

**EFEK LARVISIDA RESIDU MINYAK ATSIRI BUNGA
CENGKEH (*Syzygium aromaticum* L.) TERHADAP LARVA
INSTAR III NYAMUK *Aedes aegypti* DI LABORATORIUM**

Karya Tulis Ilmiah
untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Memperoleh Derajat Gelar Sarjana Kedokteran



Oleh:
Ninda Devita
08711236

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

**LARVICIDAL EFFECT OF ATSIRI OIL RESIDUE OF CLOVE
FLOWER (*Syzygium aromaticum* L.) AGAINST III INSTAR
LARVAE *Aedes aegypti* MOSQUITO IN LABORATORY**

A Scientific Paper
As A Part Of Requirements To Obtain
Medical Scholar Degree



By:
Ninda Devita
08711236

MEDICAL FACULTY
INDONESIA ISLAMIC UNIVERSITY
YOGYAKARTA
2011

**EFEK LARVISIDA RESIDU MINYAK ATSIRI BUNGA
CENGKEH (*Syzygium aromaticum* L.) TERHADAP LARVA
INSTAR III NYAMUK *Aedes aegypti* DI LABORATORIUM**

Oleh:

Ninda Devita

08711236

Telah diseminarkan tanggal 12 Desember 2011

dan disetujui oleh:

Pembimbing:

dr. Siti Isti'anah, M.Sc

Penguji:

dr. Utami Mulyaningrum, M.Sc

Disahkan Dekan

dr. Isnatin Miladiyah, M. Sc

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
HALAMAN PERNYATAAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang Permasalahan	1
1.2.Perumusan Masalah.....	3
1.3.Tujuan Penelitian.....	4
1.4.Manfaat Penelitian	4
1.5.Keaslian Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	6
2.1.1. Taksonomi.....	6
2.1.2. Lingkungan Hidup.....	6
2.1.3. Morfologi dan Daur Hidup.....	7
2.1.4. Hubungan antara Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dengan Penyakit DBD.....	12
2.1.5. Pemberantasan Nyamuk <i>Ae. Aegypti</i>	13
2.2. Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i> L).....	15
2.2.1. Taksonomi.....	15
2.2.2. Dekripsi Tanaman.....	15
2.2.3. Kandungan dan Manfaat Cengkeh.....	17
2.3. Minyak Atsiri.....	18
2.4. Insektisida Alami.....	20
2.4.1. Pengertian.....	20

2.4.2. Kenggulan dan Kelemahan.....	21
2.5. Landasan Teori.....	21
2.6. Kerangka Konsep	22
2.7. Hipotesis.....	22
BAB III. METODE PENELITIAN.....	24
3.1. Rancangan Penelitian.....	24
3.2. Subjek Penelitian dan Bahan Uji.....	24
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.4. Identifikasi Operasional Variabel Penelitian	25
3.5. Definisi Operasional Variabel.....	25
3.6. Validitas dan Reabilitas	26
3.7. Alat dan Bahan	26
3.7.1. Alat.....	26
3.7.2. Bahan.....	26
3.8. Pengumpulan Data.....	27
3.9. Tahap Penelitian	27
3.10. Analisis Data	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Penelitian Pendahuluan	33
4.2. Penelitian Akhir	33
4.3. Keterbatasan Penelitian	39
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1. Simpulan.....	40
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rerata persentase mortalitas larva <i>Ae. aegypti</i> dengan perlakuan minyak atsiri bunga cengkeh dalam 3 konsentrasi dan residu tiap minggu selama 4 minggu.....	34
Tabel 2. Hasil Uji Mann Whitney terhadap Kematian Larva <i>Ae. aegypti</i> Instar III setelah diberi minyak atsiri bunga cengkeh dalam 3 konsentrasi dan residu tiap minggu selama 4 minggu.	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i>	7
Gambar 2. Telur <i>Ae.aegypti</i>	8
Gambar 3.(a) Larva Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> waktu istirahat Larva Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> , (b) <i>Comb</i> (gigi sisir) dengan duri samping pada sifon larva	9
Gambar 4. Pupa Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	10
Gambar 5. Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	11
Gambar 6. Pohon Cengkeh	16
Gambar 7. Bunga Cengkeh.....	16
Gambar 8. Skema Langkah Penelitian.....	31
Gambar 9. Perbandingan mortalitas larva <i>Ae.aegypti</i> dengan variasi konsentrasi pada tiap minggu pengukuran	34

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Karya Tulis Ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Yogyakarta, 18 November 2011

Ninda Devita

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur selalu penulis ucapkan bagi Allah SWT karena selalu memberikan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya tulis Ilmiah (KTI) ini dengan baik. Shalawat dan salam juga dihaturkan kepada Nabi Muhammad SAW, seorang revolusioner sejati yang membawa umat manusia dari kegelapan menuju indahnya Islam.

Karya tulis ini yang berjudul "Efek Larvisida Residu Minyak Atsiri Bunga Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.) Terhadap Larva Instar III Nyamuk *Aedes aegypti* di Laboratorium" disusun selain untuk memenuhi syarat untuk meraih gelar Sarjana Kedokteran, juga merupakan ungkapan rasa cinta penulis terhadap ilmu pengetahuan. Ilmu pengetahuan dapat berkembang jika orang-orang yang ada di dalamnya mampu berkontribusi positif bagi ilmu pengetahuan itu sendiri. Karya tulis ini merupakan langkah awal bagi penulis untuk mengembangkan ilmu pengetahuan.

Dalam penyusunan KTI ini penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. dr. Isnatin Miladiyah, M.Sc selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia.
2. dr. Siti Isti'ahan, M.Sc sebagai Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan pengarahan dalam proses penyusunan KTI ini.
3. Kedua orangtua, Drs. Husain Kasim dan Dra. Niken Sarwosih, karena telah memberikan dukungan dan kasih sayang yang besar sehingga penulis terus memiliki semangat yang lebih dalam menyelesaikan KTI ini.
4. Adik-adik penulis, Nissa, Syania, dan Fadli, yang telah memberikan dukungan dengan cara yang berbeda.
5. Budhe Morisco yang selalu mengingatkan penulis untuk belajar dan belajar. Almarhum Pakdhe Prof. Morisco di mana semangat beliau dalam

berkarya akan selalu menjadi inspirasi untuk penulis. Dan seluruh keluarga besar Mangunwardoyo yang selalu mendukung penulis.

6. Sahabat-sahabat tersayang, Aci, Dila, Dini, Dewi, Kiki, Muthia, Oya, Vina, Yemi, yang saling memberikan semangat dan selalu mengingatkan penulis untuk segera menyelesaikan KTI ini.
7. Pegawai Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia, Mbak Aisyah, terima kasih atas bantuannya. Semoga putra yang dilahirkan menjadi anak yang sholeh dan berbakti kepada orang tua.
8. Aditya Arifyandi yang selalu memberi semangat dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan KTI ini dengan baik.
9. Teman-teman penelitian di bidang Parasitologi, Mbak Ratih, Hairu, dan Anto. Mari kita berjuang bersama-sama.
10. Berbagai pihak yang telah membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga KTI ini dapat bermanfaat untuk pembaca khususnya dalam menambah ilmu pengetahuan dan mendorong untuk melakukan penelitian lain yang bermanfaat.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 18 November 2011

Penulis,

Ninda Devita

EFEK LARVISIDA RESIDU MINYAK ATSIRI BUNGA CENGKEH (*Syzygium aromaticum* L.) TERHADAP LARVA INSTAR III NYAMUK *Aedes aegypti* DI LABORATORIUM

INTISARI

Latar Belakang: Demam berdarah dengue adalah penyakit yang dapat menular dalam waktu cepat dan menimbulkan kematian dalam waktu singkat. Pemberantasan demam berdarah dengue paling efektif dengan yaitu pengendalian vektor. Pengendalian vektor secara kimia membawa banyak masalah sehingga pengendalian secara alami menjadi pilihan. Minyak atsiri bunga cengkeh diketahui memiliki efek larvisida. Salah satu syarat larvisida yang baik adalah memiliki persistensi yang cukup lama. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*.

Tujuan Penelitian: Mengetahui efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu ke I, minggu ke II, minggu ke III, dan minggu ke IV.

Metode Penelitian: Penelitian ini bersifat eksperimental di laboratorium dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah *randomized post test only control group design* untuk mengetahui efek larvisida residu pada tiap minggu. Larva dibagi menjadi 4 kelompok. Kelompok A, B, C yang terdiri dari konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, 3% v/v. Kelompok D berupa kontrol. Tiap kelompok terdiri dari 25 ekor larva. Pengukuran mortalitas dilakukan setelah 48 jam perlakuan. Setelah satu minggu, larva baru dimasukkan kemudian diamati mortalitasnya. Hal ini dilakukan tiap minggu selama empat minggu. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji Kruskal Wallis untuk melihat perbedaan persentase kematian larva.

Hasil: Residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* sebesar 91,33% untuk konsentrasi 0,03% v/v, 100% untuk konsentrasi 0,3% v/v dan 3% v/v pada minggu I; sebesar 82,67% untuk konsentrasi 0,03% v/v, 100% untuk konsentrasi 0,3% v/v, dan 3% v/v pada minggu II; sebesar 37,33% untuk konsentrasi 0,03% v/v, 100% untuk konsentrasi 0,3% v/v, dan 3% v/v pada minggu III; dan sebesar 14% untuk konsentrasi 0,03% v/v, 100% untuk konsentrasi 0,3% v/v, dan 3% v/v pada minggu IV. Analisis dengan uji Kruskal Wallis menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar perlakuan pada setiap minggu dengan derajat kemaknaan $p=0,000$.

Simpulan: Terdapat penurunan efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) konsentrasi 0,03% v/v pada minggu II, III, dan IV. Tidak terdapat penurunan efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) konsentrasi 0,3% v/v dan 3% v/v pada minggu I, II, III, dan IV.

Kata Kunci: efek larvisida residu, minyak atsiri, *Syzygium aromaticum* L., *Aedes aegypti*

LARVICIDAL EFFECT OF ATSIRI OIL RESIDUE OF CLOVE FLOWER (*Syzygium aromaticum* L.) AGAINST III INSTAR LARVAE *Aedes aegypti* MOSQUITO IN LABORATORY

ABSTRACT

Background: Dengue hemorrhagic fever is rapidly spreading diseases and causing mortality in a short time. Vectors controlling concerned deserves special consideration for the prevention of dengue hemorrhagic fever. Vectors controlling using chemical insecticide brings many problems then natural insecticide products are an excellent alternative. Atsiri oil of clove flower has larvicide effect against *Aedes aegypti*. Good larvicide must has long percistency. Based on this fact, aim of this researched was discovered the larvicidal effect of atsiri oil residue of clove flower as larvicide against III instar larva *Ae. aegypti*

Objective: The purpose of the study was to identify the larvicidal effect of atsiri oil residue of clove flower as larvicide against III instar larva *Ae. aegypti* at week I, week II, week III, and week IV.

Method: This research was a laboratory experiment with *randomized post test only control group design* to measure the larvicide residual effect on each week. The larvae divided to four concentration. Group A, B, and C were treatment groups with 0.03% v/v, 0.3% v/v, and 3% v/v. Group D was control group. Each group consisted 25 larvae third instar. Observations were made after 48 hours of exposure by counting the number of dead larvae in each group. Larva mortality was observed and measured each week until four weeks The data result was analysed by Kruskal Wallis test to see the differences in percentage mortality of larvae per treatment.

Result: Residual of atsiri oil of clove flower (*Syzygium aromaticum* L.) had larvicide effect among III instar larvae *Ae. aegypti* mosquito was 91,33% for concentration 0,03% v/v, 100% for concentration 0,3% v/v and 3% v/v at week I; was 82,67% for concentration 0,03% v/v, 100% for concentration 0,3% v/v and 3% v/v at week II; was 37,33% for concentration 0,03% v/v, 100% for concentration 0,3% v/v and 3% v/v at week III; and was 14% for concentration 0,03% v/v, 100% for concentration 0,3% v/v and 3% v/v at week IV. Kruskall Wallis test analysis showed significance difference among treatments each week with significant value $p=0,000$.

Conclusion: Larvicidal effect of atsiri oil residue of clove flower (*Syzygium aromaticum* L.) decreased on concentration 0,03% v/v at week II, III, and IV. Declining larvicidal effect of atsiri oil residue of clove flower (*Syzygium aromaticum* L.) did not occur at concentration of 0.3% v / v and 3% v / v at week I, II, III, IV.

Keywords: larvicide residual effect, atsiri oil, *Syzygium aromaticum* L., *Aedes aegypti*

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Demam Berdarah Dengue (DBD) atau *Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus Dengue yang mempunyai 4 serotipe. Virus ini bisa masuk ke tubuh manusia dengan perantara nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Lestari, 2007). Penyakit ini merupakan salah satu penyakit menular yang banyak terjadi di dunia. Insidensinya telah meningkat di seluruh dunia pada satu dekade terakhir (WHO, 2009). Sampai tahun 2007, DBD masih merupakan masalah serius di Indonesia, Myanmar, Sri Lanka, Thailand dan Timor-Leste (WHO, 2009).

Di Indonesia penyakit ini pertama kali dilaporkan pada tahun 1968 di Surabaya. Sejak saat itu penyakit DBD cenderung menyebar ke seluruh Indonesia. Puncak penyakit DBD terjadi pada tahun 1988 dengan *insidens rate* mencapai 13,45 % per 100.000 penduduk (Depkes, 2004).

Berdasarkan data Dinas Kesehatan Propinsi D.I. Yogyakarta (2009), DBD di Provinsi D.I. Yogyakarta pada tahun 2007 sebesar 2.578 kasus. Angka ini meningkat 27,06 % dibanding pada tahun 2006 yaitu sebesar 1.887 kasus. Angka kesakitan tertinggi untuk penyakit DBD adalah di wilayah Kota Yogyakarta, disusul Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Bahkan di Kota Yogyakarta dari tahun ke tahun jumlah penderita yang ditemukan tidak pernah nol (Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta, 2010).

Angka kejadian yang tinggi ini disebabkan oleh banyak faktor. Faktor manusia dan lingkungan masih memegang peranan penting dalam penyebaran penyakit DBD, seperti semakin baiknya transportasi penduduk dari satu daerah ke daerah lain dalam waktu singkat, adanya pemukiman-pemukiman baru, penyimpanan-penyimpanan air tradisional masih dipertahankan, dan perilaku masyarakat untuk membersihkan sarang nyamuk masih kurang. Selain itu, adanya vektor nyamuk ada di seluruh tanah air dan 4 serotipe virus yang bersirkulasi sepanjang tahun juga mempengaruhi angka kejadian yang tinggi (Depkes, 2004).

Sampai sekarang belum ada obat untuk membasmi virus dan vaksin untuk mencegah penyakit DBD. Cara yang tepat guna untuk menanggulangi penyakit ini secara tuntas adalah mengendalikan vektor/nyamuk penular (Depkes, 2004). Menurut Suwasono (1997), pengendalian vektor DBD stadium pradewasa relatif lebih mudah daripada stadium dewasanya. Selain itu kepadatan stadium pradewasa atau larva nyamuk berbanding lurus dengan kejadian luar biasa penyakit DBD (Soegijanto, 2006). Sehingga efektif jika kita mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti* dengan mengendalikan stadium pradewasa atau larvanya.

Pengendalian stadium pradewasa dapat dilakukan secara hayati atau kimiawi (Suwasono, 1997). Pengendalian dengan metode kimiawi dianggap lebih efektif karena penurunan populasinya yang cepat. Hal ini sesuai dengan tujuan pengendalian vektor yaitu menurunkan kepadatan populasi nyamuk *Ae. aegypti* serendah mungkin sehingga kemampuannya sebagai vektor menghilang (Soegijanto, 2006).

Namun, pengendalian menggunakan zat kimia banyak menimbulkan masalah seperti meningkatnya resistensi, pencemaran lingkungan, keracunan, kematian hewan bukan sasaran dan residu (Munif, 1997). Bahkan di beberapa negara telah ditemukan resistensi terhadap zat kimia yang biasanya menjadi lini pertama dalam pengendalian larva nyamuk *Ae. aegypti* (WHO, 1999). Sehingga perlu dicari larvisida alternatif yang lebih ramah lingkungan. Salah satunya adalah menggunakan senyawa-senyawa kimia alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan (Suwasono, 1997).

Sudah banyak penelitian tentang aktivitas larvisida berbagai tumbuhan di Indonesia. Beberapa tumbuhan tersebut sudah sangat familiar dalam kehidupan masyarakat. Contohnya adalah cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) (Sari, 2009).

Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) merupakan salah satu tumbuhan yang mempunyai sifat larvisida yang cukup efektif. Bunganya mengandung minyak atsiri dan juga senyawa kimia lain seperti eugenin, asam oleanolat, asam galotanat, fanilin, kariofilin, resin, dan gom (Agusta, 2000). Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan Sari (2009) bahwa minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) memiliki efek larvisida yang efektif terhadap larva

instar IV nyamuk *Ae. aegypti*. Pada penelitian Sari (2009) didapatkan LC 90 dari minyak atsiri bunga cengkeh sebesar 0,03% v/v yang akan menjadi dasar pada penelitian ini.

Untuk menjadi larvisida alternatif yang baik, larvisida harus mempunyai sifat efektif pada dosis rendah, tidak bersifat racun bagi manusia/ mamalia, tidak menyebabkan perubahan rasa, warna dan bau pada air yang diperlakukan, dan efektivitasnya lama (Suwasono, 1997). Larvisida alami memiliki sifat yaitu lebih cepat terurai (Kardinan, 2002). Sifat ini menyebabkan larvisida alami sedikit meninggalkan residu dan tidak menimbulkan resistensi. Sifat ini juga mengakibatkan efektivitas larvisida alami kurang lama.

Pada penelitian yang dilakukan Sari (2009) belum diteliti tentang efek residu yang merupakan gambaran dari efektivitas lama dari minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.). Sehingga sangat penting untuk mengetahui efek residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* untuk menjadikan minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) sebagai larvisida alternatif.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasar latar belakang di atas dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v pada minggu ke I memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*?
2. Apakah residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v pada minggu ke II memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*?
3. Apakah residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v pada minggu ke III memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*?
4. Apakah residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v pada minggu ke IV memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu ke I
2. Mengetahui efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu ke II
3. Mengetahui efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu ke III
4. Mengetahui efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu ke IV.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan sumbangan informasi untuk ilmu pengetahuan tentang efek residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap larva instar III *Ae. aegypti* sehingga bisa diaplikasikan oleh masyarakat sebagai larvisida alternatif yang memiliki sifat yang tidak kalah dengan larvisida sintetik.

Selain itu penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut tentang minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) sebagai larvisida sehingga minyak atsiri bunga cengkeh benar-benar dapat diaplikasikan dalam masyarakat.

1.5. Keaslian Penelitian

1. Efek Larvasida Minyak Atsiri Bunga Cengkih (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap Larva Instar IV Nyamuk *Aedes aegypti* oleh Nurmala Sari, pada tahun 2009 di FK UII Yogyakarta menyatakan bahwa *Syzygium aromaticum* L. memiliki daya larvisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Nyamuk *Aedes aegypti*

2.1.1. Taksonomi

Nyamuk *Ae. aegypti* adalah salah satu vektor penularan yang penting untuk penyakit DBD. Nyamuk *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) disebut *black-white mosquito* karena tubuhnya ditandai dengan pita atau garis-garis putih keperakan di atas dasar hitam (Soegijanto, 2006).

Menurut Soegijanto (2006), kedudukan nyamuk *Ae. aegypti* dalam klasifikasi hewan adalah sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Diptera
Famili	: Culicidae
Genus	: <i>Aedes</i>
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i>

2.1.2. Lingkungan Hidup

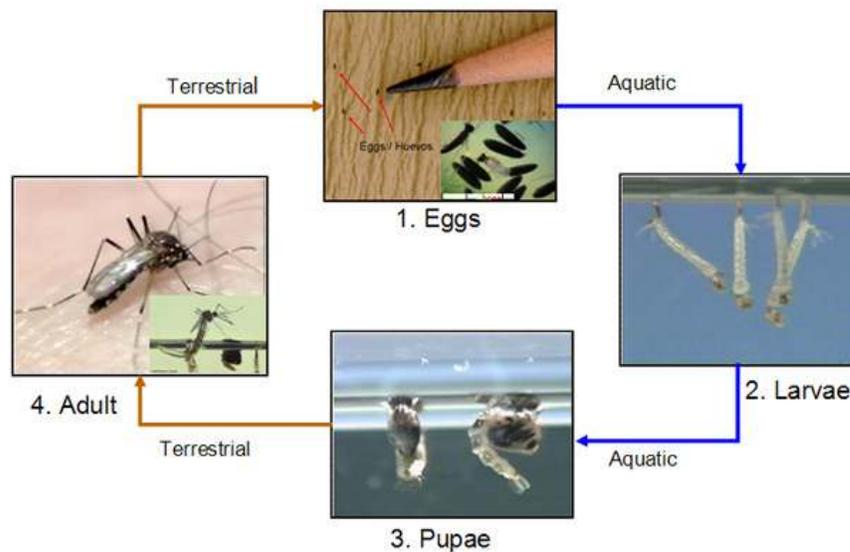
Ae. aegypti merupakan nyamuk tropis dan subtropis yang ditemukan antara garis lintang 35⁰ LU dan 35⁰ LS. Distribusinya dibatasi oleh ketinggian. Nyamuk ini biasanya tidak ditemukan di atas ketinggian 1000 m (WHO, 1999).

Nyamuk *Ae. aegypti* bersifat urban hidup di perkotaan dan lebih sering hidup di dalam dan di sekitar rumah (domestik). *Ae. aegypti* lebih menyukai tempat perkembangbiakan yang berwarna gelap, terlindung dari sinar matahari, permukaan terbuka lebar, berisi air tawar jernih dan tenang. Tempat perkembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti* terdapat di dalam rumah maupun di luar rumah. Tempat perkembangbiakan di dalam rumah yang paling sering adalah tempat penampungan air, seperti bak air mandi, baik air WC, tandon air minum, gentong tanah liat, gentong plastik, ember, drum, vas tanaman hias, dan lain-lain. Sedangkan tempat perkembangbiakan yang ada di luar rumah (halaman), seperti

drum, kaleng bekas, botol bekas, ban bekas, pot bekas, pot tanaman hias yang terisi oleh air hujan, tandon air minum, dan lain-lain (Soegijanto, 2006).

2.1.3. Morfologi dan Daur Hidup

Nyamuk *Ae. aegypti* mengalami metamorfosis sempurna (holometabola). Masa pertumbuhan dan perkembangan nyamuk *Ae. aegypti* dapat dibagi menjadi 4 tahap, yaitu telur, larva, pupa, dewasa (Soegijanto, 2006).



Gambar 1. Siklus Hidup *Aedes aegypti*
(Centers for Disease Control and Prevention, 2011)

Nyamuk betina meletakkan telurnya di atas permukaan air dalam keadaan menempel pada dinding tempat perkembangbiakannya. Seekor nyamuk betina dapat meletakkan telurnya rata-rata sebanyak 100 butir telur tiap kali bertelur. Setelah kira-kira 2 hari telur menetas menjadi larva lalu mengadakan pengelupasan kulit sebanyak 4 kali, tumbuh menjadi pupa dan akhirnya menjadi dewasa. Pertumbuhan dari telur sampai menjadi dewasa memerlukan waktu kira-kira 9 hari (Gandahusada *et al*, 2000).

a. Telur

Telur nyamuk *Ae. aegypti* berbentuk elips atau oval memanjang, warna hitam, ukuran 0,5-5 mm, permukaan poligonal, dan tidak memiliki alat

pelampung (Soegijanto, 2006). Menurut Gandahusada *et al* (2000), telur *Ae. aegypti* mempunyai dinding yang bergaris-garis dan membentuk bangunan seperti gambaran kain kasa (Gambar 2).

Telur ini diletakkan satu per satu pada benda-benda yang terapung atau pada dinding bagian dalam tempat penampungan air (TPA) yang berbatasan langsung dengan permukaan air. Sebagian besar telur ini melekat pada dinding TPA (Soegijanto, 2006). Telur *Ae. aegypti* dapat bertahan dalam waktu lama terhadap desikasi (pengawetan dengan pengeringan) kadang selama lebih dari satu tahun (WHO, 1999).



Gambar 2. Telur *Ae.aegypti* (Foto pribadi)

b. Larva

Larva nyamuk *Ae. aegypti* tubuhnya memanjang tanpa kaki dengan bulu-bulu sederhana yang tersusun bilateral simetris. Larva ini dalam perkembangannya mengalami 4 kali pergantian kulit (*ecdysis*), dan larva yang terbentuk berturut-turut disebut larva instar I, II, III, dan IV (Soegijanto, 2006).

Larva instar I memiliki tubuh yang sangat kecil, warna transparan, panjang 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada (*thorax*) belum jelas, corong pernafasan (*siphon*) belum menghitam. Larva instar II bertambah besar, ukuran 2,5-3,9 mm, duri dada belum jelas, dan corong pernafasan sudah bewarna hitam. Larva instar IV telah lengkap struktur anatominya dan jelas tubuh dapat dibagi menjadi kepala (*chepal*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*) (Soegijanto, 2006).

Pada bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena, tanpa duri-duri, dan alat-alat mulut tipe pengunyah (*chewing*). Bagian dada tampak paling besar dan terdapat bulu-bulu yang simetris. Perut tersusun atas 8 ruas. Ruas perut ke-8, ada alat untuk bernafas yang disebut corong pernafasan. Corong pernafasan tanpa duri-duri, berwarna hitam, dan ada seberkas bulu-bulu (*brush*) di bagian ventral dan gigi-gigi sisir (*comb*) yang berjumlah 15-19 gigi yang tersusun dalam 1 baris (Gambar 3b). Gigi-gigi sisir dengan lekukan yang jelas membentuk gerigi. Larva ini tubuhnya langsing dan bergerak sangat lincah, bersifat fototaksis negatif, dan waktu istirahat membentuk sudut hampir tegak lurus dengan bidang permukaan air (Gambar 3a) (Soegijanto, 2006).



Gambar 3a.



Gambar 3b

Gambar 3. Larva Nyamuk *Ae. aegypti*

Gambar 3a. Larva waktu istirahat (Centers for Disease Control and Prevention, 2011)

Gambar 3b. *Comb* (gigi sisir) dengan duri samping pada sifon larva (Foto pribadi)

c. Pupa

Pupa nyamuk *Ae. aegypti* bentuk tubuhnya bengkok, dengan bagian kepala-dada (*cephalothorax*) lebih besar bila dibandingkan dengan bagian perutnya, sehingga tampak seperti tanda baca "koma" (Gambar 4). Pada bagian punggung (dorsal) dada terdapat alat bernafas seperti terompet. Pada ruas perut ke-8 terdapat sepasang alat pengayuh yang berguna untuk berenang. Alat pengayuh itu berjumbai panjang dan bulu nomor 7 pada ruas perut ke-8 tidak bercabang. Pupa adalah

bentuk tidak makan, tampak gerakannya lebih lincah bila dibandingkan dengan larva (Soegijanto, 2006).



Gambar 4. Pupa Nyamuk *Ae. aegypti* (Anonim, 2010)

d. Dewasa

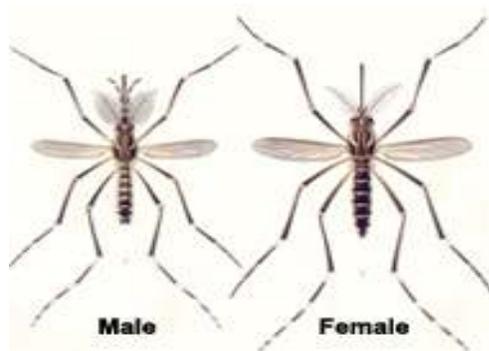
Ae. aegypti dewasa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan nyamuk rumah lainnya. Nyamuk ini memiliki warna dasar hitam dengan bintik-bintik putih pada bagian-bagian badannya terutama kakinya (Gandahusada *et al*,2000).

Tubuh nyamuk *Ae. aegypti* tersusun dari tiga bagian, yaitu kepala, dada, perut. Pada bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk, antena yang berbulu, dan probosis (Soegijanto, 2006). Untuk membedakan antara jantan dan betina, bisa dilihat dari antenanya. Antena betina berbulu jarang atau disebut tipe *pilose*, sedangkan yang jantan berbulu lebat atau tipe *plumose* (Gandahusada *et al*, 2000). Probosis pada betina digunakan untuk menghisap darah manusia, sedangkan pada jantan digunakan untuk menghisap bahan-bahan cair seperti cairan tumbuhan dan buah-buahan. Umur nyamuk *Ae. aegypti* betina berkisar antara 2 minggu sampai 3 bulan, tergantung dari kelembaban udara dan suhu disekelilingnya (Hadinegoro and Satari, 2002).

Dada nyamuk ini tersusun dari 3 ruas, *prothorax*, *mesothorax*, dan *metathorax*. Setiap ruas dada ada sepasang kaki. Pada ruas-ruas kaki

ada gelang-gelang putih, tetapi pada bagian tibia kaki belakang tidak ada gelang putih. Pada bagian dada juga terdapat sepasang sayap tanpa noda-noda hitam (Soegijanto, 2006).

Bagian punggung (*mesonotum*) ada gambaran garis-garis putih yang dapat dipakai untuk membedakan dengan jenis lain. Gambaran punggung nyamuk *Ae. aegypti* berupa sepasang garis lengkung (bentuk *lyre*) pada tepinya dan sepasang garis submedian di tengahnya. Dan di bagian perut terdiri dari 8 ruas. Pada ruas-ruas tersebut terdapat bintik-bintik putih (Soegijanto, 2006).



Gambar 5. Nyamuk *Ae. aegypti* (Anonim, 2011)

2.1.4. Hubungan antara Nyamuk *Ae. aegypti* dengan Penyakit DBD

DBD adalah penyakit febris-virus akut yang ditandai oleh empat manifestasi utama: demam tinggi, fenomena hemoragik, sering dengan hepatomegali, dan pada kasus berat dapat terjadi tanda-tanda kegagalan sirkulasi. Pada temuan laboratorium akan didapatkan trombositopenia sedang sampai nyata dengan hemokonsentrasi secara bersamaan (WHO, 1999).

Penyakit ini disebabkan oleh virus Dengue (WHO, 1999). Virus Dengue merupakan bagian dari famili *Flaviviridae* (WHO, 1999). Virus ini terdiri dari 4 serotipe, yaitu Dengue 1, 2, 3, dan 4 (Soegijanto, 2006). Dan di Indonesia serotipe yang mendominasi adalah Dengue serotipe 2 atau 3 (Hadinegoro and

Satari, 2002). Virus Dengue tipe 3 sangat berkaitan dengan kasus DBD berat (Hadinegoro and Satari, 2002).

Virus Dengue termasuk arbovirus, yaitu virus yang ditularkan melalui artropoda (WHO, 1999). Sehingga dengan kata lain nyamuk *Ae. aegypti* adalah vektor untuk penyakit DBD (WHO, 1999). Sebenarnya *Ae. albopictus* juga sebagai vektor DBD, tetapi kurang berperan dalam menyebarkan penyakit DBD (Hadinegoro and Satari, 2002). Hal ini dikarenakan *Ae. albopictus* hidup dan berkembang biak di kebun atau semak-semak sehingga jarang kontak dengan manusia (Hadinegoro and Satari, 2002).

Virus Dengue masuk ke tubuh nyamuk *Ae. aegypti* jika nyamuk ini menghisap darah seorang penderita DBD (Soegijanto, 2006). Penderita ini dalam stadium viremia, di mana virus sedang bersirkulasi dalam darah penderita tersebut (WHO, 1999). Penularan virus Dengue dari manusia ke nyamuk ini bergantung pada besarnya dan durasi viremia pada hospes manusia (WHO, 1999). Di dalam tubuh nyamuk, virus akan bereplikasi, kemudian masuk ke kelenjar air liur, dan siap untuk ditularkan lagi. Fase ini disebut *extrinsic incubation period* yang memerlukan waktu 7-14 hari (Soegijanto, 2006). Lama fase ini bergantung pada kondisi lingkungan, khususnya suhu sekitar (WHO, 1999).

Nyamuk *Ae. aegypti* bila sudah terinfeksi virus Dengue akan tetap terinfeksi sepanjang hidupnya (WHO, 1999). Hal ini dikarenakan virus Dengue tidak dapat menimbulkan *Cytopathogenic Effect* yang menyebabkan kerusakan sel inang sehingga infeksi virus Dengue pada nyamuk *Ae. aegypti* bersifat persisten (Soegijanto, 2006). Beberapa penelitian juga melaporkan adanya penularan secara vertikal (*transovarial transmission*) yaitu penularan virus Dengue dari nyamuk betina *Ae. aegypti* ke dalam telur-telurnya (Soegijanto, 2006).

Nyamuk *Ae. aegypti* lebih menyukai darah manusia daripada hewan. *Ae. aegypti* hidup di dalam dan di sekitar rumah. Nyamuk ini akan mengigit dan menghisap darah manusia lebih banyak di pagi atau sore hari, antara pukul 08.00 sampai dengan 12.00 dan 15.00 sampai dengan 17.00 WIB. Nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai kebiasaan menghisap darah berpindah-pindah dari satu individu ke individu yang lain. Hal ini dikarenakan pada siang hari manusia umumnya dalam

keadaan aktif bergerak sehingga nyamuk tidak bisa menghisap darah dengan tenang sampai kenyang pada satu individu. Nyamuk ini akan terus menghisap darah manusia sampai cukup darah untuk pertumbuhan dan perkembangan telurnya. Keadaan ini yang menyebabkan penularan DBD semakin mudah terjadi (Soegijanto, 2006).

Pengaruh lingkungan yaitu suhu dan kelembaban udara sangat mempengaruhi populasi nyamuk *Ae. aegypti*. Saat musim hujan, jumlah populasi nyamuk *Aedes* akan meningkat karena tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes* akan meningkat dan suhu yang sejuk serta kelembaban udara yang relatif tinggi sangat menguntungkan bagi kehidupan nyamuk. Sehingga kejadian DBD akan meningkat saat musim hujan (Soegijanto, 2006).

2.1.5. Pemberantasan Nyamuk *Ae. aegypti*

Pemberantasan nyamuk DBD bisa dilakukan dengan berbagai cara, seperti:

a. Pengendalian lingkungan

Pengendalian lingkungan bertujuan untuk mengurangi kontak vektor dengan manusia (WHO, 1999). Program ini digalakkan oleh pemerintah dalam bentuk di Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) (Depkes, 2004). Program PSN yang terkenal adalah gerakan 3 M, yaitu menguras tempat tempat penampungan air secara teratur sekurang-kurangnya seminggu sekali, menutup rapat-rapat tempat penampungan air, dan mengubur/ menyingkirkan barang-barang bekas yang dapat menampung air hujan (Hadinegoro and Satari, 2002).

b. Pengendalian kimiawi

Pengendalian kimiawi adalah pengendalian vektor menggunakan bahan-bahan kimia. Pengendalian kimia untuk membunuh vektor serangga sering disebut dengan insektisida.

Insektisida dapat ditujukan terhadap nyamuk dewasa atau larvanya. Insektisida yang dapat digunakan untuk nyamuk dewasa adalah golongan *organochlorine*, *organophosphor*, *carbamate*, dan *pyrethroid*. Insektisida ini diaplikasikan dalam bentuk penyemprotan. Sedangkan untuk larva, dapat

digunakan golongan *organophosphor* (Temephos) dalam bentuk granul yang dilarutkan dalam air di tempat perkembangbiakan (abatisasi) (Soegijanto, 2006).

Namun, pengendalian menggunakan zat kimia banyak menimbulkan masalah seperti meningkatnya resistensi, pencemaran lingkungan, keracunan, kematian hewan bukan sasaran dan residu (Munif, 1997). Bahkan di beberapa negara telah ditemukan resistensi terhadap zat kimia yang biasanya menjadi lini pertama dalam pengendalian larva nyamuk *Ae. aegypti* (WHO, 1999).

c. Pengendalian Biologis

Pengendalian biologis dilakukan dengan cara menggunakan organisme pemangsa, parasit, atau patogen terhadap *Ae. aegypti* (WHO, 1999). Ikan pemangsa larva, seperti ikan cupang, dan bioseida *Bacillus thuringiensis* H-14 adalah dua organisme yang paling sering digunakan (WHO, 1999). Beberapa jenis golongan cacing Nematoda, seperti *Romanomermis iyengari* dan *R. culiciforax*, merupakan pemangsa yang baik untuk larva nyamuk (Soegijanto, 2006).

2.2. Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L)

2.2.1. Taksonomi

Tanaman cengkeh memiliki nama ilmiah *Syzygium aromaticum*. Di wilayah nusantara, sebutan untuk tanaman ini sangat beragam. Di Jawa dan Sunda tanaman ini sebut cengkeh, di Bali disebut wunga, lawang, di Lampung disebut cangkih, di Nias disebut sake, di Ambon disebut pulawane, dan di Makassar disebut canke (Thomas, 1992).

Cengkeh berasal dari Maluku Utara, Kepulauan Maluku, Filipina, atau Irian. Penyebaran tanaman cengkeh ke wilayah Indonesia seperti Jawa, Sumatera, Kalimantan baru dimulai pada tahun 1870. Sampai saat ini tanaman cengkeh telah tersebar ke seluruh dunia (Tarmizi, 2010).

Menurut Ruhnyat (2007), taksonomi tanaman cengkeh adalah:

Kingdom	: Plantae(Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Myrtales
Famili	: Myrtaceae (suku jambu-jambuan)
Genus	: Syzygium
Spesies	: <i>Syzygium aromaticum</i> (L.)

2.2.2. Dekripsi Tanaman

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki batang pohon besar dan berkayu keras. Cengkeh mampu bertahan hidup puluhan bahkan sampai ratusan tahun. Pohon cengkeh tingginya dapat mencapai 20-30 meter dan cabang-cabangnya cukup lebat. Cabang-cabang dari tumbuhan cengkeh tersebut pada umumnya panjang dan dipenuhi oleh ranting-ranting kecil yang mudah patah. Mahkota atau juga lazim disebut tajuk pohon cengkeh berbentuk kerucut (Sentra IPTEK, 2005).

Daun cengkeh berwarna hijau berbentuk bulat telur memanjang dengan bagian ujung dan pangkalnya menyudut, rata-rata mempunyai ukuran lebar berkisar 2-3 cm dan panjang daun tanpa tangkai berkisar 7,5 -12,5 cm. Bunga dan buah cengkeh akan muncul pada ujung ranting daun dengan tangkai pendek serta bertandan. Pada saat masih muda bunga cengkeh berwarna keungu-unguan, kemudian berubah menjadi kuning kehijau-hijauan dan berubah lagi menjadi merah muda apabila sudah tua. Sedang bunga cengkeh kering akan berwarna coklat kehitaman dan berasa pedas sebab mengandung minyak atsiri. Umumnya cengkeh pertama kali berbuah pada umur 4-7 tahun. Tumbuhan cengkeh akan tumbuh dengan baik apabila cukup air dan mendapat sinar matahari langsung. Di Indonesia, cengkeh cocok ditanam baik di daerah daratan rendah dekat pantai

maupun di pegunungan pada ketinggian 900 meter di atas permukaan laut (Sentra IPTEK, 2005).



Gambar 6. Pohon Cengkeh (Sentra IPTEK, 2005)



Gambar 7. Bunga Cengkeh (Anonim, 2008)

2.2.3. Kandungan dan Manfaat Cengkeh

Cengkeh dikenal sebagai tanaman obat (Thomas, 1992). Cengkeh dapat digunakan untuk menghangatkan, menghilangkan rasa sakit setempat, membantu mengeluarkan angin, anti bakteri, dan menghilangkan kejang perut (Puradinata, 2010). Selain itu, cengkeh juga berkhasiat untuk mengobati kolera, menghitamkan alis mata, menambah denyut jantung, dan campak (Sentra IPTEK, 2005).

Cengkeh juga termasuk salah satu penghasil minyak atsiri yang biasa digunakan sebagai bahan baku industri farmasi maupun industri makanan (Tarmizi, 2010). Semua bagian tanaman mengandung minyak tetapi kadar tertinggi pada bunganya (Kardinan, 2003).

Bunga cengkeh mengandung sekitar 18,32% minyak atsiri dengan komposisi sebagai berikut: 2-Furankaboksaldehida (0,006); α -Kubebena (0,05); Kopaena (0,28), Kiselina valerova (0,08); Isokariofilena (15,77); α -Kariofilena (1,06); Azulena (0,04); Metil salisilat (0,12); 3,3,7,7-Tetrametil-5-(2-metil-1-propenil-1)-

trisiklo4.2.0.02.3-heptana (0,08); 5-Furfuril alkohol (0,05); Eugenol (80,94); Eugenol asetat (1,47); trans-2-Isopropilbisiklo-4.3.0-non-3-ena-8-on (0,04) (Agusta, 2000).

Dalam beberapa penelitian, bahan aktif tersebut dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*, bakteri *Pseudomonas solanacearum*, serangga hama *Stegobium paniceum*, dan nematoda *Radopholus similis* (Kardinan, 2003). Dan diduga bahwa eugenol yang merupakan komponen penyusun utama yang mempengaruhi kerja minyak atsiri bunga cengkeh. Eugenol merupakan cairan tak berwarna atau kuning pucat, bila kena cahaya matahari berubah menjadi coklat kehitaman, dan berbau spesifik (Wiratno, 2010).

Pemanfaatan eugenol sebagai bahan baku pestisida nabati dapat dilakukan melalui dua cara. Cara pertama adalah pemberian langsung, menggunakan daun atau bunga cengkeh. Cara ke dua, yaitu dengan mengolah daun dan bunga menjadi minyak cengkeh (Wiratno, 2010).

2.3. Minyak Atsiri

Minyak atsiri merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan tumbuhan sebagai pertahanan diri terhadap serangan dari luar seperti serangga atau mikroorganisme. Minyak atsiri akan menyebarkan aroma-aroma tertentu yang mempengaruhi perilaku organisme di sekitar tumbuhan tersebut. Perilaku tersebut dapat bersifat negatif bagi tumbuhan, artinya organisme tertentu akan menyukai hidup pada tumbuhan yang mengeluarkan aroma tertentu atau bersifat positif yang menyebabkan organisme tertentu tidak menyukai atau hidup di sekitar tumbuhan tersebut. Hanya tumbuhan yang mempunyai sel glandula saja yang mampu menghasilkan minyak atsiri. Famili tumbuhan Lauraceae, Myrtaceae, Rutaceae, Myristicaceae, Astereaceae, Apocynaceae, Umbeliferae, Pinaceae, Rosaceae, dan Labiateae dikenal sebagai kelompok tumbuhan penghasil minyak atsiri (Istianto, 2009).

Indonesia merupakan gudang penghasil minyak atsiri. Ratusan spesies hidup tersebar dari Sabang sampai Merauke. Beberapa contoh tanaman penghasil

minyak atsiri adalah kayu manis (*Cinnamomum burmannii*), kayu putih (*Melaleuca leucadendron*), pala (*Myristica ftagrans*), selasih (*Ocimum basilicum*), dan cengkeh (*Syzygium aromaticum L*) (Agusta, 2000).

Minyak atsiri dari setiap tumbuhan memiliki komposisi yang berbeda-beda. Komposisi ini yang menentukan kegunaan, kualitas, dan mutu dari minyak atsiri. Komposisi ini bisanya merupakan campuran yang sangat kompleks. Pada beberapa minyak atsiri memiliki komposisi dengan salah satu senyawa yang mendominasi. Contohnya pada cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) yang memiliki kandungan senyawa fenol, terutama eugenol, sekitar 85%. Senyawa yang komponen persentasenya paling tinggi yang akan menentukan sifat minyak atsiri tersebut (Agusta, 2000).

Berdasarkan proses biosintesisnya, minyak atsiri dibagi menjadi dua golongan. Golongan pertama adalah turunan terpena yang terbentuk dari asam asetat melalui jalur biosintesis asam mevalonat. Terpena ini dibagi lagi menjadi golongan oleoptena dan stearoptena. Oleoptena adalah bagian hidrokarbon di dalam minyak atsiri dan berwujud cairan. Umumnya senyawa golongan oleoptena ini terdiri dari senyawa monoterpena. Sedangkan stearoptena adalah senyawa hidrokarbon teroksigenasi yang umumnya berbentuk padat. Stearoptena umumnya terdiri atas senyawa turunan oksigen dari terpena. Golongan kedua adalah senyawa aromatik yang terbentuk dari biosintesis asam sikimat melalui jalur fenilpropenoid sehingga disebut senyawa fenilpropena. Senyawa yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah sinamaldehida, eugenol, anetol, metil salisilat, dan lain-lain (Agusta, 2000).

Sifat fisik terpenting minyak atsiri adalah sangat mudah menguap pada suhu kamar sehingga minyak atsiri banyak digunakan sebagai pengharum. Beberapa jenis tumbuhan juga digunakan dalam pengobatan karena kandungan minyak atsirinya. Minyak atsiri, seperti mentol, memiliki aktivitas antiradang. Pada konsentrasi tinggi, minyak atsiri juga dapat digunakan untuk anestetik lokal. Minyak atsiri dari kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dan pala (*Myristica ftagrans*) digunakan sebagai pelancar haid. Selain itu minyak atsiri pala (*Myristica ftagrans*) juga dapat bersifat psikoaktif. Berbeda dengan minyak lavender

(*Lavandula sp.*) dan minyak jeruk manis (*Citrus aurantium*) yang bersifat sedatif. Kebanyakan minyak atsiri juga bersifat antibakteri, antijamur, dan penolak nyamuk (Agusta, 2000).

Minyak atsiri bisa diekstraksi dengan berbagai metode. Secara garis besar, metode ekstraksi minyak atsiri dibagi menjadi dua. Yang pertama adalah metode konvensional Metode konvensional tersebut adalah penyulingan, ekspresi, ekstraksi dengan pelarut mudah menguap, pengikatan dengan lemak padat, dan lain sebagainya. Yang kedua adalah metode modern. Beberapa diantaranya adalah penyulingan molekular, penyulingan uap-ekstraksi pelarut berkelanjutan, ekstraksi superkritik, dan penyerapan dengan resin berongga besar. Keunggulan dari metode modern adalah minyak atsiri yang diperoleh berkualitas super, warnanya lebih bagus, dan aromanya lebih alami (Agusta, 2000).

2.4. Insektisida Alami

2.4.1. Pengertian

Insektisida adalah bahan yang mengandung persenyawaan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga (Gandahusada *et al*, 2000). Insektisida dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu: ovisida (insektisida untuk membunuh stadium telur), larvisida (insektisida untuk membunuh stadium larva), adultisida (insektisida untuk membunuh stadium dewasa), akarisida (insektisida untuk membunuh tungau), dan pedikulisida (insektisida untuk membunuh kutu) (Gandahusada *et al*, 2000). Menurut Siregar (2008), insektisida yang baik harus memenuhi syarat, yaitu: daya bunuh yang kuat, penggunaan yang mudah, ketahanan terhadap iklim, dan tidak berbahaya terhadap manusia. Sedangkan Suwasono (1997) mengatakan bahwa larvisida yang baik mempunyai syarat: efektif pada dosis rendah, tidak bersifat racun bagi manusia/ mamalia, tidak menyebabkan perubahan rasa, warna dan bau pada air yang diperlakukan, dan efektivitasnya lama

Insektisida ini dapat berasal dari bahan anorganik, organik alami, dan organik sintetik (Gandahusada *et la*, 2000). Insektisida anorganik dan organik sintetik saat ini masih menjadi pilihan dalam pemberantasan serangga (Kardinan, 2002). Namun, saat ini ternyata insektisida sintesis memiliki efek samping yang merugikan, seperti meningkatnya resistensi, pencemaran lingkungan, keracunan, kematian hewan bukan sasaran dan residu (Munif, 1997). Sehingga saat ini insektisida alami adalah salah satu alternatif untuk mengatasi hal tersebut (Suwasono, 1997).

Insektisida alami merupakan insektisida yang bahan dasarnya berasal dari senyawa sekunder tumbuhan (Wiratno, 2010). Beberapa senyawa sekunder tanaman yang telah berhasil diidentifikasi adalah eugenol, azadirachtin, geraniol, sitronelol, dan tanin (Wiratno, 2010). Senyawa ini dapat ditemukan di berbagai jenis tumbuhan di Indonesia, seperti: Piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium* Trev.), Bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*), Serai (*Andropogon nardus*), Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), dan banyak lagi (Kardinan, 2002).

2.4.2. Kenggulan dan Kelemahan

Menurut Kardinan (2002), insektisida alami mempunyai kelebihan dan kekurangan seperti:

a. Keunggulan

Insektisida alami tidak atau sedikit menghasilkan residu sehingga lebih aman untuk lingkungan. Sifatnya yang lebih mudah terurai di alam sehingga tidak menimbulkan resistensi pada sasaran. Bahan pembuatan insektisida alami biasanya dapat ditemukan disekitar rumah dan dapat dibuat dengan cara yang mudah.

b. Kelemahan

Namun, insektisida alami juga mempunyai kelemahan. Hasilnya relatif kurang cepat terlihat sehingga orang mungkin kurang suka menggunakan insektisida alami. Selain itu, sifat dari insektisida alami yang mudah terurai menyebabkan tingginya frekuensi penggunaan. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi stabilitas insektisida adalah suhu, kelembaban, cuaca, dan pH.

Bahan untuk insektisida alami tidak terdapat dalam jumlah besar sehingga mengganggu proses produksi.

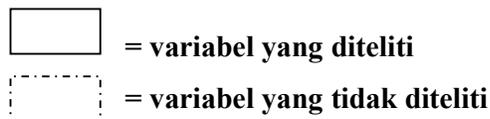
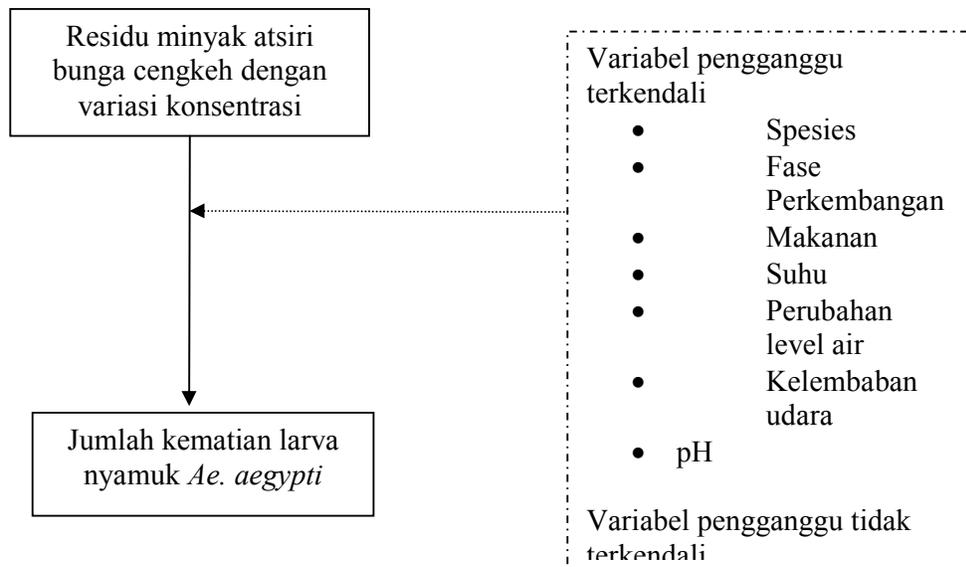
2.5. Landasan Teori

Demam berdarah dengue adalah penyakit yang insidensinya cukup tinggi. Penyakit ini dapat menular dalam waktu cepat dan menimbulkan kematian dalam waktu singkat. Penyakit ini sampai sekarang masih menjadi wabah di seluruh dunia (WHO, 2009). Pemberantasan demam berdarah dengue paling efektif dengan memutuskan rantai penularan yaitu pengendalian vektor (Depkes, 2004).

Pengendalian vektor yang biasa dilakukan dengan menggunakan insektisida kimiawi. Insektisida kimiawi yang selama ini digunakan, telah menimbulkan banyak efek negatif sehingga perlu dicari cara-cara baru untuk memberantas vektor nyamuk, salah satunya dengan penggunaan insektisida alami (Kardinan, 2002).

Insektisida alami yang dapat digunakan adalah minyak atsiri bunga cengkeh. Minyak atsiri bunga cengkeh mengandung eugenol yang mampu mengendalikan berbagai jenis insektisida, salah satunya nyamuk (Wiratno, 2010). Untuk menjadi insektisida alami yang baik, minyak atsiri bunga cengkeh harus mempunyai efektivitas lama yang digambarkan dengan efek residu yang baik.

2.6. Kerangka Konsep



2.7. Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas dapat disusun hipotesis bahwa:

1. Residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu I.
2. Residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu II.
3. Residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu III.
4. Residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v memiliki efek larvisida terhadap larva instar III nyamuk *Ae. aegypti* pada minggu IV.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental di laboratorium sesuai pengujian dalam *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides* (WHO, 2005). Rancangan penelitian yang digunakan adalah *randomized post test only control group design*, yaitu secara random dilakukan pengelompokan subyek menjadi kelompok perlakuan dan kelompok kontrol (Pratiknya, 2007). Pengukuran variabel pada kedua kelompok tersebut dilakukan setelah pemaparan sesuai dengan waktu yang ditentukan (Pratiknya, 2007). Efek perlakuan dihitung dengan membandingkan hasil observasi kelompok kontrol dan perlakuan (WHO, 2005).

3.2. Subjek penelitian dan Bahan Uji

Subyek yang diteliti adalah larva instar III *Aedes aegypti* karena ukurannya yang besar (panjang 4-5 mm) sehingga lebih mudah dalam melakukan pengamatan, morfologi sudah dapat dikenali dengan jelas, dan usianya yang belum segera menjadi pupa. Selain itu, standar yang ditetapkan WHO untuk penelitian adalah larva instar III-IV (WHO, 2005). Larva ini diperoleh dari hasil kolonisasi di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Bahan uji yang dipakai adalah minyak atsiri bunga cengkeh yang diekstrak di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia. Bahan baku pembuatan minyak atsiri adalah bunga cengkeh yang diperoleh dari daerah Gemawang Temanggung.

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia. Proses penelitian berlangsung selama 4 minggu. Untuk mengetahui efek residu minyak atsiri bunga cengkeh terhadap larva *Ae. aegypti* dilakukan perlakuan dan pengamatan tiap minggu.

3.4. Identifikasi Operasional Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang diukur pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas yaitu residu minyak atsiri bunga cengkeh dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v pada minggu ke 1, 2, 3 dan 4.
2. Variabel tergantung yaitu jumlah mortalitas larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*.
3. Variabel pengganggu terkendali yaitu spesies, fase perkembangan umur, makanan, suhu, perubahan level air, kelembaban udara, dan cuaca.
4. Variabel pengganggu tidak terkendali yaitu variasi individual larva.

3.5. Definisi Operasional Variabel

1. Minyak atsiri bunga cengkeh adalah senyawa yang berwujud cairan dan diperoleh dari bunga cengkeh melalui cara penyulingan dengan uap.
2. Minyak atsiri bunga cengkeh dengan konsentrasi 0,03% v/v diperoleh dengan cara menambahkan 0,03 ml (30 μ l) minyak atsiri bunga cengkeh yang sudah dicampur secara homogen dengan Tween 80 100% sebanyak 1 ml ke dalam 98,97 ml akuades.
3. Minyak atsiri bunga cengkeh dengan konsentrasi 0,3% v/v diperoleh dengan cara menambahkan 0,3 ml (300 μ l) minyak atsiri bunga cengkeh yang sudah dicampur secara homogen dengan Tween 80 100% sebanyak 1 ml ke dalam 98,7 ml akuades.
4. Minyak atsiri bunga cengkeh dengan konsentrasi 3% v/v diperoleh dengan cara menambahkan 3 ml (3.000 μ l) minyak atsiri bunga cengkeh yang sudah dicampur secara homogen dengan Tween 80 100% sebanyak 1 ml ke dalam 96 ml akuades.
5. Residu minyak atsiri adalah sisa minyak atsiri dalam bejana yang telah dilarutkan dan diganti airnya sebanyak 25 ml (25%) dengan jarak waktu 1 minggu.
6. Mortalitas larva adalah kematian larva yang dihitung dari jumlah larva yang mati dibandingkan jumlah larva perlakuan pada setiap kelompok

perlakuan. Larva dinyatakan mati jika saat diganggu beberapa kali tetapi larva tidak bergerak.

3.6. Validitas dan Reabilitas

Validitas pengukuran pada penelitian ini didapatkan dengan cara:

1. Randomisasi/ pengambilan secara acak sampel penelitian dalam pembagian tiap-tiap kelompok
2. Matching/ menyamakan jumlah dan ciri-ciri subjek penelitian

Sedangkan reabilitas pengukuran pada penelitian ini didapatkan dengan cara melakukan enam kali replikasi perlakuan untuk masing-masing kelompok.

3.7. Alat dan Bahan

3.7.1. Alat

1. Baki sebagai tempat pemeliharaan dan penyediaan larva *Ae. aegypti*
2. Pipet untuk mengambil larva
3. Gelas plastik sebanyak 25 buah sebagai tempat larva saat pengujian
4. Gelas ukur 100 ml untuk mengukur air masing-masing gelas uji
5. Tabung reaksi untuk melarutkan minyak atsiri dengan larutan Tween 80 100%
6. Batang gelas pengaduk untuk menentukan mati atau tidaknya larva
7. Mikropipet ukuran 1-100 μ L dan 100-1000 μ L untuk mengukur volume minyak atsiri yang akan dimasukkan ke dalam masing-masing gelas uji

3.7.2. Bahan

1. Larva instar III nyamuk *Ae. aegypti*
2. Hati ayam untuk makanan larva nyamuk *Ae. aegypti*
3. Minyak atsiri bunga cengkeh
4. Akuades
5. Tween 80 100% sebagai emulgator

3.8. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung dari penelitian yang dibuat oleh peneliti. Pengamatan dilakukan setiap minggu pada hari yang sama selama empat minggu. Penelitian dilakukan enam kali pengulangan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

3.9. Tahap Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap kegiatan yang dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

1. Penyulingan minyak atsiri dari bunga cengkeh

Diambil 1 kg bunga cengkeh, dicuci bersih kemudian dimasukkan ke dalam dandang. Setelah itu ditambah akuades sampai permukaan air berada tidak jauh di bawah saringan, kemudian dididihkan di atas kompor gas. Destilat yang keluar ditampung di dalam tabung. Selanjutnya ditambah Natrium Sulfat Anhidrat 10% untuk menghilangkan sisa-sisa air agar kadar minyak yang dihasilkan 100%. Minyak hasil destilasi ini ditutup rapat di dalam tabung lalu disimpan di tempat yang terlindung dari sinar matahari atau di dalam lemari pendingin (Rusli, 2005).

2. Kolonisasi larva *Ae. aegypti*

Telur nyamuk didapatkan dari Laboratorium Parasitologi Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Telur ini kemudian dikolonisasi di Laboratorium Parasitologi Universitas Islam Indonesia. Telur nyamuk dimasukkan ke dalam baki yang berisi 1500 ml air leding dan ditunggu 1-2 hari sampai menetas menjadi larva. Larva ini diberi makan hati ayam mentah. Setelah kira-kira 5 hari, akan didapatkan larva instar III *Ae. aegypti* dengan panjang 4-5 mm. Identifikasi dengan menggunakan lensa pembesar.

3. Pembagian kelompok

Subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

- a. Kelompok perlakuan adalah kelompok yang diberi minyak atsiri bunga cengkeh yang dicampur secara homogen dengan Tween 80 100% sebanyak 1 ml kemudian dilarutkan dalam akuades.
 - b. Kelompok kontrol adalah kelompok yang diberi Tween 80 100% ke dalam akuades
4. Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk mengetahui kelarutan emulsi minyak atsiri dengan Tween 80 100% dalam akuades. Konsentrasi yang diambil merupakan konsentrasi terbesar yang akan dipakai pada penelitian akhir. Volume Tween 80 100% yang akan diuji yaitu 0,25 ml; 0,5 ml; dan 1 ml. Langkah-langkah pengujian kelarutan emulsi minyak atsiri adalah sebagai berikut:

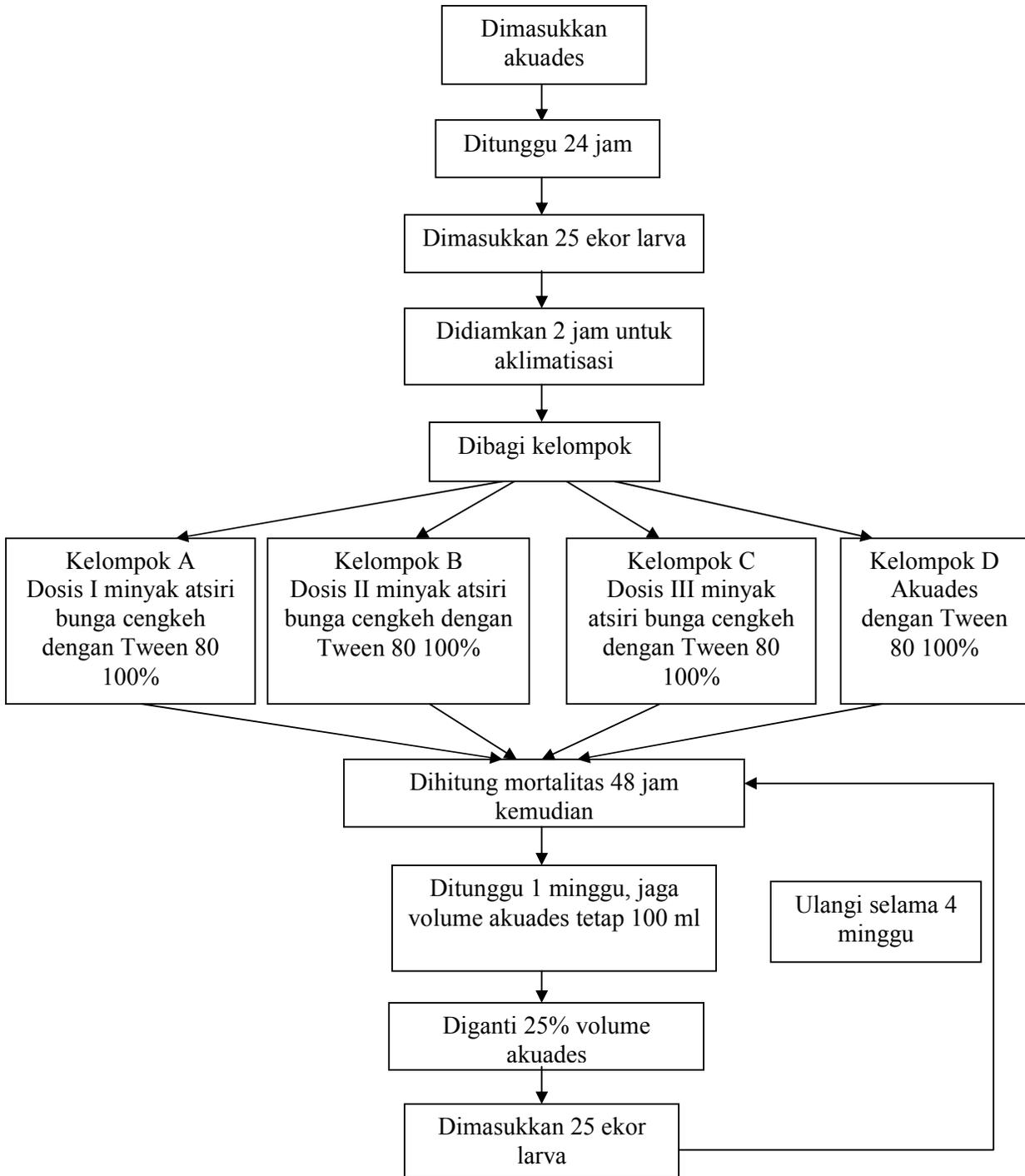
- a. Disiapkan 3 gelas uji dan masing- masing diisi akuades sebanyak 100 ml.
- b. Dibuat larutan dengan 3 ml (3000 μ l) minyak atsiri kemudian dicampurkan dengan 1 ml (1000 μ l) Tween 80 100% diaduk sampai homogen, lalu dimasukkan ke dalam 96 ml akuades.
- c. Dibuat larutan dengan 3 ml (3000 μ l) minyak atsiri kemudian dicampurkan dengan 0,5 ml (500 μ l) Tween 80 100% diaduk sampai homogen, lalu dimasukkan ke dalam 95,5 ml akuades.
- d. Dibuat larutan dengan 3 ml (3000 μ l) minyak atsiri kemudian dicampurkan dengan 0,25 ml (250 μ l) Tween 80 100% diaduk sampai homogen, lalu dimasukkan ke dalam 95,75 ml akuades.
- e. Masing-masing gelas uji diaduk sampai emulsi minyak atsiri terlarut dalam akuades.
- f. Gelas uji didiamkan selama beberapa menit, kemudian diamati apakah minyak atsiri mengapung diatas permukaan larutan atau tidak. Konsentrasi yang dipakai adalah konsentrasi terkecil yang tidak menunjukkan adanya pengapungan minyak atsiri diatas permukaan larutan.

5. Penelitian akhir

Penelitian ini dilakukan pada 5 kelompok perlakuan dengan 3 variasi konsentrasi minyak atsiri bunga cengkeh dan 1 kelompok kontrol. Konsentrasi yang akan dipakai adalah konsentrasi yang dapat membunuh larva sebanyak 90% (LC 90) (WHO, 2005). LC 90 ini didapatkan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sari yaitu 0,03% v/v (2009). Tiap konsentrasi dilakukan replikasi sebanyak enam kali. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah (WHO, 2005):

- a. Dipersiapkan sebanyak 24 gelas uji (18 bejana untuk perlakuan dan 6 bejana untuk kontrol) diisi akuades sebanyak 100 ml untuk tiap gelas
- b. Semua gelas uji dидiamkan selama 24 jam untuk pengkondisian.
- c. Dimasukkan 25 ekor larva instar III *Aedes aegypti* ke masing-masing gelas uji yang sudah berisi akuades kemudian diamkan selama 2 jam untuk aklimatisasi larva.
- d. Pada gelas uji dengan minyak atsiri 0,03% v/v (kelompok A) diambil akuades sebanyak 1,03 ml, lalu dimasukkan minyak atsiri bunga cengkeh sebanyak 0,03 ml (30 μ l) yang sudah dicampur secara homogen dengan Tween 80 100% dengan volume 1 ml.
- e. Pada gelas uji dengan minyak atsiri 0,3% v/v (kelompok B) diambil akuades sebanyak 1,3 ml, lalu dimasukkan minyak atsiri bunga cengkeh sebanyak 0,3 ml (300 μ l) yang sudah dicampur secara homogen dengan Tween 80 100% dengan volume 1 ml.
- f. Pada gelas uji dengan minyak atsiri 3% v/v (kelompok C) diambil akuades sebanyak 4 ml, lalu dimasukkan minyak atsiri bunga cengkeh sebanyak 3 ml (3000 μ l) yang sudah dicampur secara homogen dengan Tween 80 100% dengan volume 1 ml.
- g. Pada gelas kontrol (kelompok D) diambil akuades sebanyak 1 ml, lalu dimasukkan Tween 80 100% sebanyak 1 ml.
- h. Setiap kelompok dibuat replikasi enam kali.
- i. Dilakukan pengamatan 48 jam kemudian

- j. Diidentifikasi larva yang mati dengan cara diusik tetapi larva tidak bergerak. Kemudian dihitung jumlah larva yang mati.
- k. Volume akuades dipertahankan tetap 100 ml dengan menambahkan akuades sampai batas yang tertera.
- l. Setelah satu minggu, volume akuades diambil 25 ml (25%) kemudian diganti dengan akuades yang baru sehingga volume tetap 100 ml.
- m. Dimasukkan larva instar III *Aedes aegypti* ke dalam gelas perlakuan dan kontrol masing-masing 25 ekor.
- n. Diulangi langkah i-m selama 4 minggu.



Gambar 8. Skema Langkah Penelitian

3.10. Analisis Data

Pada penelitian ini yang diukur adalah persentase kematian larva instar III *Ae. aegypti* setelah diberi perlakuan pada jangka waktu yang telah ditentukan. Pengukuran persentase kematian larva dilakukan dengan menghitung jumlah lava uji yang mati selama perlakuan kemudian dibandingkan dengan jumlah larva awal sebelum perlakuan, dapat dirumuskan menjadi:

$$\text{Persentase kematian larva} = \frac{\text{jumlah larva yang mati selama perlakuan}}{\text{Jumlah larva awal sebelum perlakuan}} \times 100\%$$

Rerata persentase kematian masing-masing perlakuan pada setiap siklus (satu minggu) diperoleh dari jumlah persentase kematian masing-masing replikasi dibagi enam. Perbedaan persentase kematian larva tiap perlakuan dibandingkan secara statistik dengan uji Kruskal Wallis dan dilanjutkan dengan uji Mann-White untuk mengetahui kelompok mana yang bermakna. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan hasil perlakuan tiap minggu ditentukan secara statistik dengan analisis varian dua arah (ANOVA).

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian akhir. Hasil penelitian berupa mortalitas larva uji tiap minggu. Perbedaan persentase kematian larva tiap perlakuan dibandingkan secara statistik dengan uji Kruskal Wallis dan dilanjutkan dengan uji Mann-White untuk mengetahui kelompok mana yang bermakna. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan hasil perlakuan tiap minggu ditentukan secara statistik dengan analisis varian dua arah (ANOVA). Suhu pada penelitian ini sebesar 23-26°C, pH dijaga pada kisaran 7, dan kelembaban udara sekitar 60-76%.

4.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk mencari volume Tween 80 terkecil yang dapat melarutkan minyak atsiri bunga cengkeh dalam akuades dengan baik. Volume Tween yang dipakai adalah 0,25 ml; 0,5 ml; dan 1 ml. Dalam penelitian ini didapatkan volume Tween 80 yang dapat melarutkan dengan baik minyak atsiri bunga cengkeh dalam akuades adalah 1 ml. Hal ini ditandai dengan tidak ada pengapungan minyak atsiri di permukaan setelah didiamkan beberapa saat.

4.2. Penelitian Akhir

Hasil pengamatan pada efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh dengan konsentrasi 0,03% v/v, 0,3% v/v, dan 3% v/v terhadap larva *Ae. aegypti* setelah 48 jam waktu pemaparan dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Rerata persentase mortalitas larva *Ae. aegypti* dengan perlakuan minyak atsiri bunga cengkeh dalam 3 konsentrasi dan residu tiap minggu selama 4 minggu.

Konsentrasi minyak atsiri bunga cengkeh (% v/v)	Rerata persentase mortalitas minggu ke							
	I		II		III		IV	
0,03	91,33	KW *	82,67	KW *	37,33	KW*	14	KW*
0,3	100	p=0,000	100	p=0,000	100	p=0,000	100	p=0,000
3	100		100		100		100	
Kontrol	2,67		2,67		2,67		1,33	

*KW: Hasil Uji Kruskal Wallis

Tabel 1 menunjukkan rata-rata mortalitas larva *Ae. aegypti* pada kelompok minyak atsiri bunga cengkeh minggu ke-1 konsentrasi 0,03% v/v adalah 91,33% (SD=1,02), konsentrasi 0,3% v/v adalah 100% (SD=0,00), konsentrasi 3% v/v adalah 100% (SD=0,00), dan kontrol adalah 2,67% (SD=3,26). Pada analisis dengan uji Kruskal Wallis menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara keempat kelompok dengan derajat kemaknaan $p = 0,000$. Setelah dilanjutkan dengan analisis post hoc dengan Mann-Whitney, dapat dilihat bahwa perbedaan yang bermakna didapat dari kontrol dengan konsentrasi 0,03% v/v ($p=0,03$), kontrol dengan konsentrasi 0,3% v/v ($p=0,02$), dan kontrol dengan 3% v/v ($p=0,02$).

Rata-rata mortalitas minggu ke-2 menunjukkan hasil yaitu kelompok residu minyak atsiri bunga cengkeh konsentrasi 0,03% v/v adalah 82,67% (SD=1,44), residu 0,3% v/v adalah 100% (SD=0,00), residu 3% v/v adalah 100% (SD=0,00), dan kelompok kontrol 2,67% (SD=3,26). Pada analisis statistik Kruskal Wallis menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara keempat kelompok dengan derajat kemaknaan $p=0,000$. Setelah dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney didapatkan perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dengan residu 0,03% v/v ($p=0,003$), kelompok kontrol dengan konsentrasi residu 0,3% v/v ($p=0,002$), dan kelompok kontrol dengan residu 3% v/v ($p=0,002$). Perbedaan yang bermakna juga ditunjukkan pada residu 0,03% v/v dengan residu 0,3% v/v ($p=0,022$) dan residu 0,03% v/v dengan residu 3% ($p=0,022$).

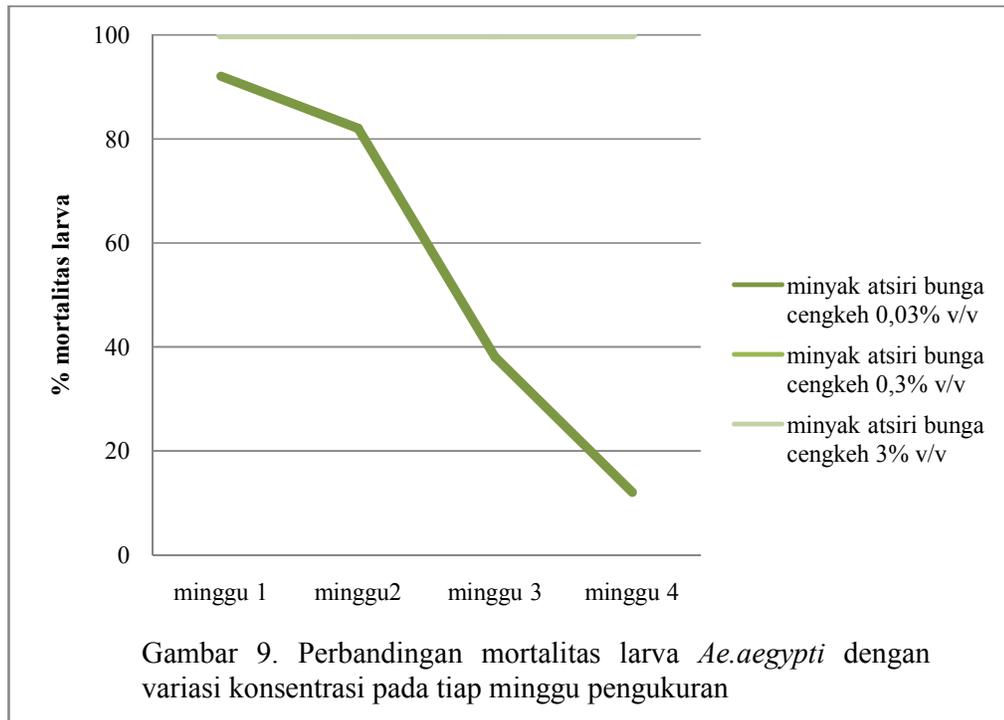
Pada rata-rata minggu ke-3 didapatkan hasil kelompok residu minyak atsiri bunga cengkeh konsentrasi 0,03% v/v adalah 37,33% (SD=6,53), residu 0,3% v/v adalah 100% (SD=0,00), residu 3% v/v adalah 100% (SD=0,00), dan kontrol adalah 2,67% v/v (SD=3,26). Analisis dengan uji Kruskal Wallis menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara keempat kelompok ($p = 0,000$). Analisis dengan uji Mann-Whitney didapatkan perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dengan residu 0,03% v/v ($p=0,003$), kontrol dengan residu 0,3% v/v ($p=0,002$), kontrol dengan residu 3% v/v ($p=0,002$). Perbedaan bermakna juga didapat dari residu 0,03% v/v dengan residu 0,3% v/v ($p=0,002$) dan residu 0,3% v/v dengan residu 3% v/v ($p=0,002$).

Pengamatan terakhir pada minggu ke-4 didapatkan rata-rata mortalitas larva *Ae. aegypti* kelompok residu minyak atsiri bunga cengkeh 0,03% v/v adalah 14% v/v (SD=4,80), residu 0,3% v/v dan residu 3% v/v adalah 100% (SD=0,00), sedangkan kontrol 1,33% (SD=2,06). Setelah dilakukan uji Kruskal Wallis didapatkan perbedaan yang bermakna diantara keempat kelompok ($p = 0,000$). Dan pada uji Mann-Whitney menunjukkan hasil yang sama dengan minggu ke-3.

Tabel 2. Hasil Uji Mann Whitney terhadap Kematian Larva *Ae. aegypti* Instar III setelah diberi minyak atsiri bunga cengkeh dalam 3 konsentrasi dan residu tiap minggu selama 4 minggu.

Minggu ke	Kelompok yang diuji	P	Hasil Uji
I	Kontrol vs 0,03% v/v	0,03	Bermakna
	Kontrol vs 0,3% v/v	0,02	Bermakna
	Kontrol vs 3% v/v	0,02	Bermakna
	0,03% v/v vs 0,3% v/v	0,059	Tidak bermakna

	0,03% v/v vs 3% v/v	0,059	Tidak bermakna
	0,3% v/v vs 3% v/v	1,000	Tidak bermakna
II	Kontrol vs 0,03% v/v	0,003	Bermakna
	Kontrol vs 0,3% v/v	0,002	Bermakna
	Kontrol vs 3% v/v	0,002	Bermakna
	0,03% v/v vs 0,3% v/v	0,022	Bermakna
	0,03% v/v vs 3% v/v	0,022	Bermakna
	0,3% v/v vs 3% v/v	1,000	Tidak bermakna
III	Kontrol vs 0,03% v/v	0,003	Bermakna
	Kontrol vs 0,3% v/v	0,002	Bermakna
	Kontrol vs 3% v/v	0,002	Bermakna
	0,03% v/v vs 0,3% v/v	0,002	Bermakna
	0,03% v/v vs 3% v/v	0,002	Bermakna
	0,3% v/v vs 3% v/v	1,000	Tidak bermakna
IV	Kontrol vs 0,03% v/v	0,003	Bermakna
	Kontrol vs 0,3% v/v	0,002	Bermakna
	Kontrol vs 3% v/v	0,002	Bermakna
	0,03% v/v vs 0,3% v/v	0,002	Bermakna
	0,03% v/v vs 3% v/v	0,002	Bermakna
	0,3% v/v vs 3% v/v	1,000	Tidak bermakna



Pada Gambar 9 terlihat bahwa perbedaan jumlah mortalitas antar waktu pengukuran pada setiap konsentrasi hanya terjadi pada konsentrasi 0,03% v/v. Sedangkan pada konsentrasi 0,3% v/v dan 3% v/v tidak terjadi penurunan sehingga tidak dapat dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui perbedaan yang bermakna antar waktu pengukuran. Analisis ANOVA dua arah pada konsentrasi 0,03% v/v terlihat adanya minimal dua waktu pengukuran yang berbeda secara bermakna ($p=0,04$). Pada bagian yang kedua (*Pairwise Comparasion*) terlihat perbedaan yang signifikan antara semua waktu pengukuran ($p=0,000$ kecuali minggu ke 1 dan 2 yaitu $p=0,048$)

Hasil penelitian menunjukkan residu minyak atsiri bunga cengkeh dengan LC 90 0,03% v/v menyebabkan mortalitas larva *Ae.aegypti* yang efektif selama dua minggu. Residu minggu ke-1 menghasilkan rata-rata mortalitas sebesar 91,33% dan residu minggu ke-2 sebesar 82,67%. Pada pengamatan minggu ke-3 ataupun 4 kemampuan residu minyak atsiri bunga cengkeh konsentrasi 0,03% v/v menurun secara drastis.

Penurunan tiap minggu pada dosis ini juga cukup signifikan. Hal ini bisa dilihat dari hasil uji ANOVA dua arah dimana mortalitas tiap minggu berbeda

secara bermakna. Hal ini dapat dipengaruhi oleh dua karakteristik utama dari insektisida alami, yaitu mudah terurai dan kurang stabil (Kardinan, 2002). Sehingga dapat dibuktikan bahwa minyak atsiri bunga cengkeh mudah terurai dan kurang stabil.

Jika dibandingkan dengan residu dari temefos, yang menjadi pilihan dalam pengendalian larva *Ae. aegypti*, memang efek residunya sangat berbeda jauh. Pada penelitian yang dilakukan oleh Isti'annah (2009), residu temefos dosis anjuran 1 ppm pada bulan 1 masih memiliki efek mortalitas sebesar 64%. Bahkan pemerintah menganjurkan temefos diberikan setiap 2-3 bulan sebagai cara pengendalian larva (Sungkar, 2007).

Namun, saat konsentrasi ditingkatkan 10 kali dan 100 kali menjadi 0,3% v/v dan 3% v/v didapatkan tidak terdapat penurunan mortalitas larva *Ae. aegypti* bahkan setelah diamati hingga minggu ke-5. Hal ini mungkin disebabkan oleh eugenol yang banyak terdapat di minyak atsiri bunga cengkeh (Agusta, 2000). Eugenol pada air terurai melalui volatilisasi dan degradasi mikroba (Marin Municipal Water District, 2008). Penguraian yang lambat terjadi pada konsentrasi yang dinaikkan 10 kali dan 100 kali kemungkinan dikarenakan volatilisasi pada konsentrasi yang tinggi melambat sejalan dengan tingginya kerapatan partikel yang ada.

Penguraian yang lambat pada konsentrasi yang tinggi memang memberikan keuntungan yaitu frekuensi pemberian minyak atsiri bunga cengkeh yang tidak sering. Namun, toksisitas minyak atsiri bunga cengkeh ini juga perlu diperhatikan. Jika konsentrasi dinaikkan, jumlah larva yang menunjukkan gejala toksisitas meningkat. Gejala toksisitas pada larva berupa gerakan yang berkurang dan kemudian larva berada di bawah bejana dengan tremor dan konvulsi kemudian berakhir dengan kematian (Sutthanont *et al*, 2010).

Minyak atsiri kebanyakan bekerja sebagai neurotoksik. Minyak atsiri bunga cengkeh memiliki spektrum yang cukup luas sebagai insektisida, termasuk kutu (Yang *et al*, 2003). Namun, toksisitas eugenol, yang merupakan kandungan utama minyak atsiri bunga cengkeh, terhadap mamalia sangat rendah (Koul *et al*, 2008). Toksisitas dapat terjadi jika terpapar dalam konsentrasi tinggi berupa kerusakan

hepar (FAO, 1999). WHO (1982) menyarankan konsumsi eugenol maksimal 2,5 mg/kgBB/ hari. Eugenol dalam konsentrasi 5% terbukti mampu memberikan kerusakan pada tanaman air seperti *Ambrosia artemisiifolia* (Marin Municipal Water District, 2008). Pada penelitian yang dilakukan Sladky *et al* (2001) tentang efek anastesi minyak atsiri pada ikan menunjukkan jika diberikan pada konsentrasi tinggi (100 atau 200 mg/L) ikan tersebut mengalami toksisitas dan membutuhkan resusitasi segera. Dibandingkan dengan data di atas, konsentrasi minyak atsiri bunga cengkeh pada penelitian ini termasuk rendah sehingga kemungkinan terjadi toksisitas dengan konsentrasi tersebut juga berkurang. Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang resiko toksisitas terhadap organisme non target.

Resiko toksisitas terhadap organisme non target meningkat sejalan dengan persistensi suatu insektisida (Koul *et al*, 2008). Berdasarkan sifat ini harus dipertimbangkan lagi penggunaan minyak atsiri bunga cengkeh dalam konsentrasi yang tinggi. Resistensi pestisida sintetik yang sudah terjadi saat ini terjadi karena penggunaan yang tidak tepat. Perlu dicari batas konsentrasi yang aman untuk minyak atsiri bunga cengkeh agar dapat diaplikasikan sebagai larvisida alternatif yang baik dalam masyarakat.

4.3. Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian ini tidak menggunakan organisme non target sehingga tidak diketahui efek toksisitas minyak atsiri bunga cengkeh terhadap organisme non target. Selain ini dalam penelitian ini hanya digunakan bejana berbahan plastik. Hal ini menyebabkan pengaruh bahan bejana terhadap persistensi minyak atsiri bunga cengkeh tidak dapat diketahui.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

7. Terdapat penurunan efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) konsentrasi 0,03% v/v pada minggu II, III, dan IV.
8. Tidak terdapat penurunan efek larvisida residu minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) konsentrasi 0,3% v/v dan 3% v/v pada minggu I, II, III, dan IV.

5.2. Saran

3. Perlu dilakukan penelitian menggunakan berbagai macam bahan bejana untuk mengetahui pengaruh berbagai bahan bejana terhadap persistensi minyak atsiri bunga cengkeh sebagai larvisida.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh toksisitas minyak atsiri bunga cengkeh terhadap organisme non target.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang konsentrasi minimum minyak atsiri bunga cengkeh yang memiliki persistensi cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A., 2000. *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*, Penerbit ITB, Bandung.
- Anonim, 2010. Dengue Fever Alert - Fight the Aedes Aegypti Mosquito!. http://www.stlucia.gov.lc/photogallery/photo_gallery.htm. diakses pada tanggal 9 Mei 2011.
- Anonim, 2011. Aedes aegypti. <http://www.denguevirusnet.com/aedes-aegypti.html>. diakses pada tanggal 9 Mei 2011.
- Anonim, 2008. Manfaat dari Minyak Cengkeh. <http://www.petaniindonesia.com/>. diakses pada tanggal 3 Juni 2011.
- Centers for Disease Control and Prevention, 2011. Dengue: Mosquito Life-Cycle. www.cdc.gov/dengue/. diakses pada tanggal 2 Juni 2011.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2004. Kebijakan Program P2 DBD dan Situasi Terkini DBD di Indonesia. <http://www.depkes.go.id/>. diakses pada tanggal 27 Januari 2011.
- Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta, 2010. Pengendalian Penyakit Demam Berdarah Dengue(DBD).http://kesehatan.jogjakota.go.id/bulletin/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=41&Itemid=55. diakses pada tanggal 23 Januari 2011.
- Dinas Kesehatan Propinsi D. I. Yogyakarta, 2009. *Profil Kesehatan Propinsi D.I Yogyakarta Tahun 2008*, Dinas Kesehatan Propinsi D.I. Yogyakarta, Yogyakarta.
- FAO, 1999. Toxicological Evaluation Of Some Flavouring Substances And Non-Nutritive Sweetening Agents, <http://www.inchem.org/>. Diakses pada tanggal 28 Oktober 2011.
- Hadinegoro, S. R., Satari H. I., 2002. *Demam Berdarah Dengue: Naskah Langkah Pelatihan bagi Pelatih Dokter Spesialis Anak dan Dokter Spesialis Penyakit Dalam dalam Tatalaksana Kasus DBD*, Balai Penerbit FK UI, Jakarta.

- Gandahusada, S., Ilahude, H. D., Pribadi, W., 2000. *Parasitologi Kedokteran*, edisi 3, Balai Penerbit FK UI, Jakarta.
- Isti'anah, S., 2009. Efek Residu Temefos (Abate^R) dan Piroksifen (Sumilarv^R) Terhadap Larva *Aedes aegypti* dalam Pot Tanaman Air, *Tesis*, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Istianto, M., 2009. Pemanfaatan Minyak Atsiri: Alternatif Teknologi Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Buah Yang Ramah Lingkungan, *Iptek Hortikultura*, 5, 34-38.
- Kardinan, A., 2002. *Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Kardinan, A., 2003. *Tanaman Pengusir dan Pembasmi Nyamuk*. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Koul, O., Walia, S., Dhaliwal, G.S, 2008. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints, *Biopesticides International*, 4(1): 63–84.
- Lestari, K., 2007. Epidemiologi dan Pencegahan Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia, *Farmaka*, 5: 3, 12-29.
- Marin Municipal Water District, 2008. Clove Oil (Eugenol). <http://marine../>. diakses pada tanggal 28 Oktober 2011.
- Munif, A., 1997. Pengaruh Residu Pyriprooxyfen 0,5% terhadap Pertumbuhan Larva *Aedes aegypti* pada Berbagai Simulasi Wadah Air, *Cermin Dunia Kedokteran*, 119, 42-46.
- Pratiknya, A.W., 2007. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Kedokteran & Kesehatan*, Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Puradinata, M., 2010. Cengkeh sebagai Tanaman Obat. <http://id.shvoong.com/medicine-and-health/alternative-medicine/>. diakses pada tanggal 27 Januari 2011.
- Ruhnayat, A., 2007. Memproduktifksn Cengkeh Tanaman Tua, Tanaman Terlantar. <http://www.plantamor.com/spcindex.php.srcp=spcnm=cengkeh>. diakses pada tanggal 27 Januari 2011.
- Rusli, M. S., 2010. Sukses Memproduksi Minyak Atsiri, Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Sari, N., 2009. Efek Larvasida Minyak Atsiri Bunga Cengkih (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap Larva Instar IV Nyamuk *Aedes aegypti*, *Karya*

Tulis Ilmiah, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Sentra Informasi IPTEK, 2005. Cengkeh, <http://www.iptek.net.id/ind/?mnu=1>. diakses pada tanggal 27 Januari 2011.

Siregar, 2008. Insektisida..Perlukah?, <http://www.repository.usu.ac.id/>. diakses pada tanggal 27 Januari 2011.

Sladky, K., Swanson, C.R., Stoskopf, M.K., Loomis, M. R., Lewbart, G.A., 2001. Comparative Efficacy Of Tricaine Methanesulfonate And Clove Oil For Use As Anesthetics In Red Pacu (*Piaractus brachypomus*), *American Journal of Veterinary Research*, 62:337–342.

Soegijanto, S., 2006. *Demam Berdarah Dengue*, edisi 2, Airlangga University Press, Surabaya.

Suwasono, H., 1997. Berbagai Cara Pemberantasan Larva *Aedes aegypti*, *Cermin Dunia Kedokteran*, 119, 32-34.

Sungkar, S., 2007. Pemberantasan Demam Berdarah Dengue: Sebuah Tantangan yang Harus Dijawab, *Majalah Kedokteran Indonesia*, 57(6):167-70.

Sutthanont, N., Choochote, W., Tuetun, B., Junkum, A., Jitpakd, A., Chaithong, U., Riyong, D., Pitasawat, B., 2010. . Chemical composition and larvicidal activity of edible plant-derived essential oils against the pyrethroid-susceptible and -resistant strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), *Journal of Vector Ecology*, 35 (1): 106-115.

Tarmizi, 2010. Cengkeh Sebagai Obat. <http://kimia.unp.ac.id/?p=192>. diakses tanggal 27 Januari 2011.

Thomas, A. N. S., 1992. *Tanaman Obat Tradisional*, volume 2, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

WHO, 1982. Eugenol. <http://www.inchem.org/.htm>, diakses pada tanggal 28 Oktober 2011.

WHO, 1999. *Demam Berdarah Dengue: Diagnosis, Pengobatan, Pencegahan dan Pengendalian*, edisi 2, EGC, Jakarta.

WHO, 2005. Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvacides. http://whqlibdoc.who.int/hq/2005/WHO_CDS_WHOPES_GC_DPP_2005.13.pdf. diakses pada tanggal 15 Februari 2011.

- WHO, 2009. *Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control*, WHO Press, Geneva.
- Wiratno, 2010. Beberapa Formula Pestisida Nabati dari Cengkih, *Sinar Tani* Edisi 6, 9-12.
- Yang, Y.C., Lee, S.H., Lee, W.J., Choi, D.H., Ahn, Y.J ., 2003. Ovicidal and Adulticidal Effects of *Eugenia caryophyllata* Bud and Leaf Oil Compounds on *Pediculus capitis*. *Journal Agricultur Food Chemistry* 51: 4884- 4888.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Tabel Kematian Larva Instar III *Ae. aegypti* Terhadap Minyak Atsiri Bunga Cengkeh

Waktu pengukuran	Konsentrasi (% v/v)	Mortalitas larva <i>Ae. aegypti</i>								
		Replikasi						Total	Rata-rata	%
		I	II	III	IV	V	VI			
Minggu 1	Kontrol	1	1	0	0	2	0	4	0,67	2,67
	0,03	25	25	22	21	25	19	137	22,83	91,33
	0,3	25	25	25	25	25	25	150	25	100
	3	25	25	25	25	25	25	150	25	100
Minggu 2	Kontrol	1	0	1	1	1	0	4	0,67	2,67
	0,03	25	25	20	17	20	17	124	20,67	82,67
	0,3	25	25	25	25	25	25	150	25	100
	3	25	25	25	25	25	25	150	25	100
Minggu 3	Kontrol	1	0	1	1	0	1	4	0,67	2,67
	0,03	10	12	8	8	8	10	56	9,33	37,33
	0,3	25	25	25	25	25	25	150	25	100
	3	25	25	25	25	25	25	150	25	100
Minggu 4	Kontrol	0	1	0	1	0	0	2	0,33	1,33
	0,03	4	4	2	5	2	4	21	3,5	4
	0,3	25	25	25	25	25	25	150	25	100
	3	25	25	25	25	25	25	150	25	100

Lampiran 2

Uji Kruskal Wallis

1. Minggu 1

Test Statistics^{a,b}

	mortalitas
Chi-Square	19.328
df	3
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: dosis minyak

2. Minggu 2

Test Statistics^{a,b}

	mortalitas2
Chi-Square	19.886
df	3
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: dosis minyak

3. Minggu 3

Test Statistics^{a,b}

	mortalitas3
Chi-Square	22.345
df	3
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

4. Minggu 4

Test Statistics^{a,b}

	mortalitas4
Chi-Square	22.378
df	3
Asymp. Sig.	.000

- a. Kruskal Wallis Test
- b. Grouping Variable: dosis minyak

Lampiran 3

Uji Mann-Whitney

1. Minggu 1

Ranks

dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas 0.00	6	3.50	21.00
0.03	6	9.50	57.00
Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.929
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas	0.00	6	3.50	21.00
	0.3	6	9.50	57.00
Total		12		

Test Statistics^b

	mortalitas
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.108
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas	0.00	6	3.50	21.00
	3	6	9.50	57.00
Total		12		

Test Statistics^b

	mortalitas
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.108
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002

Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a
--------------------------------	-------------------

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas	0.03	6	5.00	30.00
	0.3	6	8.00	48.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas
Mann-Whitney U	9.000
Wilcoxon W	30.000
Z	-1.892
Asymp. Sig. (2-tailed)	.059
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.180 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas	0.03	6	5.00	30.00
	3	6	8.00	48.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas
Mann-Whitney U	9.000
Wilcoxon W	30.000
Z	-1.892
Asymp. Sig. (2-tailed)	.059
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.180 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas	0.3	6	6.50	39.00
	3	6	6.50	39.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas
Mann-Whitney U	18.000
Wilcoxon W	39.000
Z	.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

2. Minggu 2

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas2	0.00	6	3.50	21.00
	0.03	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas2
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.956
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas2	0.00	6	3.50	21.00
	0.3	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas2
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.146
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas2	0.03	6	4.50	27.00
	0.3	6	8.50	51.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas2
Mann-Whitney U	6.000
Wilcoxon W	27.000
Z	-2.298
Asymp. Sig. (2-tailed)	.022
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.065 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas2	0.3	6	6.50	39.00

3	6	6.50	39.00
Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas2
Mann-Whitney U	18.000
Wilcoxon W	39.000
Z	.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

3. Minggu 3

Ranks

	dosis	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas3	0.00	6	3.50	21.00
	0.03	6	9.50	57.00
Total		12		

Test Statistics^b

	mortalitas3
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.966
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003

Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a
--------------------------------	-------------------

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis

Ranks

	dosis	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas3	0.00	6	3.50	21.00
	3	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas3
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.146
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis

Ranks

	dosis	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas3	0.00	6	3.50	21.00
	0.3	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas3
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.127
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis

Ranks

	dosis	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas3	0.03	6	3.50	21.00
	0.3	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas3
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.108
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis

4. Minggu 4

Ranks

dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas4 0.00	6	3.50	21.00
0.03	6	9.50	57.00
Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas4
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.966
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas4 0.03	6	3.50	21.00
0.3	6	9.50	57.00
Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas4
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.108

Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas4	0.03	6	3.50	21.00
	3	6	9.50	57.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas4
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.108
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Ranks

	dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas4	0.00	6	3.50	21.00
	0.3	6	9.50	57.00

Ranks

dosis minyak	N	Mean Rank	Sum of Ranks
mortalitas4 0.00	6	3.50	21.00
0.3	6	9.50	57.00
Total	12		

Test Statistics^b

	mortalitas4
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-3.146
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: dosis minyak

Lampiran 4

Uji ANOVA Two way

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	.982	53.273 ^a	3.000	3.000	.004
Wilks' lambda	.018	53.273 ^a	3.000	3.000	.004
Hotelling's trace	53.273	53.273 ^a	3.000	3.000	.004
Roy's largest root	53.273	53.273 ^a	3.000	3.000	.004

Each F tests the multivariate effect of factor1. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I) factor1	(J) factor1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	8.667 [*]	3.333	.048	.098	17.235
	3	54.000 [*]	4.351	.000	42.815	65.185
	4	79.278 [*]	5.279	.000	65.709	92.848
2	1	-8.667 [*]	3.333	.048	-17.235	-.098
	3	45.333 [*]	4.695	.000	33.264	57.403
	4	70.612 [*]	6.656	.000	53.502	87.721
3	1	-54.000 [*]	4.351	.000	-65.185	-42.815
	2	-45.333 [*]	4.695	.000	-57.403	-33.264
	4	25.278 [*]	3.099	.000	17.311	33.245
4	1	-79.278 [*]	5.279	.000	-92.848	-65.709
	2	-70.612 [*]	6.656	.000	-87.721	-53.502
	3	-25.278 [*]	3.099	.000	-33.245	-17.311