakan rumus Abbot (Busvine dalam Setiawati, 2007:170) sebagai berikut.

$$P = \frac{Po - Pc}{100 - Pc} \times 100\%$$

Keterangan :

- P : persentase banyaknya larva *Aedes aegypti* L. yang mati setelah dikoreksi.
- Po : persentase banyaknya larva *Aedes aegypti* L. yang mati karena perlakuan.
- Pc : persentase banyaknya larva *Aedes aegypti* L. yang mati pada kontrol (mortalitas alami).
- b. Untuk menentukan nilai LC₅₀ 24 jam dari serial konsentrasi campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan ekstrak biji Sirsak (*Annona muricata* L.) digunakan analisis probit dengan *software* yang digunakan adalah *Minitab 14*.

- c. Untuk mengetahui sifat campuran digunakan rumus berikut (Chou dan Talalay 1984):

$$IK + \frac{LC_x^1(\text{cm})}{LC_x^1} + \frac{LC_x^2(\text{cm})}{LC_x^2} + \left[\frac{LC_x^1(\text{cm})}{LC_x^1} \times \frac{LC_x^2(\text{cm})}{LC_x^2} \right]$$

LCx1 dan LCx2 adalah masing-masing LCx ekstrak daun Sirih dan biji Sirsak yang diujikan pada pengujian terpisah; LCx1 (cm) dan LCx2 (cm) masing-masing LCx ekstrak T. daun Sirih dan biji Sirsak yang dalam campuran yang mengakibatkan mortalitas x (misal 50% dan 95%). Nilai LCx tersebut diperoleh dengan cara mengalikan LCx(cm) campuran dengan proporsi konsentrasi ekstrak dalam campuran. Kategori sifat interaksi campuran adalah sebagai berikut. (a) bila $IK < 0,5$, komponen campuran bersifat sinergistik kuat; (b) bila $0,5 \leq IK \leq 0,77$, komponen campuran bersifat sinergistik lemah; (c) bila $0,77 < IK \leq 1,43$, komponen campuran bersifat aditif; (d) bila $IK > 1,43$, komponen campuran bersifat antagonistik (Susanto dan Prijono, 2015).

- d. Analisis Buku Ilmiah Populer

Buku ilmiah populer yang dikembangkan sebagai buku bacaan bagi masyarakat umum ini sampel yang digunakan harus mewakili keberagaman masyarakat yang ada. Buku ilmiah ini divalidasi oleh 2 orang validator diantaranya Dosen ahli media dan Dosen ahli materi dari Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember. Penilaian produk hasil penelitian dengan rentang skor 1 sampai 4 dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut.

Tabel 3.4 Komponen Kelayakan Isi Produk Buku Ilmiah Populer

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	1. Kejelasan tujuan penyusunan buku				
	2. Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku				
	3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku				
	4. Kejelasan materi				
B. Akurasi materi	5. Akurasi fakta dan data				
	6. Akurasi konsep/teori				
	7. Akurasi gambar atau ilustrasi				

C. Kemuktahiran materi	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					

Keterangan penilaian:

- 1 : Tidak Valid
- 2 : Kurang Valid
- 3 : Valid
- 4 : Sangat Valid

Tabel 3.5 Komponen Kelayakan Penyajian Produk Buku Ilmiah Populer

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Teknik penyajian	10. Konsistensi sistematika sajian				
	11. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				
B. Pendukung penyajian materi	12. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				
	13. Pembangkit motivasi pembaca				
	14. Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar				
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian					
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

(Sumber : Diadaptasi dari Puskurbuk (2013))

Keterangan penilaian:

- 1 : Tidak Valid
- 2 : Kurang Valid
- 3 : Valid
- 4 : Sangat Valid

Untuk mengetahui kelayakan produk buku ilmiah populer, maka skor yang diperoleh dikonversi ke dalam bentuk sebagai berikut.

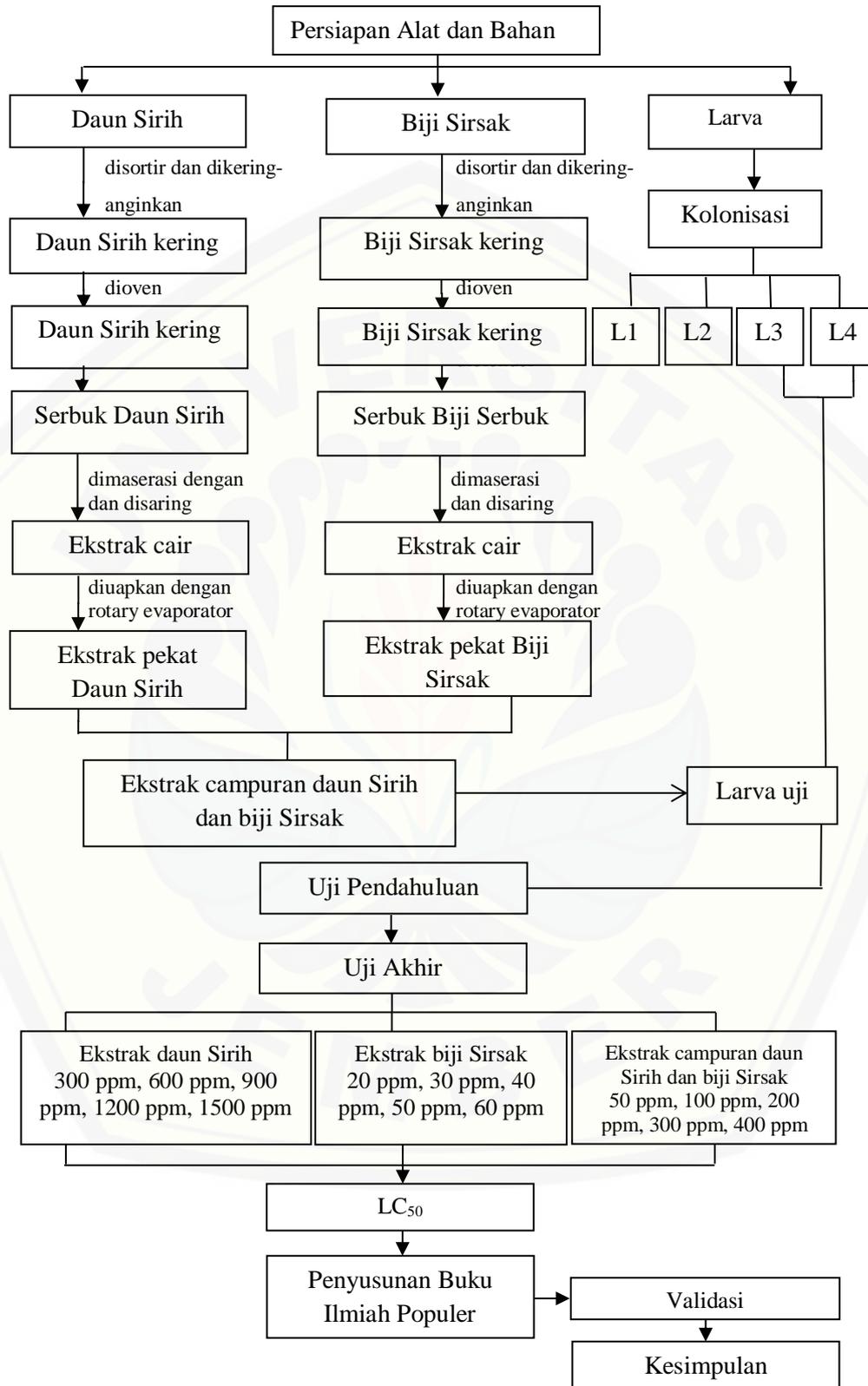
$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Selanjutnya nilai yang diperoleh diubah menjadi data kuantitatif deskriptif menggunakan kriteria validitas pada Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.6 Kriteria evaluasi buku panduan lapang

Kualifikasi	Nilai	Keputusan
Tidak layak	25-43	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk
Kurang layak	44-62	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan produk untuk disempurnakan
Layak	63-81	Produk dapat dilanjutkan dengan menambahkan hal-hal yang kurang, melakukan pertimbangan-pertimbangan tertentu, serta penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak mendasar
Sangat layak	82-100	Produk baru siap dimanfaatkan di lapangan sebenarnya sebagai bahan bacaan

3.12 Diagram Alur Penelitian



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai toksisitas campuran ekstrak etanol daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Besarnya LC₅₀ campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. sebesar 201,5 ppm dalam waktu dedah 24 jam.
- b. Besarnya LC₅₀ ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. sebesar 704,07 ppm dalam waktu dedah 24 jam.
- c. Besarnya LC₅₀ biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. sebesar 24,8 ppm dalam waktu dedah 24 jam.
- d. Buku ilmiah populer tentang Toksisitas campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) layak digunakan sebagai panduan masyarakat untuk menanggulangi penyebab terjadinya penyakit Demam Berdarah yang disebabkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* L.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka saran yang dapat disampaikan sebagai berikut.

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi perbandingan antara ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.).
- b. Perlu dilakukan uji KLT pada campuran ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan biji Sirsak (*Annona muricata* L.) untuk mengetahui persentase senyawa aktif pada berat tertentu dalam ekstrak daun Sirih dan biji Sirsak.
- c. Perlu dianalisis terbentuknya senyawa-senyawa larvasida baru dari pencampuran ekstrak daun Sirih dan biji Sirsak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adifian, H. Isyak dan R.I. Ane. 2013. Kemampuan Adaptasi Nyamuk *Aedes Aegypti* Dan *Aedes Albopictus* Dalam Berkembang Biak Berdasarkan Jenis Air. *Jurnal Bagian Kesehatan Lingkungan*.
- Aini, Q. 2012. Efek pemberian ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Perubahan hitung jenis leukosit darah tepi tikus wistar Jantan yang dipapar candida albicans secara intrakutan. *Skripsi S1 Kedokteran Gigi*. Jember. Universitas Jember.
- Aulung, A., Christian, dan Ciptaningsih. 2010. Daya Larvasida Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L) terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Majalah Kedokteran FK UKI*. 28(1).
- Armianty, D.T. H. 2013. Efektifitas Anti Bakteri Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn) terhadap Bakteri *Enterococcus faecalis* (penelitian in vitro). *Skripsi*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Borrer, D.J: Triplehom, A.C, & Jhonson, N.F. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Brown, H.W. 1979. *Dasar Parasitologi Klinis. (Edisi Ketiga). Terjemahan Rukmono*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Cania, A.B., dan E. Setyaningrum. 2013. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Legundi (*Vitex trifolia*) terhadap Larva *Aedes aegypti* L. *Medical Journal of Lampung University*. 2 (4)
- Chou, J. T., Chou, T. C., Talalay, P. 1984. Conservation of Laboratory Animals by Improved Experimental Design, Generalized Equations and Computer Analysis, *Fed Proc* 43:576
- Dewi, D.P. 2014. Toksisitas Granula Ekstra Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. S1 tidak dipublikasikan. Jember: Universitas Jember
- Fais & Saifullah. 2014. Makalah Tanaman Sirih (*Piper betle*). [serial online]. <http://faiezblo.blogspot.com/2014/05/makalah-tanamansirih-piper-betle-l-oleh.html> [29 Maret 2015]

- Fajri, S. 2010. *Toksisitas Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L.* Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H.P.S., dan Becker, K. 2002. The Biological Action of Saponin in Animal Systems: A Review. *Journal of Nutrition*. 88: 587-605
- Gama, Z.P., B. Yanuwadi, dan T.H. Kurniati. 2010. Strategi Pemberantasan Nyamuk Aman Lingkungan Potensi *Bacillus thuringiensis* Isolat Madura Sebagai Musuh Alami Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. 1 (1)
- Gandahusada, S., H.H.D. Ilahude dan W. Pribadi. 1998. *Parasitologi Kedokteran*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Hadi, H.M., U. Tarwotjo dan R. Rahadjan. 2009. *Biologi Insekta Entomologi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hasan. 2015. *Akhir Era Abatisasi*. Makassar: Tribun News. <http://makassar.tribunnews.com/2012/05/24/akhir-era-abatisasi>. [Diakses tanggal 01 Maret 2016].
- Isnaeni, N. 2006. Ketahanan Dan Pengaruh Fitotoksisitas Campuran Ekstrak *Piper retrofractum* & *Annona squamosa* pada Pengujian Semi Lapang. Skripsi S1 Fakultas Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- ITIS. 2015. ITIS Report. http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=126240 [20 Januari 2016]
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kaihena, M., V. Lalihatu dan M. Nindatu. 2011. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* Sp. Dan *Culex*. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan MOLLUCA MEDICA*. 1979-6358
- Kardinan, A. 2000. *Pestisida Nabati Ramuan & Aplikasi*. Jakarta: Penerbit Sriwijaya.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2012. *Pedoman penggunaan insektisida (pestisida) dalam pengendalian vektor*. [serial online]. <http://pppl.depkes.go.id/asset/download/Buku%20PEDOMAN%20PENGUNAAN%20INSEKTISIDA.pdf> [29 MARET 2015]

- Kusumaningrum, V. 2007. Perbedaan Toksisitas Ekstrak Daun Serai Wangi (*Andropogon nardus* L.) dengan Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L.. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Leny, M .P. 2016. Aktivitas Antioksidan Suplemen Herbal Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.): Kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 4 No 1 p.283-290.
- Lestari, S. 2011. *Efektivitas Ekstrak daun Mojo (Aegle marmelos L.) terhadap Kematian Larva Aedes aegypti Instar III*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta [Skripsi]
- Lubis, S. 2004. Teknik Penulisan Ilmiah Populer. [serial online]. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/37777/1/komunikasi-suwandi%20lbs2.pdf>. [8 Maret 2016]
- Marianti. 2014. *Pengaruh granul ekstrak daun sirih (Piper betle linn) Terhadap Mortalitas Larva Aedes aegypti*. [serialonline]. <https://www.scribd.com/doc/250234949/marianti-01-211-6443> [22 Agustus 2015]
- Mulyatno, 2011, *Keracunan Akut Pestisida*, Jakarta: Widya Medika.
- Nurdian, Y. 2003. *Diklat Entomology Kedokteran Aspek Hospes, Agen, Vector dan Lingkungan pada Inveksi Virus Dengue*. Labolatorium Parasitology Program Studi Pendidikan Dokter: Universitas Jember.
- Nurhidayati, L. Y. Desmiaty, S. Mariani. 2012. Penetapan Kadar Eugenol dalam Minyak Atsiri dari Daun Sirih Merah (*Piper cf fragile* Benth.) dan Sirih Hijau (*Piper betle* L.) secara Kromatografi Gas. Seminar Nasional POKJANAS TOI XLII
- Palgunadi, B.U & Rahayu, A. 2011. *Aedes aegypti* Sebagai Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue. *Jurnal*. 2(1)
- Panghiyanganing, R., L. Marlinae, Yuliana, Fauzi, D. Noor, Anggriyana. 2012. Efek Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica val.*) sebagai larvasida *Aedes aegypti* vektor penyakit demam dengue dan demam berdarah dengue di kota Banjarbaru. *Jurnal Epidemiologi dan Penyakit Bersumber Binatang*. Vol. 4 No.1

- Parwata, I. M. O. A., Sri, I M. S., I. Ayu A. W. 2011. Aktivitas Larvasida Minyak Atsiri Pada Daun Sirih (*Piper Betle* Linn) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kimia*. 5 (1): 88-93.
- Plantamor. 2016 <http://www.plantamor.com/index.php?plant=106> [20 Januari 2016]
- Prasetyo, S. Vincentius. 2005. *Pengaruh Penambahan Tween 80, Dekstrin, dan minyak Kelapa pada Pembuatan Kopi Instan Menggunakan Metode Pengerings Busa*. Bandung: Univerisyas Katolik Parahyangan.
- Prasetyorini, Moerfiah, S. Wardatun, dan Z. Rusli. 2014. Potensi antioksidan berbagai sediaan buah sirsak [*Annona muricata* Linn]. *Penel Gizi Makan*. Vol. 37 (2): 137-144
- Pritari, A. R. 2013. Uji Larvasida Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap Larva *Aedes aegypti* (Dalam Pelarutan n-HEKSANA, KLOOROFORM DAN METANOL). Jember : Universitas Negeri Jember [SKRIPSI].
- Puspasari, V.G. 2014. Toksisitas Granula Ekstra Biji Srikaya (*Annona squamosa* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. S1 tidak dipublikasikan. Jember: Universitas Jember.
- Ridha, R. 2011. Larva *Aedes aegypti* Toleran terhadap Temepos di Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Vektora* Vol. III No. 2
- Rofiqoh, I. 2012. Teknik Penulisan Buku Ilmiah. [serial online]. <https://www.iradinarofiqoh.com/doc/teknikpenulisanbukuiilmiah.html> [8 Maret 2016]
- Rosmayanti, K. 2014. *Uji Efektifitas Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) sebagai Larvasida pada Larva *Aedes aegypti* Instar III/IV*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah [Skripsi]
- Sayono, D. Syaifuddin, dan D. Sumanto. 2012. Distribusi Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Insektisida Sipermetrin di Semarang. *LPPM UNIMUS*
- Sitiqoniat. 2013. *Chapter II*. <://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/115/jtptunimus-gdl-sitiqoniat-5714-3-babii.pdf> [28 Juli 2015]
- Suhara. 2010. Pengantar tentang Enzim. <http://upi.ac.id> diakses pada tanggal 15 Juli Januari 2016.

- Supartha, I. W. 2008. *Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, Aedes aegypti (Linn.) dan Aedes albopictus (Skuse)(Diptera: Culicidae)*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Soegijanto, S. 2004. *Kumpulan Makalah Penyakit Tropis dan Infeksi di Indonesia*. Surabaya: Airlangga
- Taslimah. 2014. *Uji Efikasi Ekstrak Biji Srikaya (Annona squamosa L.) Sebagai Bioinsektisida dalam Upaya Integrated Vector Management Terhadap Aedes aegypti*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah [Skripsi].
- Tjitrosoepomo, G. 2010. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Wahyuni, D. 2013. Granulasi Senyawa Toksin untuk Memberantas Larva Nyamuk Aedes aegypti. *Abstrak dan Executive Summary*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Jember.
- Widodo, F. 2010. Karakterisasi Morfologi Beberapa Aksesori Tanaman Srikaya (Annona squamosa L.) di Daerah Sukolilo, Pati, Jawa Tengah. Surakarta: Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Zuhud, A. M. 2011. *Bukti Kedahsyatan Sirsak Menumpas Kanker*. Jakarta : PT Agromedia Pustaka.



LAMPIRAN A. MATRIKS PENELITIAN

Judul	Latar belakang	Rumusan masalah	Variabel	Metode
<p>Toksisitas Campuran Ekstrak Daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) Dan Biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) Terhadap Mortalitas Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. Dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer</p>	<p><i>Aedes aegypti</i> L. merupakan nyamuk yang dapat berperan sebagai vektor berbagai macam penyakit diantaranya Demam Berdarah Dengue (DBD). Beberapa spesies dari <i>Aedes</i> dapat pula berperan sebagai vektor tetapi <i>Aedes aegypti</i> L. tetap merupakan vektor utama (Palgunadi & Rahayu, 2011). Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dan ditularkan oleh nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L ini. (Aulung. dkk, 2010:8). Pemberantasan stadium larva dapat dilakukan secara hayati atau biologis menggunakan ekstrak daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan ekstrak biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.). Berdasarkan penelitian tahun 2010 yang dilakukan oleh Agus Aulung, Christiani, serta Ciptaningsih menyatakan bahwa ekstrak daun sirih (<i>Piper betle</i> L.) berpengaruh terhadap mortalitas larva <i>Aedes aegypti</i> dengan kadar LC50 sebesar 0,046% dan LC90 0,1031%. Dari penelitian Kuncoro, (2007) tentang uji toksisitas ekstrak biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> Linn) terhadap larva <i>Aedes aegypti</i> didapatkan kandungan yang dapat membunuh larva <i>Aedes aegypti</i> berupa <i>acetogenin</i>. Pada penelitian ini konsentrasi 800 ppm setelah aplikasi 6 jam terjadi kematian larva 75,5% dan setelah 12 jam terjadi kematian 89%.</p>	<p>a. Berapakah LC₅₀ dalam waktu 24 jam toksisitas campuran ekstrak daun sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan biji sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.? b. Bagaimanakah toksisitas campuran ekstrak daun sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan biji sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dibandingkan dengan toksisitas ekstrak daun sirih (<i>Piper betle</i> L.) atau ekstrak biji sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L.? c. Bagaimana kelayakan hasil penelitian toksisitas ekstrak daun Sirih (<i>Piper betle</i> L.)</p>	<p>a. Variabel bebas: Serial konsentrasi campuran ekstrak daun sirih (<i>Piper betle</i> L.) dan biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) yaitu 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300, dan 400 ppm. b. Variabel terikat : Jumlah mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. instar III akhir hingga instar IV awal dalam waktu dedah 24 jam.</p>	<p>1. Jenis penelitian: Penelitian eksperimental laboratoris dengan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). 2. Analisis data : - Analisis data yang digunakan untuk menentukan mortalitas nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dengan besarnya konsentrasi toksin yang dapat membunuh 50 % larva uji (LC50) adalah menggunakan analisis Probit dengan Software yang digunakan adalah Minitab. - Produk karya ilmiah populer dianalisis menggunakan analisis data persentase.</p>

<p>Penelitian tentang ekstrak daun sirih (<i>Piper betle</i> L.) maupun ekstrak biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) masing masing memiliki zat aktif yang bersifat toksik terhadap mortalitas larva <i>Aedes aegypti</i> L. apabila dilakukan pencampuran senyawa-senyawa aktif dalam kedua ekstrak tumbuhan tersebut diduga akan meningkatkan toksisitas terhadap mortalitas larva <i>Aedes aegypti</i> L. Peningkatan ini dikatakan bersifat sinergis atau sebaliknya akan bersifat antagonis jika menurunkan toksisitas larva <i>Aedes aegypti</i> L. Hal ini diperkuat dengan pendapat Prijono (1999) dalam Isnaeni (2006) bahwa pencampuran beberapa senyawa aktif tumbuhan dapat memberikan efek seperti sinergis, antagonis, atau netral. Penelitian mengenai larvasida alami dari campuran daun sirih dan biji papaya ini akan menjadi informasi yang baru dan menarik jika disusun ke dalam bentuk buku ilmiah populer.</p>	<p>terhadap mortalitas nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. dan toksisitas ekstrak biji Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) terhadap mortalitas nyamuk <i>Aedes aegypti</i> L. disusun sebagai buku ilmiah populer?</p>	<p>c. Variabel kendali : Larva uji, air, suhu serta kelembapan ruangan.</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------	--

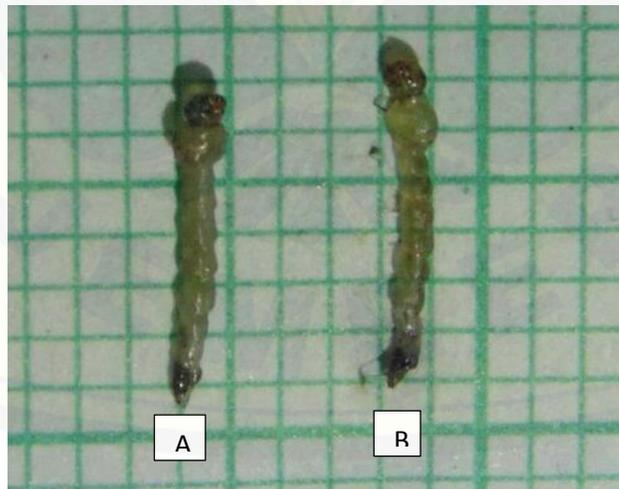
LAMPIRAN B. HASIL PENELITIAN

B.1 Identifikasi Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L.



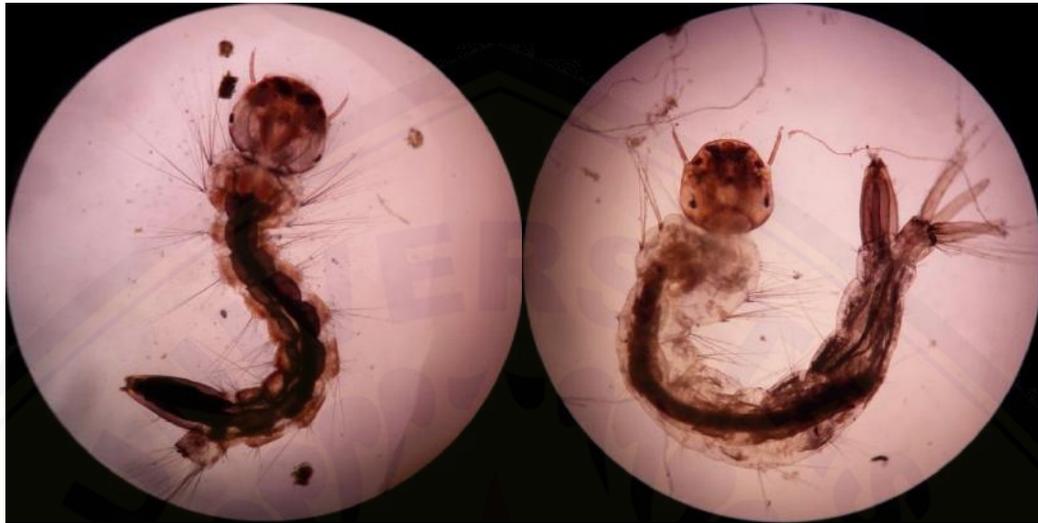
Gambar B.1 Larva nyamuk *Aedes aegypti* L. instar akhir III, A: kepala (*cephal*), B: antena, C: mata, D: rambut lateral, E: dada (*thorax*), F: insang ekor (*anal gills*), dan G: *siphon* perbesaran 40x (Sumber: Dokumen Pribadi).

B.2 Morfologi Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. Sebelum dan Sesudah diberi Perlakuan Secara Makroskopis



Gambar B.2 Morfologi makroskopis larva nyamuk *Aedes aegypti* L. A. sebelum perlakuan konsentrasi ekstrak B. setelah perlakuan konsentrasi ekstrak (Sumber: Dokumen Pribadi).

B.3 Morfologi Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. Sebelum dan Sesudah Diberi Perlakuan Secara Mikroskopis



Gambar B.3 Morfologi Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. Sebelum dan Sesudah diberi Perlakuan Secara Mikroskopis perbesaran 40x (Sumber: Dokumen Pribadi)

B.4 Morfologi mikroskopis larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. dengan Uji Kimia Setelah Ditetesi Larutan Eosin



Gambar B.4 Pengamatan Mikroskopis dengan Uji Kimia Menggunakan Larutan Eosin terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti* L. yang Tampak Warna Tubuh Larva Transparan, dengan Perbesaran 40x (Sumber; Dokumen Pribadi).



LAMPIRAN C. FOTO ALAT DAN BAHAN PENELITIAN



Gambar C.1 Beberapa Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian A. Kain kasa, B. Bak plastik, C. aluminium foil, D. tabung erlenmeyer, E. beaker glass, F. corong, G. higrometer, H. eosin, I. pipet tetes, J. Pengaduk, K. Alu, L. mortar, M. Gelas ukur, N. Pakan ikan, O. Gelas plastik



A

B

Gambar C.2 A. Ekstrak daun Sirih (*Piper betle* L.) dan B. Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) (Sumber: Dokumen Pribadi).



Gambar C.3 Sediaan Pengenceran Campuran Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dan Biji Sirsak (*Annona muricata* L.)



A

B

Gambar C.4 dokumentasi dari pengujian A. uji akhir B. Uji pendahuluan

LAMPIRAN D. HASIL UJI PENDAHULUAN

D.1 Hasil Uji Pendahuluan Campuran Ekstrak Daun Sirih dan Biji Sirsak

konsentrasi	Jumlah larva	Mortalitas	Persentase (%)
50	20	1	5
400	20	20	100

D.2 Hasil Uji Pendahuluan Ekstrak Daun Sirih

Konsentrasi	Jumlah larva	Mortalitas	Persentase (%)
300	20	1	5
1500	20	19	100

D.3 Hasil Uji Pendahuluan Ekstrak Biji Sirsak

Konsentrasi	Jumlah larva	Mortalitas	Persentase (%)
10	20	1	5
50	20	20	95

LAMPIRAN E. HASIL UJI AKHIR

E.1 Hasil Uji Akhir Campura Ekstrak Daun Sirih dan Biji Sirsak

konsentrasi	ulangan	mortalitas	n	%
50	1	1	20	5
100	1	5	20	25
200	1	10	20	50
300	1	15	20	75
400	1	19	20	95
50	2	1	20	5
100	2	4	20	20
200	2	10	20	50
300	2	14	20	70
400	2	18	20	90
50	3	1	20	5
100	3	5	20	25
200	3	8	20	40
300	3	13	20	65
400	3	19	20	95

E.2 Hasil Uji Akhir Ekstrak Daun Sirih

konsentrasi	ulangan	mortalitas	n	%
300	1	1	20	5
600	1	10	20	50
900	1	12	20	60
1200	1	18	20	90
1500	1	20	20	100
300	2	2	20	10
600	2	9	20	45
900	2	11	20	55
1200	2	19	20	95
1500	2	20	20	100
300	3	1	20	5
600	3	10	20	50

900	3	13	20	65
1200	3	19	20	95
1500	3	20	20	100

E.3 Hasil uji Akhir Ekstrak Biji Sirsak

konsentrasi	ulangan	mortalitas	n	%
10	1	1	20	5
20	1	9	20	45
30	1	12	20	60
40	1	14	20	70
50	1	18	20	90
10	2	2	20	10
20	2	10	20	50
30	2	12	20	60
40	2	15	20	75
50	2	19	20	95
10	3	1	20	5
20	3	11	20	55
30	3	13	20	65
40	3	15	20	75
50	3	19	20	95

LAMPIRAN F. HASIL ANALISIS PROBIT LC₅₀

F.1 Analisis probit Campuran Ekstrak Daun Sirih dengan Ekstrak Biji Sirsak

7/29/2016 7:06:51 AM

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Probit Analysis: mortalitas, n versus konsentrasi

Distribution: Weibull

Response Information

Variable	Value	Count
mortalitas	Success	143
	Failure	157
n	Total	300

Estimation Method: Maximum Likelihood

Regression Table

Variable	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-9.60997	1.04647	-9.18	0.000
konsentrasi	1.74214	0.188717	9.23	0.000
Natural Response	0			

Log-Likelihood = -138.729

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	2.82031	3	0.420
Deviance	2.83644	3	0.418

Tolerance Distribution

Parameter Estimates

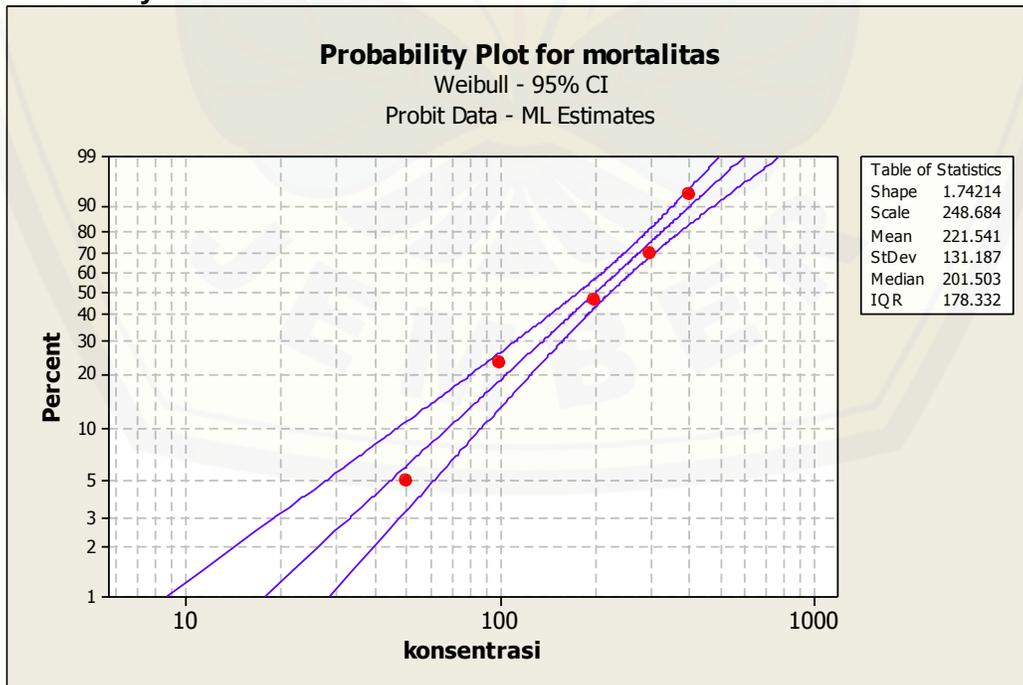
Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	1.74214	0.188717	1.40889	2.15422
Scale	248.684	13.2216	224.075	275.996

Table of Percentiles

95.0% Fiducial

Percent	Percentile	Standard Error	CI	
			Lower	Upper
1	17.7373	5.17406	8.60558	28.4729
2	26.4815	6.59770	14.2897	39.6946
3	33.5192	7.51731	19.2488	48.2742
4	39.6545	8.19361	23.8012	55.5152
5	45.2080	8.72240	28.0819	61.9159
6	50.3468	9.15088	32.1645	67.7299
7	55.1719	9.50618	36.0948	73.1066
8	59.7497	9.80548	39.9038	78.1430
9	64.1268	10.0604	43.6139	82.9061
10	68.3375	10.2793	47.2417	87.4446
20	105.131	11.3580	80.9389	125.808
30	137.610	11.5434	112.791	158.658
40	169.120	11.5162	144.638	190.546
50	201.503	11.7182	177.406	224.218
60	236.513	12.6590	211.856	262.612
70	276.645	15.0044	249.270	309.917
80	326.799	19.7588	292.944	373.834
90	401.386	29.5894	353.420	476.611
91	411.828	31.1638	361.584	491.593
92	423.273	32.9362	370.465	508.162
93	435.977	34.9576	380.244	526.726
94	450.309	37.3027	391.185	547.880
95	466.836	40.0866	403.690	572.537
96	486.490	43.5017	418.419	602.214
97	510.991	47.9070	436.582	639.720
98	544.114	54.1024	460.822	691.277
99	597.524	64.6161	499.241	776.327

Probability Plot for mortalitas



F.2 Analisis probit Ekstrak Daun Sirih

7/29/2016 7:06:51 AM

Probit Analysis: mortalitas, n versus konsentrasi

Distribution: Weibull

Response Information

Variable	Value	Count
mortalitas	Success	185
	Failure	115
n	Total	300

Estimation Method: Maximum Likelihood

Regression Table

Variable	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-16.3848	1.76592	-9.28	0.000
konsentrasi	2.44298	0.258837	9.44	0.000
Natural Response	0			

Log-Likelihood = -115.607

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	8.15786	3	0.043
Deviance	8.55834	3	0.036

Tolerance Distribution

Parameter Estimates

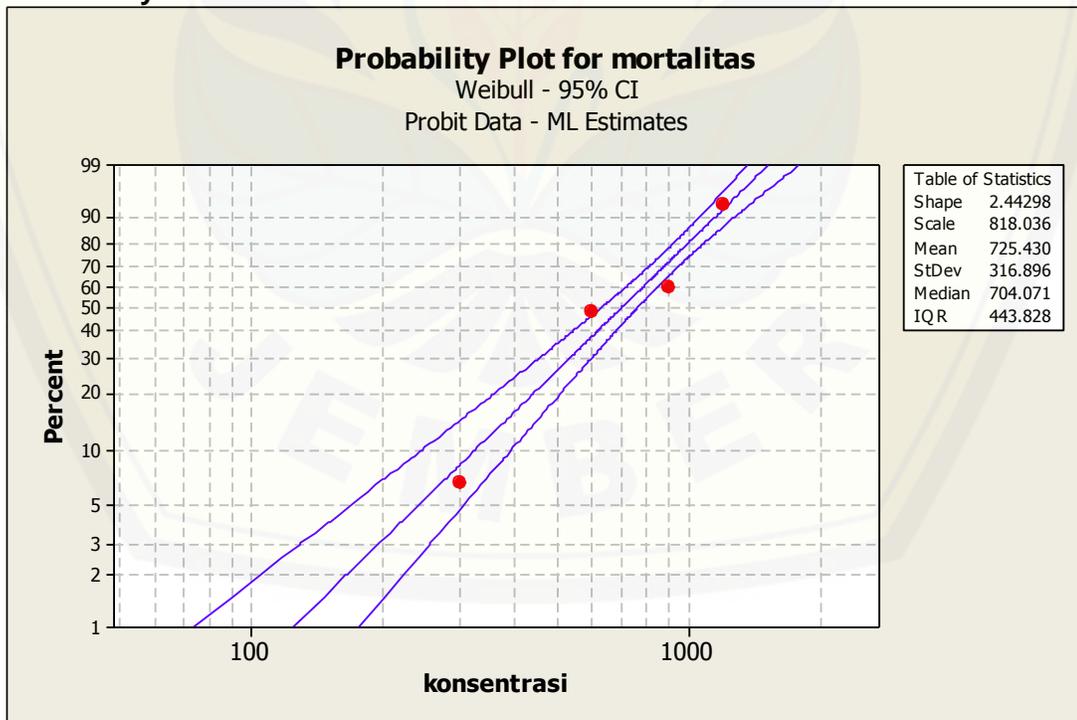
Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	2.44298	0.258837	1.98488	3.00681
Scale	818.036	32.9257	755.982	885.182

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Fiducial CI	
			Lower	Upper
1	124.449	26.6618	73.3873	176.405
2	165.621	30.5628	105.143	223.760

3	195.931	32.7529	129.876	257.390
4	220.882	34.2008	150.977	284.456
5	242.523	35.2311	169.768	307.549
6	261.876	35.9935	186.928	327.935
7	279.538	36.5701	202.860	346.345
8	295.888	37.0104	217.827	363.238
9	311.188	37.3468	232.014	378.926
10	325.626	37.6016	245.552	393.633
20	442.715	37.8538	360.007	510.223
30	536.415	36.4682	456.159	601.484
40	621.380	34.7205	545.399	684.060
50	704.071	33.2425	632.731	765.592
60	789.280	32.7285	721.556	852.409
70	882.615	34.2323	815.516	952.668
80	993.966	39.5480	921.396	1080.88
90	1150.91	52.9559	1060.10	1276.30
91	1172.18	55.2014	1078.16	1303.89
92	1195.32	57.7409	1097.64	1334.16
93	1220.79	60.6466	1118.91	1367.78
94	1249.28	64.0235	1142.48	1405.73
95	1281.81	68.0331	1169.15	1449.48
96	1320.06	72.9436	1200.20	1501.49
97	1367.14	79.2514	1238.00	1566.25
98	1429.76	88.0542	1287.66	1653.63
99	1528.49	102.777	1364.71	1793.96

Probability Plot for mortalitas



F.3 Analisis Probit Ekstrak Biji Sirsak

7/29/2016 7:06:51 AM

Probit Analysis: mortalitas, n versus konsentrasi

Distribution: Weibull

Response Information

Variable	Value	Count
mortalitas	Success	171
	Failure	129
n	Total	300

Estimation Method: Maximum Likelihood

Regression Table

Variable	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-6.08555	0.720058	-8.45	0.000
konsentrasi	1.78110	0.205060	8.69	0.000
Natural Response	0			

Log-Likelihood = -149.871

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	8.15700	3	0.043
Deviance	8.31014	3	0.040

Tolerance Distribution

Parameter Estimates

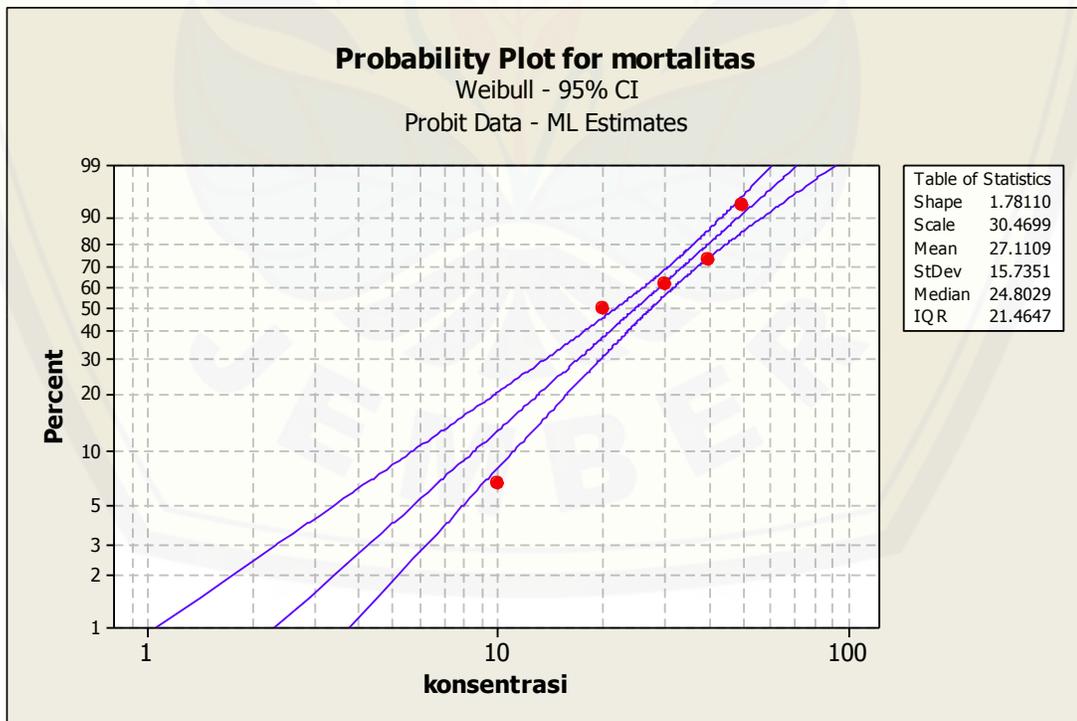
Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	1.78110	0.205060	1.42131	2.23196
Scale	30.4699	1.47523	27.7115	33.5030

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Fiducial CI	
			Lower	Upper
1	2.30246	0.711784	1.05509	3.77980
2	3.40754	0.901775	1.74827	5.21090
3	4.29095	1.02375	2.35225	6.29514

4	5.05773	1.11306	2.90629	7.20471
5	5.74954	1.18261	3.42705	8.00505
6	6.38804	1.23874	3.92358	8.72928
7	6.98625	1.28507	4.40152	9.39687
8	7.55274	1.32392	4.86469	10.0204
9	8.09352	1.35682	5.31582	10.6086
10	8.61296	1.38489	5.75697	11.1677
20	13.1260	1.51438	9.85949	15.8452
30	17.0803	1.51441	13.7544	19.7836
40	20.8969	1.46737	17.6777	23.5446
50	24.8029	1.42224	21.7551	27.4528
60	29.0105	1.44101	26.0788	31.8615
70	33.8169	1.61977	30.7659	37.3066
80	39.8024	2.10369	36.1487	44.7618
90	48.6674	3.22081	43.4462	56.8955
91	49.9054	3.40430	44.4219	58.6708
92	51.2616	3.61155	45.4815	60.6350
93	52.7660	3.84861	46.6463	62.8366
94	54.4621	4.12435	47.9473	65.3462
95	56.4164	4.45245	49.4316	68.2722
96	58.7385	4.85574	51.1767	71.7945
97	61.6306	5.37684	53.3246	76.2468
98	65.5355	6.11077	56.1848	82.3671
99	71.8211	7.35762	60.7053	92.4625

Probability Plot for mortalitas



LAMPIRAN G. HASIL ANALISIS RATA-RATA MORTALITAS DAN FAKTOR LINGKUNGAN (SUHU DAN KELEMBAPAN)

G.1 Hasil Analisis Rerata Mortalitas Larva terhadap Campuran Ekstrak Daun Sirih dan Biji Sirsak

Variable	kons	Mean	StDev	Minimum	Maximum
mort	50	5.0000	0.000000000	5.0000	5.0000
	100	23.33	2.89	20.00	25.00
	200	46.67	5.77	40.00	50.00
	300	70.00	5.00	65.00	75.00
	400	93.33	2.89	90.00	95.00

G.2 Hasil Analisis Rerata Mortalitas Larva terhadap Ekstrak Daun Sirih

Variable	konsula	Mean	StDev	Minimum	Maximum
mort	300	6.67	2.89	5.00	10.00
	600	48.33	2.89	45.00	50.00
	900	60.00	5.00	55.00	65.00
	1200	93.33	2.89	90.00	95.00
	1500	100.00	0.000000000	100.00	100.00

G.3 Hasil Analisis Rerata Mortalitas Larva terhadap Ekstrak Biji Sirsak

Variable	kons	Mean	StDev	Minimum	Maximum
mortalitas	10	6.67	2.89	5.00	10.00
	20	50.00	5.00	45.00	55.00
	30	61.67	2.89	60.00	65.00
	40	73.33	2.89	70.00	75.00
	50	93.33	2.89	90.00	95.00

G.4 Hasil Analisis Rerata Faktor lingkungan

Waktu dedah	Faktor lingkungan penelitian							
	Suhu (°C)				Kelembapan (%)			
	1	2	3	Rerata ±SD	1	2	3	Rerata ±SD
24 jam	30	30	30	30±0,00	58	58	58	58±0,00

LAMPIRAN H

LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER

OLEH AHLI MATERI

Petunjuk:

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda *check list* (√) pada kolom skor yang telah 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
 - 2 = kurang valid
 - 3 = 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 buku				
	3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku				
	4. Kejelasan materi				
B. Akurasi materi	5. Akurasi fakta dan data				
	6. Akurasi konsep/teori				
	7. Akurasi gambar atau ilustrasi				
C. Kemuktahiran materi	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 keruntutan konsep				
B. Pendukung penyajian materi	12. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				
	13. Pembangkit motivasi pembaca				
	14. Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar				
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian					
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

(Sumber : Diadaptasi dari Puskurbuk (2013))

Saran dan Komentar Perbaikan Produk Buku Ilmiah Populer

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, 2016

Validator



**PENJELASAN BUTIR INSTRUMEN PRODUK BUKU ILMIAH
POPULER AHLI MATERI**

I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

A. Cakupan materi

Butir 1. Kejelasan tujuan penyusunan buku

Penjelasan:

Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan penyusunan dan memperhatikan keterbacaan sasaran penggunaannya,

Butir 2. Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku

Penjelasan:

Materi yang disajikan minimal mencerminkan jbaran substansi materi yang perlu diketahui oleh pembaca.

Butir 3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku

Penjelasan:

Materi mencakup mulai dari pengenalan konsep sampai dengan interaksi antarkonsep dengan memperhatikan tujuan penyusunan buku.

Butir 4. Kejelasan materi

Penjelasan:

Materi yang tertulis di dalam buku telah benar dan sesuai dengan literatur yang ada.

B. AKURASI MATERI

Butir 5. Akurasi fakta dan data

Penjelasan:

Fakta dan data yang disajikan berdasarkan hasil penelitian dan studi literatur yang sudah dilakukan.

Butir 6. Akurasi konsep/teori

Penjelasan:

Konsep/teori yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan definisi yang berlaku.

Butir 7. Akurasi gambar atau ilustrasi

Penjelasan:

Gambar dan ilustrasi yang disajikan dapat diterapkan dengan benar.

C. KEMUTAKHIRAN MATERI

Butir 8. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini

Penjelasan:

Materi yang disajikan *up to date*, sesuai dengan perkembangan keilmuan biologi terkini.

Butir 9. Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/nasional/regional/internasional

Penjelasan:

Uraian dan contoh yang disajikan dapat berasal dari lingkungan pembaca baik di Indonesia, Asia Tenggara, maupun dunia.

II. KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN

A. TEKNIK PENYAJIAN

Butir 10. Konsistensi sistematika sajian

Penjelasan:

Materi yang disajikan konsisten.

Butir 11. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep

Penjelasan:

Materi yang disajikan logis dan runtut.

B. PENDUKUNG PENYAJIAN MATERI

Butir 12. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi

Penjelasan:

Materi dan ilustrasi yang disajikan sesuai dan tepat.

Butir 13. Pembangkit motivasi pembaca

Penjelasan:

Materi yang disajikan dapat membangkitkan motivasi pembaca untuk mendapatkan pengetahuan baru.

Butir 14. Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar

Penjelasan:

Materi yang disajikan tepat tanpa ada salah pengetikan serta pemilihan gambar tepat.

**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER
OLEH AHLI MEDIA DAN PENGEMBANGAN**

Petunjuk

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda *check list* (√) pada kolom skor yang telah 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
 - 2 = kurang valid
 - 3 = valid
 - 4 = sangat valid

I. KOMPONEN KELAYAKAN KEGRAFIKAN

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Artistik dan Estetika	1. Komposisi buku sesuai dengan tujuan penyusunan buku				
	2. Penggunaan teks dan grafis proposional				
	3. Kemenarikan <i>lay out</i> dan tata letak				
	4. Pemilihan warna menarik				
	5. Keserasian teks dan grafis				
B. Fungsi keseluruhan	6. Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca				
	7. Produk bersifat informatif kepada pembaca				
	8. Secara keseluruhan produk buku menumbuhkan rasa ingin				

	tahu pembaca				
II. KOMPONEN PENGEMBANGAN					
A. Teknik Penyajian	9. Konsistensi sistematika sajian dalam bab				
	10. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				
	11. Koherensi substansi antar bab				
	12. Keseimbangan substansi antar bab				
B. Pendukung Penyajian Materi	13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				
	14. Kesesuaian gambar dan keterangan				
	15. Adanya rujukan/sumber acuan				
C. Pengembangan Produk	Tahap <i>define</i>				
	16. Analisis kebutuhan pengembangan buku				
	17. Analisis model pengembangan yang digunakan				
	Tahap <i>design</i>				
	18. Penyusunan <i>outline</i> materi				
	19. Pemilihan media				
	20. Pemilihan bentuk penyajian				
	Tahap <i>develop</i>				
	21. Penyusunan buku				
	22. Simulasi penyajian kepada validasi ahli				
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

(Sumber : Diadaptasi dari Rahmah (2013))

Saran dan Komentar Perbaikan Produk Buku Ilmiah Populer



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, 2016

Validator

**PENJELASAN BUTIR INSTRUMEN PRODUK BUKU ILMIAH
POPULER AHLI MEDIA DAN PENGEMBANGAN**

I. KOMPONEN KELAYAKAN KEGRAFIKAN

A. ARTISTIK DAN ESTETIKA

Butir 1. Komposisi buku sesuai dengan tujuan penyusunan buku

Penjelasan:

Tampilan buku dengan teks dan banyak contoh berupa gambar sesuai dengan materi meningkatkan ketertarikan pembaca untuk mendapatkan pengetahuan baru.

Butir 2. Penggunaan teks dan grafis proposional

Penjelasan:

Rancangan isi dan desain media meliputi penggunaan teks dan grafis yang proposional.

Butir 3. Kemenarikan *lay out* dan tata letak

Penjelasan:

Lay out dan tata letak media yang dipilih sudah menarik dan dapat meningkatkan motivasi pembaca.

Butir 4. Pemilihan warna menarik

Penjelasan:

Pemilihan dan perpaduan warna yang digunakan sudah bagus dan menarik sehingga meningkatkan motivasi pembaca.

Butir 5. Keserasian teks dan grafis

Penjelasan:

Rancangan isi dan desain media meliputi penggunaan teks dan grafis sudah serasi dan dapat menumbuhkan motivasi pembaca.

B. FUNGSI KESELURUHAN

Butir 6. Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca

Penjelasan:

Buku yang disusun merupakan buku bacaan bagi masyarakat awam untuk mengembangkan pengetahuan yang dimilikinya.

Butir 7. Produk bersifat informatif

Penjelasan:

Buku yang disusun bersifat informatif, artinya memberikan informasi baru kepada pembaca untuk mengembangkan pengetahuan yang dimilikinya.

Butir 8. Secara keseluruhan produk buku menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca

Penjelasan:

Buku yang disusun dapat memberikan motivasi pembaca untuk terus mendapatkan pengetahuan-pengetahuan yang baru.

II. KOMPONEN PENGEMBANGAN

A. TEKNIK PENYAJIAN

Butir 9. Konsistensi sistematika dan sajian dalam bab

Penjelasan:

Sistematika penyajian dalam bab konsisten

Butir 10. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep

Penjelasan:

Penyajian materi logis dan runtut sesuai dengan konsep dari hal yang mendasar.

Butir 11. Koherensi substansi antar bab

Penjelasan:

Penyajian materi antar bab dalam satu buku menunjukkan kesatuan pemikiran.

Butir 12. Keseimbangan substansi antar bab

Penjelasan:

Uraian substansi antar bab dalam satu buku proposional dengan mempertimbangkan tingkat keterbacaan oleh pembaca.

B. PENDUKUNG PENYAJIAN MATERI

Butir 13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi

Penjelasan:

Pengunaan ilustrasi tepat dan sesuai dengan materi.

Butir 14. Kesesuaian gambar dan keterangan

Penjelasan:

Gambar dan keterangan yang disajikan dalam buku sudah sesuai.

Butir 15. Adanya rujukan/sumber acuan

Penjelasan:

Terdapat daftar rujukan/sumber acuan untuk teks dan gambar yang diambil dari sumber-sumber yang digunakan.

C. PENGEMBANGAN PRODUK

Butir 16. Analisis kebutuhan pengembangan buku

Penjelasan:

Analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebarkan angket kebutuhan (*need assessment*) kepada masyarakat (calon pembaca).

Butir 17. Analisis model pengembangan yang digunakan

Penjelasan:

Model pengembangan yang digunakan sesuai dengan jenis produk yang disusun.

Butir 18. Penyusunan *outline* materi

Penjelasan:

Penyusunan produk didahului dengan penyusunan *outline* yang berupa garis besar tentang apa saja yang akan ditulis.

Butir 19. Pemilihan media

Penjelasan:

Pemilihan media sesuai dengan kebutuhan dan target penggunaan produk.

Butir 20. Pemilihan bentuk penyajian

Penjelasan:

Pemilihan bentuk penyajian sesuai dengan kebutuhan dan target penggunaan produk.

Butir 21. Penyusunan buku

Penjelasan:

Produk yang dihasilkan berupa buku bacaan untuk masyarakat awam yang disusun dengan pertimbangan analisis-analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

Butir 22. Simulasi penyajian kepada validator ahli

Penjelasan:

Sebelum disebarluaskan kepada masyarakat secara luas, produk terlebih dahulu diuji-cobakan kepada beberapa validator untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sebagai buku bacaan masyarakat awam. Simulasi penyajian ini melibatkan 5 validator, yaitu 1 dosen Pendidikan Biologi

FKIP Universitas Jember sebagai ahli materi, 1 dosen Pendidikan Biologi
FKIP Universitas Jember sebagai ahli media dan pengembangan, dan 3
orang (masyarakat umum) sebagai sampel uji keterbacaan produk.

