

**UJI POTENSI KNOCKDOWN EFFECT EKSTRAK ETANOL DAUN PEPAYA
(*Carica papaya L.*) TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti* DENGAN
MENGUNAKAN METODE SEMPROT**

**Tugas Akhir
Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran**



Oleh :

ISMAIL AFANDI KALAM

NIM: 145070107111010

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

UJI POTENSI KNOCKDOWN EFFECT EKSTRAK ETANOL DAUN PEPAYA (*Carica papaya* L.) TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti* DENGAN MENGGUNAKAN METODE SEMPROT

Oleh :

Ismail Afandi Kalam

NIM. 145070107111010

Telah diuji pada

Hari : Kamis

Tanggal : 29 Maret 2018


Dan dinyatakan lulus oleh :

Penguji I


dr. Eriko Prawestiningtyas, Sp.F

NIP. 197709162005012001

Pembimbing I/ Penguji II


Prof. Dr. dr. Loeki Enggar Fitri, M.Kes, Sp.Park


NIP. 196410131991032001

Pembimbing II/ Penguji III


dr. Mohammad Saifurrahman, PhD, Sp.JP (K)

NIP. 196810311997021001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kedokteran


dr. Triwanti Astuti, M.Kes., Sp.P(K)

NIP. 196310221966012001



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ismail Afandi Kalam

NIM : 145070107111010

Program Studi : Kedokteran

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir yang saya tulis ini adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 29 Maret 2018

Yang membuat pernyataan,

Ismail Afandi Kalam
NIM. 145070107111010

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT yang telah memberi petunjuk dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Uji Potensi Knockdown Effect Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica papaya L.*)

Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Dengan Menggunakan Metode Semprot”.

Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah yang disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran (S.Ked) di Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang terlibat membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Dr. dr. Sri Andarini, M.Kes selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.
2. dr. Triwahju Astuti, M.Kes., Sp.P(K) selaku Ketua Jurusan Program Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
3. Prof.Dr.dr. Loeki Enggar Fitri, M.Kes, Sp.Park selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan masukan dan nasehat.
4. dr. Mohamad Saifurrohman, PhD, Sp JP (K) selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan masukan dan nasehat.
5. dr. Eriko Prawestiningtyas, Sp.F selaku penguji I yang senantiasa memberikan masukan dan nasehat.
6. Segenap tim pengelola Tugas Akhir FKUB yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

7. Para analis di laboratorium Parasitologi yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini.

8. Orang tua saya yang selalu mendoakan, mendukung dan memberi semangat tanpa henti.

9. Kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan berkat kepada orang-orang yang telah memberikan dukungan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dalam isi maupun cara penyusunannya. Oleh karena itu, penulis membuka diri untuk kritik dan saran yang dapat membangun dari semua pihak demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan tambahan pengetahuan dan wawasan yang bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Maret 2018

Penulis

ABSTRAK

Kalam, Ismail Afandi. 2018. **Uji Potensi Knockdown Effect Ekstrak Etanol Daun pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Dengan Menggunakan Metode Semprot.** Tugas Akhir, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Pembimbing: (1) Prof.Dr.dr. Loeki Enggar Fitri, M.Kes, Sp.Park (2) dr. Mohamad Saifurrohman, PhD, Sp JP (K)

Pembawa utama untuk DBD adalah nyamuk *Aedes aegypti*. Dengan penggunaan pestisida sintetik dalam jangka waktu yang lama secara berulang-ulang dapat mencemari lingkungan, juga mengakibatkan kematian berbagai macam jenis makhluk hidup dan menimbulkan terjadinya resistensi dari hama yang diberantas. Tanaman ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) diketahui memiliki potensi sebagai insektisida alami yang terdapat kandungan alkaloid, tanin, terpenoid, saponin, flavonoid, cyanogenic glikoside. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *knockdown effect* ekstrak etanol daun pepaya terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian ini menggunakan rancangan *true experimental-post test only control group*. Penelitian menggunakan sampel 25 ekor nyamuk setiap perlakuan dan dilakukan empat kali pengulangan. Penelitian ini menggunakan larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50%, larutan aquades sebagai kontrol negatif, dan transflutrin sebagai kontrol positif. Dari hasil uji normalitas *Kolmogorov-smirnov* dan uji homogenitas didapatkan hasil normal dan homogen sehingga dilakukan uji *One-Way ANOVA* dengan $p < 0,05$ dan *Post Hoc* Tuckey menunjukkan adanya perbedaan nilai yang signifikan antara kelompok perlakuan dengan kontrol negatif. Dari uji analisis data didapatkan perbedaan nilai yang tidak signifikan ($p > 0.005$) pada kelompok perlakuan III (ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 50%) mulai dari menit ke 30. Sedangkan pada menit ke 60 sudah tidak ada perbedaan nilai yang signifikan antara kontrol positif dengan kelompok perlakuan. Sehingga didapatkan hubungan yang sangat kuat antara variabel dependen (jumlah nyamuk yang jatuh) dengan variabel independen (konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya) dengan nilai korelasi pearsonnya 0.808 dan *R square* 0.653. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya yang diberikan maka semakin besar efek *knockdown* yang didapatkan, dengan demikian ekstrak ethanol daun pepaya memiliki potensi *knockdown effect* terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

Kata Kunci: *Aedes Aegypti*, *Carica papaya L.*, *Knockdown effect*.

ABSTRACT

Kalam, Ismail Afandi. 2018. **Potention Test The Effectiveness of Ethanol Extract Papaya leaf (*Carica papaya L.*) As Knockdown Effect Against *Aedes aegypti* Mosquitoes With Spray Method**. Final Assignment, Medical Faculty of Brawijaya University. Advisor: (1) Prof.Dr.dr. Loeki Enggar Fitri, M.Kes, Sp.Park (2) dr. Mohamad Saifurrohman, PhD, Sp JP (K)

The primary vector for dengue fever is the *Aedes aegypti*. With the long-term use of synthetic pesticides to repeatedly pollute the environment, it also results in the death of various kinds of living things and causes resistance to the eradicated pest. Ethanol extract of papaya leaves (*Carica papaya L.*) are known to have potential as a natural insecticide contained alkaloids, tannins, terpenoids, saponins, flavonoids, cyanogenic glycosides. The purpose of this research is to know *knockdown effect* extract to *Aedes aegypti* mosquito. This study uses a *true experimental-post test only control group design*. The study used 25 samples of mosquitoes each treatment and performed four repetitions. This research uses avocado seed extract solution with concentration of 30%, 40% and 50%, aquades solution as negative control, and 0.28% transflutrin solution as positive control. The result of Kolmogorov-smirnov normality test and homogeneity test are normal and homogeneous, thus One-Way ANOVA test was done with $p < 0.05$ and the Post Hoc Tuckey showed a significant difference in value between the treatment group and the negative control. From the data analysis test, there was no significant difference value ($p > 0.005$) in treatment group III (ethanol extract of papaya leaves with concentration 50%) starting from minute 30. While at minute 60 there was no significant difference between positive control with treatment group. So obtained a very strong relationship between dependent variable (the number of mosquito that fall) with independent variable (concentration of ethanol extract of papaya leaves) with pearson correlation score 0.808 and R square 0.653. The relationship shows that the higher concentration ethanol extract of papaya leaves given the greater the knockdown effect obtained, thus the ethanol extract of papaya leaves has potency as *knockdown effect* against *Aedes aegypti* mosquito.

Keywords: *Aedes Aegypti*, *Carica papaya L.*, *Knockdown effect*.

DAFTAR ISI	
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Masalah Penelitian.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Demam Dengue dan Demam Berdarah Dengue.....	5
2.1.1 Etiologi.....	5
2.1.2 Epidemiologi.....	6
2.1.3 Gambaran klinis DD dan DBD.....	7
2.1.4 Mekanisme Penularan Infeksi dengue.....	8
2.1.5 Pencegahan Penularan DBD.....	9

2.2	Tinjauan tentang <i>Aedes aegypti</i>	10
2.2.1	Taksonomi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	10
2.2.2	Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	10
2.2.3	Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	13
2.2.4	Perilaku dan Kebiasaan <i>Aedes aegypti</i>	15
2.2.5	Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Sebagai Vektor DBD.....	18
2.3	Pemberantasan Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	19
2.3.1	Pemberantasan Nyamuk Dewasa.....	19
2.3.2	Pemberantasan Larva atau Jentik.....	20
2.4	Tinjauan Tentang Daun Pepaya.....	22
2.4.1	Taksonomi.....	22
2.4.2	Karakteristik Tanaman Pepaya.....	22
2.4.3	Kandungan Kimia Daun Pepaya.....	24
2.5	Insektisida.....	26
2.6	Knockdown Effect.....	29

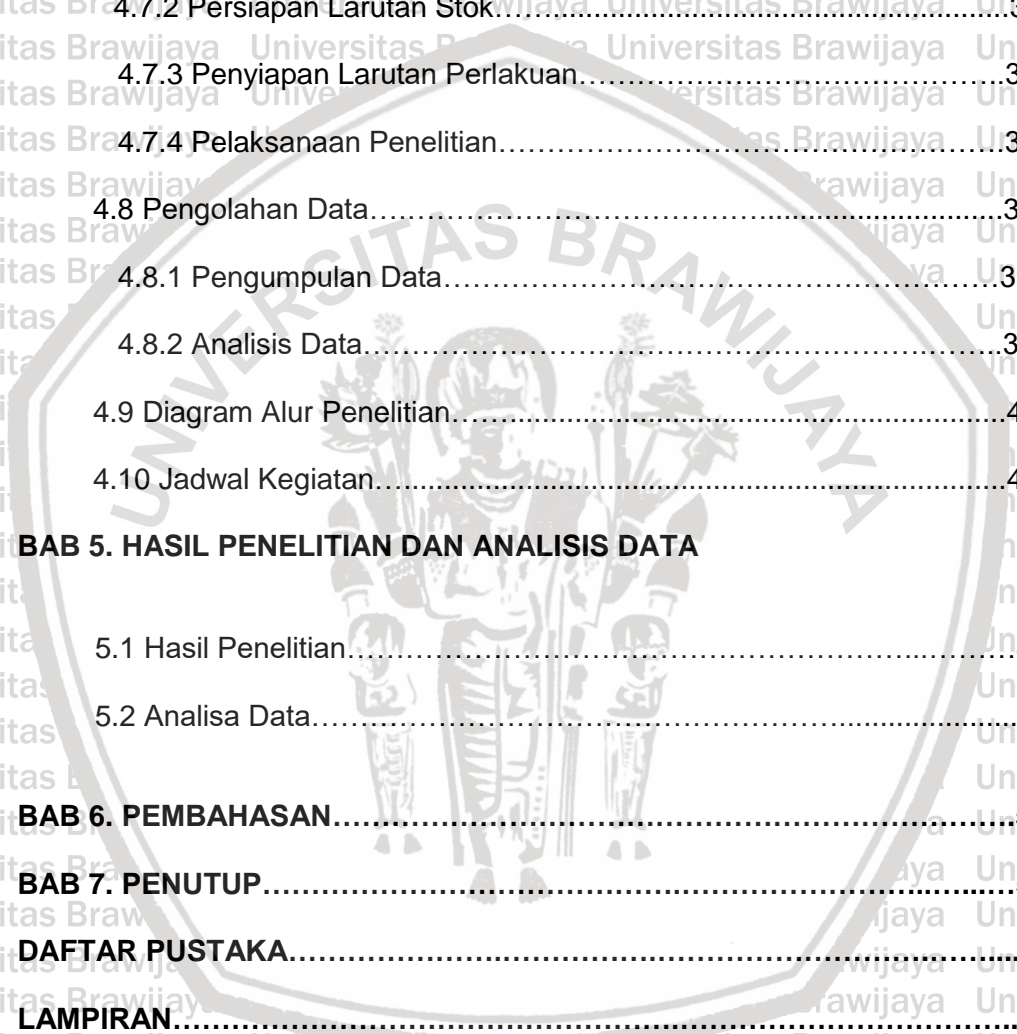
BAB 3. KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1	Kerangka Konsep.....	30
3.2	Hipotesis Penelitian.....	31

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1	Rancangan Penelitian.....	32
4.2	Populasi dan Sampel Penelitian.....	32
4.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
4.4	Variabel Penelitian.....	34
4.5	Definisi Operasional.....	34
4.6	Alat dan Bahan Penelitian.....	35

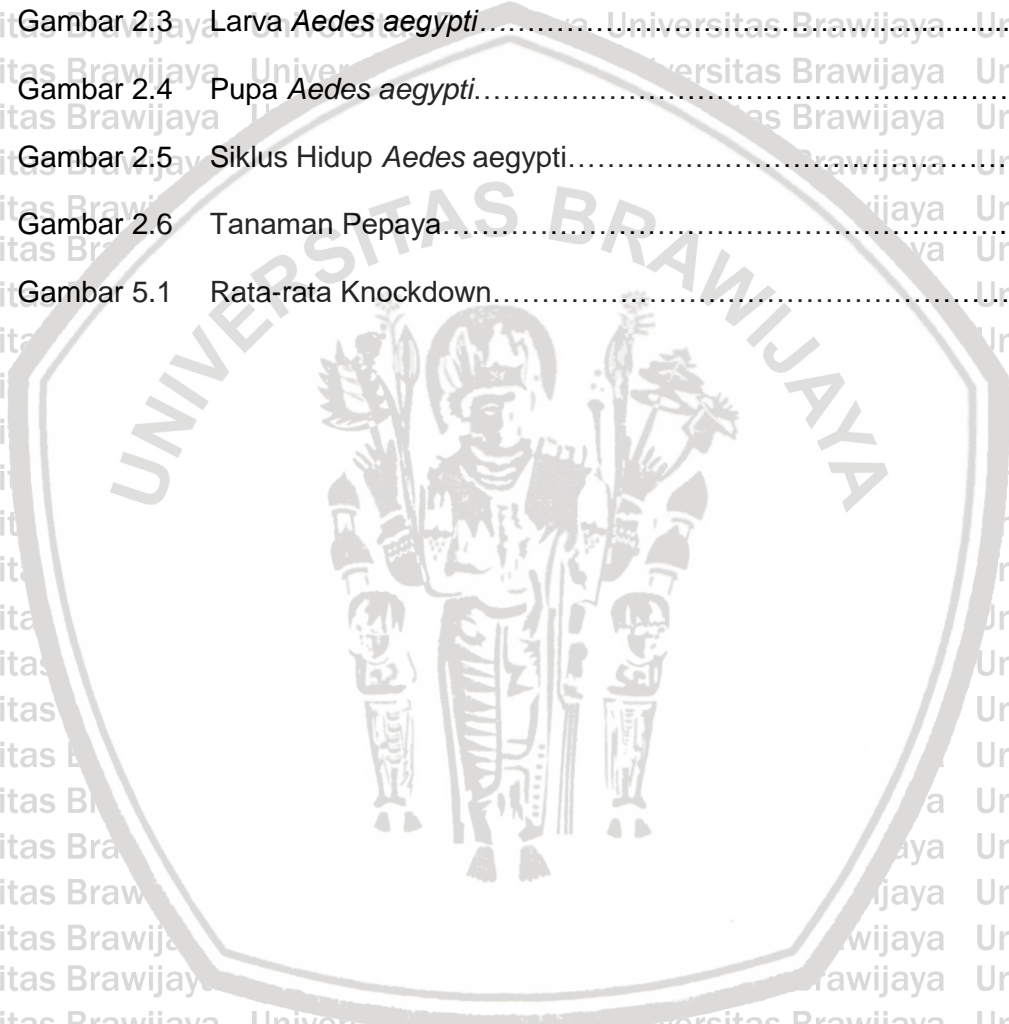
4.6.1 Alat.....	35
4.6.2 Bahan.....	35
4.7 Prosedur Penelitian.....	35
4.7.1 Pembuatan Ekstrak Daun Etanol.....	35
4.7.2 Persiapan Larutan Stok.....	37
4.7.3 Penyiapan Larutan Perlakuan.....	38
4.7.4 Pelaksanaan Penelitian.....	38
4.8 Pengolahan Data.....	39
4.8.1 Pengumpulan Data.....	39
4.8.2 Analisis Data.....	39
4.9 Diagram Alur Penelitian.....	40
4.10 Jadwal Kegiatan.....	41
BAB 5. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	
5.1 Hasil Penelitian.....	42
5.2 Analisa Data.....	44
BAB 6. PEMBAHASAN	50
BAB 7. PENUTUP	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	58



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	11
Gambar 2.2	Telur <i>Aedes aegypti</i>	12
Gambar 2.3	Larva <i>Aedes aegypti</i>	13
Gambar 2.4	Pupa <i>Aedes aegypti</i>	14
Gambar 2.5	Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i>	15
Gambar 2.6	Tanaman Pepaya.....	23
Gambar 5.1	Rata-rata Knockdown.....	43



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 5.1	Rata-rata Knockdown.....	43
Tabel 5.2	Hasil Uji Statistik One-Way ANOVA untuk Analisa Konsentrasi pada Beberapa Waktu Pengamatan	46
Tabel 5.3	Uji statistik <i>Post hoc</i> Tuckey untuk analisa perbandingan antara waktu dan konsentrasi.....	48



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1	Jumlah nyamuk <i>Aedes aegypti</i> yang jatuh pada masing masing perlakuan dan waktu pengamatan.....	58
Lampiran 2	Hasil uji Normalitas dan Homogenitas data.....	60
Lampiran 3	Hasil uji One-Way ANOVA.....	60
Lampiran 4	Hasil uji Post Hoc Tuckey.....	61
Lampiran 5	Hasil uji Korelasi dan Regresi.....	63
Lampiran 6	Foto - foto penelitian.....	64
	Lampiran 5.1 Larutan Penelitian	64
	Lampiran 5.2 Alat-alat Penelitian.....	64
	Lampiran 5.3 Bahan-bahan Penelitian.....	64
	Lampiran 5.4 Kematian Nyamuk <i>Aedes</i>	64
	Lampiran 5.5 Nyamuk <i>Aedes</i> yang hidup.....	64
	Lampiran 5.6 Kematian Nyamuk <i>Aedes</i>	64
	Lampiran 5.7 Proses Penelitian.....	65
	Lampiran 5.8 Proses Penelitian	65

DAFTAR SINGKATAN

ULV.....	19
TPA.....	20
ANOVA.....	44
SPSS.....	44



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit demam akut yang disebabkan oleh infeksi virus dengue yang ditransmisikan ke manusia lewat gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Demam Berdarah Dengue memiliki gejala seperti demam tinggi secara tiba-tiba, pendarahan dan bisa menyebabkan kematian. Demam Berdarah Dengue merupakan salah satu masalah penyakit di Indonesia (Martha et al, 2016).

Bentuk terberat dari DBD adalah sindroma syok Dengue yang angka kematiannya sangat tinggi. Usaha untuk menurunkan angka kesakitan dan kematian adalah dengan peningkatan pengelolaan klinis dan pengendalian vektor. Umumnya usaha pengendalian virus Dengue dilakukan dengan penekanan dan eradikasi nyamuk *Aedes aegypti* (Juffrie dan Focks; 2015).

Aedes aegypti merupakan vektor utama dari penyebaran virus Dengue di seluruh dunia. Sementara iklim juga sangat mempengaruhi dsitribusi geografis spesies nyamuk ini. Hubungan dekat antara *Aedes aegypti* dan manusia dengan lingkungan domestik memungkinkan spesies ini bisa bertahan di tempat yang bukan habitatnya. Spesies *Aedes aegypti* lebih banyak kita jumpai di daerah tropis (Jansen dan Beebe; 2010).

Cara yang tepat guna untuk menanggulangi penyakit ini secara tuntas adalah memberantas vektor atau nyamuk penular. Vektor DBD mempunyai tempat perkembangbiakan yakni di lingkungan tempat tinggal manusia. Nyamuk *Aedes aegypti* berkembangbiak di tempat penampungan air seperti bak mandi, drum,

tempayan dan barang-barang yang memungkinkan air tergenang seperti kaleng bekas, tempayan kelapa, dan lain-lain yang dibuang sembarang. Pemberantasan vektor DBD dilaksanakan dengan memberantas sarang nyamuk untuk membasmi jentik nyamuk *Aedes aegypti* (Lestari, 2007).

Berdasarkan data yang dilaporkan kepada *World Health Organization* (WHO) antara tahun 1968 – 2009, Asia menempati peringkat pertama dalam jumlah penderita infeksi Dengue setiap tahunnya, dan Indonesia menempati angka kematian peringkat ketiga (2.6%) diantara negara-negara Vietnam, Thailand, India, Myanmar, Amerika, Kampuchea, Malaysia, Singapore, Philippines, Sri Lanka, Laos, dan negara-negara di kepulauan Pasifik (Djunaedi, 2006). *World Health Organization* juga mencatat negara Indonesia sebagai negara dengan kasus infeksi Dengue tertinggi di Asia Tenggara (Depkes RI, 2010).

Menurut Dinas Kesehatan Kota Malang (2008) ada lima kecamatan di Kota Malang yaitu Sawojajar (Kecamatan Kedungkandang), Purwantoro (Kecamatan Blimbing), Jatimulyo (Kecamatan Lowokwaru), Klojen (Kecamatan Klojen), dan Sukun (Kecamatan Sukun) menjadi daerah endemis wabah infeksi Dengue. Pada tahun 2013 yaitu bulan Januari sampai bulan Desember tercatat 409 penderita infeksi Dengue dan 2 orang meninggal dunia (Dinkes Kota Malang, 2013).

Karena prevalensinya yang tinggi maka perlu langkah untuk mengatasi penyebaran penyakit lebih lanjut. Upaya yang dilakukan bertujuan untuk mengandalkan vektor pembawa virus Dengue yaitu nyamuk *Aedes aegypti*.

Upaya yang sampai saat ini dilakukan untuk menekan jumlah *Aedes aegypti* dengan 3M (menutup, menguras dan mengubur) belum bisa memberi dampak yang signifikan. Contoh yang lain adalah dengan menggunakan obat semprot nyamuk, *fogging*, atau menggunakan *repellant*.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber tanaman obat yang secara turun-temurun telah digunakan sebagai ramuan obat tradisional.

Masyarakat sekarang lebih memilih *back to nature* walaupun perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin modern (Krisyanella, 2009). Tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) termasuk dalam famili *caricaceae* yang telah banyak digunakan dalam pengobatan. Daun pepaya (*Carica papaya* L.) mengandung alkaloid karpainin, karpain, pseudokarpain, flavonoid, vitamin C dan E, kolin, dan karposid. Daun pepaya mengandung suatu glukosinolat yang disebut benzil isotiosianat. Daun pepaya juga mengandung mineral seperti kalium, kalsium, magnesium, tembagan zatbesi, zinc dan mangan (Milind dan Gurdita; 2011).

Berdasarkan hasil penelitian ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya* L.) memiliki aktivitas farmakologi seperti antelmintik, antimalaria, antibakteri dan antiinflamasi (Owoyele dkk., 2008; Rehena, 2010; Bora, 2012; Nirosha dan Mangalanayaki, 2013). Kandungan kimia yang terdapat dalam ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya* L.) diduga berperan terhadap aktivitas farmakologi tersebut.

Beberapa peneliti melaporkan senyawa yang berasal dari tumbuhan seperti flavonoid menjadi pusat perhatian para peneliti karena senyawa ini dapat digunakan untuk melawan infeksi virus terutama virus Dengue. Flavonoid memiliki potensi aktivitas antivirus melawan virus Dengue (Muhammad dkk.,2010; Zandi dkk., 2011).

Melalui penelitian ini, kandungan flavonoid dan alkaloid dalam daun pepaya (*Carica papaya* L) diharapkan mampu menimbulkan *knock down effect* terhadap nyamuk *Aedes aegypti* sehingga memiliki potensi dalam pencegahan penyebaran penyakit DBD.

1.2. Masalah Penelitian

- a. Apakah ekstrak etanol daun pepaya memiliki efek *knockdown* terhadap nyamuk *Aedes aegypti*?
- b. Berapa *knockdown time* yang dibutuhkan ekstrak etanol daun pepaya pada nyamuk *Aedes aegypti*?
- c. Apakah ada hubungan konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya dengan potensi *knockdown* ?

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui efek *knockdown* yang dimiliki oleh ekstrak etanol daun pepaya.
- b. Untuk mengetahui *knockdown time* ekstrak etanol daun pepaya pada nyamuk *Aedes aegypti*.
- c. Untuk menganalisis hubungan konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya dengan potensi *knockdown*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Jika ternyata ekstrak etanol dari daun pepaya (*Carica papaya* L) memiliki efek *knockdown* terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, diharapkan nantinya bisa dilanjutkan untuk penelitian purifikasi dan pengemasan insektisida yang efektif.

1.4.2 Manfaat praktis

Masyarakat akan mengetahui manfaat dari daun pepaya dan lebih bisa memanfaatkan sumber daya alam di Indonesia.

BAB 2

Tinjauan Pustaka

2.1 Demam Dengue (DD) dan Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit menular yang menghasilkan spektrum manifestasi klinis yang bervariasi dari yang paling ringan, demam berdarah dan demam berdarah disertai syok atau sindrom syok dengue.

Ini disebabkan oleh virus dengue, ditularkan oleh nyamuk *Aedes*. Kasus DBD menyebar di daerah tropis, terutama di Asia Tenggara, Amerika Tengah, Amerika dan Karibia, dan menjadi penyebab kematian pada anak-anak 90% di antaranya menyerang anak di bawah 15 tahun (Candra, 2010).

Faktor risiko penularan demam berdarah adalah pertumbuhan penduduk kota yang cepat, mobilisasi penduduk karena adanya peningkatan sarana transportasi dan terganggu atau melemah sehingga pengendalian penduduk. Faktor risiko lainnya adalah kemiskinan yang mengakibatkan orang tidak memiliki kemampuan untuk menyediakan rumah yang layak dan sehat, persediaan air minum dan pembuangan limbah yang layak (Achmadi, 2008).

2.1.1 Etiologi

Penyakit Demam Dengue (DD) dan Demam Berdarah Dengue (DBD) disebabkan virus dengue yang termasuk kelompok B *Arthropod Borne Virus* (Arboviroses) yang sekarang dikenal sebagai genus *Flavivirus*, famili *Flaviviricae*, dan mempunyai 4 jenis serotipe yaitu : DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4. Infeksi salah satu serotipe akan menimbulkan antibodi terhadap serotipe yang bersangkutan, sedangkan antibodi yang terbentuk terhadap 8 serotipe lain sangat kurang, sehingga tidak dapat memberikan perlindungan yang memadai terhadap serotipe

lain. Serotipe DEN-3 merupakan serotipe yang dominan dan diasumsikan banyak yang menunjukkan manifestasi klinik yang berat (Hadinegoro *et al*, 2001).

2.1.2 Epidemiologi

Demam dengue (DD) / demam berdarah dengue (DBD) secara epidemiologi di dunia berubah secara cepat. Infeksi dengue merupakan penyakit menular melalui nyamuk (*mosquito-borne*) yang paling sering terjadi pada manusia dalam beberapa tahun terakhir, sehingga masih merupakan masalah kesehatan dunia.

World Health Organization mengestimasi bahwa 2,5 miliar manusia tinggal didaerah virus dengue bersirkulasi. Penyebaran secara geografi dari kedua vektor nyamuk dan virus dengue menyebabkan munculnya epidemi demam dengue dan demam berdarah dengue dalam dua puluh lima tahun terakhir, sehingga berkembang hiperendemisitas di perkotaan di negara tropis. Pada tahun 2007 di Asia Tenggara, dilaporkan peningkatan kasus dengue sekitar 18% dan peningkatan kasus dengue yang meninggal sekitar 15% dibanding tahun 2006.

Di Indonesia demam berdarah dengue masih merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting. Infeksi dengue terjadi secara endemis di Indonesia selama dua abad terakhir dari gejala yang ringan dan *self limiting disease* (Karyanti & Hadinegoro, 2016).

Dalam beberapa tahun terakhir, penyakit ini memiliki manifestasi klinik yang semakin berat sebagai demam berdarah dengue dan frekuensi kejadian luar biasa meningkat. Indonesia merupakan negara dengan jumlah populasi yang padat mencapai 245 juta penduduk. Hampir 60% penduduk tinggal di pulau Jawa, daerah kejadian luar biasa infeksi dengue terjadi. Walaupun demikian, penyakit

dengue banyak dilaporkan di kota besar dan pedesaan di Indonesia dan telah me-
nyebar sampai di desa-desa terpencil oleh karena perpindahan dan kepadatan
penduduk yang tinggi.

2.1.3 Gambaran klinis Demam Dengue (DD) dan Demam Berdarah Dengue (DBD)

Berdasarkan data dari Depkes RI (2005), tanda-tanda dan gejala penyakit
Demam Berdarah Dengue (DBD) antara lain:

a. Demam

Penyakit DBD didahului terjadinya demam tinggi mendadak secara terus-
menerus yang berlangsung selama 2-7 hari. Panas dapat turun pada hari ke-
3 yang kemudian naik lagi, dan pada hari ke-6 atau ke-7 panas mendadak
turun.

b. Manifestasi Perdarahan

Perdarahan dapat terjadi pada semua organ tubuh dan umumnya terjadi pada
2-3 hari setelah demam. Bentuk perdarahan yang terjadi dapat berupa:
petechiae (bintik darah pada permukaan kulit), purpura, ecchymosis (bintik
darah di bawah kulit), perdarahan konjungtiva, perdarahan dari hidung
(mimisan atau epistaksis), perdarahan gusi, hematemesis (muntah darah),
melena (buang air besar berdarah), hematuria (buang air kecil berdarah).

c. Hepatomegali atau Pembesaran Hati.

Sifat pembesaran hati antara lain ditemukan pada permulaan penyakit dan
nyeri saat ditekan dan pembesaran hati tidak sejajar beratnya penyakit

d. Shock atau Renjatan

Shock dapat terjadi pada saat demam tinggi yaitu antara hari ke- 3-7 setelah terjadinya demam. Shock terjadi karena perdarahan atau kebocoran plasma darah ke daerah ekstrasvaskuler melalui pembuluh kapiler yang rusak. Tanda-tanda terjadinya shock antara lain: kulit terasa dingin pada ujung hidung, jari, dan kaki, perasaan gelisah, nadi cepat dan lemah, tekanan nadi menurun (menjadi 20 mmHg atau kurang), tekanan darah menurun (tekanan sistolik menjadi 80 mmHg atau kurang) (Depkes RI, 2005).

e. Komplikasi

Menurut Sembel (2009), penyakit DBD dapat mengakibatkan komplikasi pada kesehatan, komplikasi tersebut dapat berupa kerusakan atau perubahan struktur otak (encephalopathy), kerusakan hati bahkan kematian (Sembel, 2009). Sampai sekarang patogenesis tidak jelas. Ada dua teori atau hipotesis imunopatogenesis DBD dan DSS yang masih kontroversial yaitu infeksi sekunder (infeksi heterologus sekunder) dan peningkatan antibodi.

2.1.4 Mekanisme penularan infeksi Dengue

Infeksi Dengue di Indonesia bersifat endemis baik di daerah perkotaan (urban) maupun di daerah pedesaan (rural). Di daerah perkotaan vektor penular utamanya adalah nyamuk *Aedes aegypti* sedangkan di daerah pedesaan oleh nyamuk *Aedes albopictus*. Namun sering terjadi bahwa kedua spesies nyamuk tersebut terdapat bersama-sama pada satu daerah, misalnya di daerah yang bersifat semi-urban (Soedarto, 2009).

Penularan virus Dengue melalui gigitan nyamuk lebih banyak terjadi di tempat yang padat penduduknya seperti di perkotaan dan pedesaan di pinggir

kota. Oleh karena itu, Infeksi Dengue ini lebih bermasalah di daerah sekitar perkotaan (Yatim, 2007).

Kota di Indonesia merupakan kota endemis Infeksi Dengue yang setiap tahunnya berkembang menjadi Kejadian Luar Biasa (KLB). Di Indonesia terdapat dua vektor yang menularkan dengue, yaitu *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Akan tetapi, saat ini, *Aedes aegypti* adalah vektor yang mendapat perhatian terbesar terhadap penyebaran infeksi Dengue karena distribusi dan hubungannya yang erat dengan manusia (Achmadi, 2008).

Menurut Soegijanto (2006), tahap replikasi dan penularan virus dengue terdiri dari:

- a. virus ditularkan ke manusia melalui saliva nyamuk
- b. virus bereplikasi dalam organ target
- c. virus menginfeksi sel darah putih dan jaringan limfatik 4. virus dilepaskan dan bersirkulasi dalam darah
- d. virus yang ada dalam darah terhisap nyamuk yang lain
- e. virus bereplikasi atau melipatgandakan diri dalam tubuh nyamuk, lalu menginfeksi kelenjar saliva
- f. virus bereplikasi dalam kelenjar saliva nyamuk *Aedes aegypti* untuk kemudian akan ditularkan kembali ke manusia (Soegijanto, 2006).

2.1.5 Pencegahan penularan DBD

Pencegahan terhadap penularan infeksi Dengue dapat dilakukan dengan pemberantasan larva dan nyamuk *Aedes aegypti* dewasa. Pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* dewasa merupakan cara terbaik mencegah penyebaran virus

Dengue. Selain itu, repelen dapat digunakan untuk mencegah gigitan nyamuk (Soedarto, 2009).

2.2 Tinjauan tentang *Aedes aegypti*

2.2.1 Taksonomi

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Subphylum	: Uniramia
Classis	: Insecta
Ordo	: Diptera
Subordo	: Nematosera
Familia	: Culicidae
Subfamilia	: Culicinae
Genus	: Aedes
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i>

(Djakaria, 2004)

2.2.2 Morfologi

Aedes aegypti mengalami metamorfosis sempurna, yaitu mengalami perubahan bentuk morfologi selama hidupnya dari stadium telur berubah menjadi stadium larva kemudian menjadi stadium pupa dan menjadi stadium dewasa. *Aedes aegypti* dewasa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran nyamuk rumah (*Culex quinquefasciatus*), mempunyai warna dasar yang hitam dengan bintik putih pada bagian badannya terutama pada bagian kakinya (Depkes RI, 2007).

a. Nyamuk dewasa

Tubuh nyamuk dewasa terdiri dari 3 bagian, yaitu kepala (*caput*), dada (*thorax*) dan perut (*abdomen*). Tubuh nyamuk berwarna hitam dan memiliki bercak dan garis-garis putih dan tampak sangat jelas pada bagian kaki dari nyamuk *Aedes aegypti*. Tubuh nyamuk dewasa memiliki panjang 5 mm. Pada bagian kepala terpasang sepasang mata majemuk, sepasang antena dan sepasang palpi, antena berfungsi sebagai organ peraba dan pembau. Pada nyamuk betina, antena berbulu pendek dan jarang (tipe *pilose*). Sedangkan pada nyamuk jantan, antena berbulu panjang dan lebat (tipe *plumose*). Thorax terdiri dari 3 ruas, yaitu *prothorax*, *mesothorax*, dan *metathorax*. Pada bagian thorax terdapat 3 pasang kaki dan pada ruas ke 2 (*mesothorax*) terdapat sepasang sayap. Abdomen terdiri dari 8 ruas dengan bercak putih keperakan pada masing-masing ruas. Pada ujung atau ruas terakhir terdapat alat kopulasi berupa cerci pada nyamuk betina dan hypogeum pada nyamuk jantan (Depkes RI, 2007).

Pada nyamuk betina, bagian mulutnya mempunyai probosis panjang untuk menembus kulit dan penghisap darah. Sedangkan pada nyamuk jantan, probosisnya berfungsi sebagai pengisap sari bunga atau tumbuhan yang mengandung gula.



Gambar 2.1 nyamuk dewasa *Aedes aegypti*
Sumber ([googleimage.com](https://www.google.com))

b. Telur *Aedes aegypti*

Seekor nyamuk betina rata-rata dapat menghasilkan 100 butir telur setiap kali bertelur dan akan menetas menjadi larva dalam waktu 2 hari pada keadaan telur terendam air. Telur *Aedes aegypti* berwarna hitam, berbentuk oval, kulit tampak garis-garis yang menyerupai sarang lebah, panjang 0,80mm, berat 0,001-0,015 mg. Telur *Aedes aegypti* dapat bertahan dalam waktu yang lama pada keadaan kering. Hal tersebut dapat membantu kelangsungan hidup spesies selama kondisi iklim yang tidak memungkinkan (Depkes RI, 2007).



Gambar 2.2 Telur *Aedes aegypti*
(Sumber : entnemdept.ufl.edu)

Pada umumnya nyamuk *Aedes aegypti* akan meletakkan telurnya pada suhu sekitar 20°sampai 30°C. Pada suhu 30°C, telur akan menetas setelah 1 sampai 3 hari dan pada suhu 16°C akan menetas dalam waktu 7 hari. Telur nyamuk *Aedes aegypti* sangat tahan terhadap kekeringan (Sudarmaja dan Mardihusodo, 2009). Pada kondisi normal, telur *Aedes aegypti* yang direndam di dalam air akan menetas sebanyak 80% pada hari pertama dan 95% pada hari kedua. Berdasarkan jenis kelaminnya, nyamuk jantan akan menetas lebih cepat dibanding nyamuk betina, serta lebih cepat menjadi dewasa. Faktor yang

mempengaruhi daya tetas telur adalah suhu, pH air perindukkan, cahaya, serta kelembaban disamping fertilitas telur itu sendiri (Soedarto, 1992).

c. Larva *Aedes aegypti*

Larva nyamuk *Aedes aegypti* selama perkembangannya mengalami 4 kali pergantian kulit larva instar I memiliki panjang 1-2 mm, tubuh transparan, siphon masih transparan, tumbuh menjadi larva instar II dalam 1 hari. Larva instar II memiliki panjang 2,5–3,9 mm, siphon agak kecoklatan, tumbuh menjadi larva instar III selama 1-2 hari. Larva instar III berukuran panjang 4-5 mm, siphon sudah berwarna coklat, tumbuh menjadi larva instar IV selama 2 hari. Larva instar IV berukuran 5-7 mm sudah terlihat sepasang mata dan sepasang antena, tumbuh menjadi pupa dalam 2-3 hari. Umur rata-rata pertumbuhan larva hingga pupa berkisar 5-8 hari. Posisi istirahat pada larva ini adalah membentuk sudut 45° terhadap bidang permukaan air (Depkes RI, 2007).



Gambar 2.3 larva *Aedes aegypti*
(Sumber : entnemdept.ufl.edu)

d. Pupa *Aedes aegypti*

Pada stadium pupa tubuh terdiri dari dua bagian, yaitu *cephalothorax* yang lebih besar dan abdomen. Bentuk tubuh membengkok. Pupa tidak memerlukan makan dan akan berubah menjadi dewasa dalam 2 hari. Dalam pertumbuhannya terjadi proses pembentukan sayap, kaki dan alat kelamin (Depkes RI, 2007).

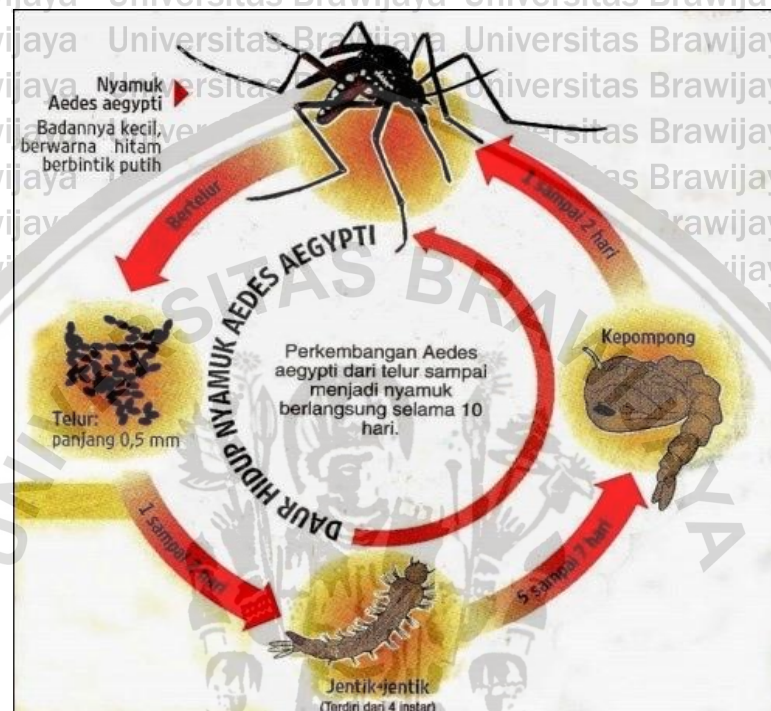


Gambar 2.4 Pupa *Aedes aegypti*
(Sumber : fmel.ifas.ufl.edu)

2.2.3 Siklus hidup *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosa sempurna, yaitu dari bentuk telur, jentik, kepompong dan nyamuk dewasa. Stadium telur, jentik, dan kepompong hidup di dalam air (aquatik), sedangkan nyamuk hidup secara teresterial (di udara bebas). Pada umumnya telur akan menetas menjadi larva dalam waktu kira-kira 2 hari setelah telur terendam air. Nyamuk betina meletakkan telur di dinding wadah di atas permukaan air dalam keadaan menempel pada dinding perindukannya. Nyamuk betina setiap kali bertelur dapat mengeluarkan telurnya sebanyak 100 butir. Fase aquatik berlangsung selama 8-12 hari yaitu stadium jentik berlangsung 6-8 hari, dan stadium kepompong (pupa) berlangsung

2-4 hari. Pertumbuhan mulai dari telur sampai menjadi nyamuk dewasa berlangsung selama 10- 14 hari. Umur nyamuk dapat mencapai 2-3 bulan (Ridad dkk., 1999).



Gambar 2.5 Siklus hidup *Aedes aegypti*
(Sumber :[googleimages.com](https://www.google.com))

2.2.4 Perilaku dan kebiasaan *Aedes aegypti*

a. Tempat Perindukan atau Berkembang biak

Tempat perkembangbiakan utama nyamuk *Aedes aegypti* adalah tempat penampungan air bersih di dalam atau di sekitar rumah, berupa genangan air yang tertampung di suatu tempat atau bejana seperti bak mandi, tempayan, tempat minum burung, dan barang bekas yang dibuang sembarangan yang pada waktu hujan akan terisi air. Nyamuk ini tidak dapat berkembang biak di genangan air yang langsung berhubungan dengan tanah (Supartha, 2008).

Tempat perindukan utama nyamuk *Aedes aegypti* dapat dikelompokkan menjadi: (1) Tempat Penampungan Air (TPA) untuk keperluan sehari-hari seperti drum, tempayan, bak mandi, bak WC, ember, dan sejenisnya, (2) Tempat Penampungan Air (TPA) bukan untuk keperluan sehari-hari seperti tempat minuman hewan, ban bekas, kaleng bekas, vas bunga, perangkap semut, dan sebagainya, dan (3) Tempat Penampungan Air (TPA) alamiah yang terdiri dari lubang pohon, lubang batu, pelepah daun, tempurung kelapa, kulit kerang, pangkal pohon pisang, dan lain-lain (Soegijanto, 2006).

b. Perilaku Menghisap Darah

Nyamuk betina membutuhkan protein untuk memproduksi telurnya. Oleh karena itu, setelah kawin nyamuk betina memerlukan darah untuk pemenuhan kebutuhan proteinnya. Nyamuk betina menghisap darah manusia setiap 2-3 hari sekali. Nyamuk betina menghisap darah pada pagi dan sore hari dan biasanya pada jam 09.00-10.00 dan 16.00-17.00 WIB. Untuk mendapatkan darah yang cukup, nyamuk betina sering menggigit lebih dari satu orang. Posisi menghisap darah nyamuk *Aedes aegypti* sejajar dengan permukaan kulit manusia (Depkes RI, 2004).

c. Perilaku Istirahat

Setelah selesai menghisap darah, nyamuk betina akan beristirahat sekitar 2-3 hari untuk mematangkan telurnya. Nyamuk *Aedes aegypti* hidup domestik, artinya lebih menyukai tinggal di dalam rumah daripada di luar rumah. Tempat beristirahat yang disenangi nyamuk ini adalah tempat-tempat yang lembab dan kurang terang seperti kamar mandi, dapur, dan WC. Di dalam rumah nyamuk ini

beristirahat di baju-baju yang digantung, kelambu, dan tirai, sedangkan di luar rumah nyamuk ini beristirahat pada tanaman-tanaman yang ada di luar rumah (Depkes RI, 2004).

d. Penyebaran

Nyamuk *Aedes aegypti* tersebar luas di daerah tropis dan sub tropis. Di Indonesia, nyamuk ini tersebar luas baik di rumah maupun tempat umum. Nyamuk ini dapat hidup dan berkembang biak sampai ketinggian daerah ± 1.000 m dari permukaan air laut. Di atas ketinggian 1.000 m nyamuk ini tidak dapat berkembang biak, karena pada ketinggian tersebut suhu udara terlalu rendah, sehingga tidak memungkinkan bagi kehidupan nyamuk tersebut. Jarak terbang nyamuk *Aedes aegypti* sekitar 100 meter. (Depkes RI, 2005)

e. Variasi Musim

Pada saat musim hujan tiba, tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* yang pada musim kemarau tidak terisi air, akan mulai terisi air. Telur yang tadinya belum sempat menetas akan menetas. Selain itu, pada musim hujan semakin banyak tempat penampungan air alamiah yang terisi air hujan dan dapat digunakan sebagai tempat berkembangbiaknya nyamuk ini. Oleh karena itu, pada musim hujan populasi nyamuk *Aedes aegypti* akan meningkat. Bertambahnya populasi nyamuk ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan penularan penyakit Dengue (Depkes RI, 2005).

2.2.5 Nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor DBD

Penyakit DBD disebabkan oleh virus Dengue. Virus Dengue adalah virus penyebab Demam Dengue (DD), Demam Berdarah Dengue (DBD) dan *Dengue Shock Syndrome* (DSS), yang termasuk dalam kelompok *B Arthropod Virus* (Arbovirus), sekarang dikenal sebagai genus *Flavivirus*, famili *Flaviviride*, dan mempunyai 4 jenis serotipe, yaitu: Den-1, Den-2, Den-3, Den-4. Demam Berdarah Dengue (DBD) ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* yang terinfeksi virus dengue. (Kementrian Kesehatan RI, 2010). Menurut Soedarto (2009), virus penyebab DBD ini mempunyai ukuran virion virus 40 nm dan terbungkus oleh kapsid. Virus ini dapat berkembang biak pada berbagai macam kultur jaringan, misalnya sel mamalia dan sel artropoda seperti *Aedes aegypti cell* (Soedarto, 2009).

Penyakit DBD merupakan penyakit endemis di Indonesia. Sejak pertama kali ditemukan pada tahun 1968 di Surabaya dan Jakarta, jumlah kasus terus meningkat baik dalam jumlah maupun luas wilayah yang terjangkau, dan secara sporadis selalu terjadi KLB setiap tahun. Kejadian Luar Biasa yang terbesar terjadi pada tahun 1998 yang dilaporkan dari 16 propinsi diperoleh *Intelligence Ratio* (IR) = 35,19 per 100.000 penduduk dengan *Case Fatality Rate* 2,0%. Pada tahun 1999, IR menurun menjadi 10,17%. Akan tetapi, pada tahun berikutnya IR cenderung meningkat, yaitu 15,99% tahun 2000, 21,66% tahun 2001, 19,24% tahun 2002, dan 23,87% pada tahun 2003. Penyebab meningkatnya jumlah kasus dan semakin bertambahnya wilayah terjangkau disebabkan oleh peningkatan sarana transportasi penduduk dari satu wilayah ke wilayah lain sehingga mempermudah mobilisasi dalam waktu singkat, adanya pemukiman-pemukiman baru, adanya

tempat penyimpanan air tradisional yang masih dipertahankan, perilaku masyarakat terhadap pembersihan sarang nyamuk yang masih kurang, vektor nyamuk yang terdapat di seluruh pelosok tanah air (kecuali di ketinggian >1000m dari permukaan air laut) dan adanya empat serotipe virus yang bersirkulasi sepanjang tahun (Depkes RI, 2004).

Vektor utama penularan DBD adalah nyamuk *Aedes aegypti*, yang biasanya aktif pada pagi dan sore hari dan lebih suka menghisap darah manusia daripada darah hewan. Nyamuk ini berkembang biak dalam air bersih pada tempat penampungan air yang tidak beralaskan tanah. Sampai saat ini penyebaran DBD masih terpusat di daerah tropis disebabkan oleh rata-rata suhu optimum pertumbuhan nyamuk adalah 25-27°C. Namun, dengan adanya pemanasan global, DBD diperkirakan akan meluas sampai ke daerah beriklim dingin (Sembel, 2009).

2.3 Pemberantasan *Aedes aegypti*

2.3.1 Pemberantasan Nyamuk Dewasa

Berdasarkan data dari Depkes RI (2005), pemberantasan nyamuk dewasa dapat dilakukan dengan cara penyemprotan (pengasapan atau pengabutan, yang sering disebut dengan istilah *fogging*) dengan menggunakan insektisida.

Insektisida yang dapat digunakan antara lain insektisida golongan:

- organophosphate, misalnya malathion
- pyretroid sintetic, misalnya lamda sihalotrin, cypermetrin, dan alfametrin - carbamat.

Alat yang digunakan untuk menyemprot adalah mesin Fog atau mesin ULV (ultra low volume). Untuk membatasi penularan virus Dengue, penyemprotan dilakukan dua siklus dengan interval 1 minggu. Dalam waktu singkat, tindakan

penyemprotan dapat membatasi penularan virus Dengue, akan tetapi tindakan ini harus diikuti dengan pemberantasan terhadap jentiknya agar populasi nyamuk penular dapat ditekan serendah-rendahnya (Depkes RI, 2005).

2.3.2 Pemberantasan Larva atau Jentik

Pemberantasan terhadap jentik *Aedes aegypti* yang dikenal dengan istilah Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN DBD) dilakukan dengan cara (Depkes RI, 2005):

a. Fisik

Pemberantasan jentik secara fisik dikenal dengan kegiatan 3M, yaitu: (i) menguras (dan menyikat) tempat penampungan air (TPA) seperti bak mandi, bak WC, dan lain-lain seminggu sekali secara teratur untuk mencegah berkembangbiakan nyamuk di tempat tersebut. Pengurasan tempat penampungan air (TPA) perlu dilakukan secara teratur sekurang-kurangnya seminggu sekali agar nyamuk tidak dapat berkembang biak di tempat tersebut. (ii) menutup tempat penampungan air rumah tangga (tempayan, drum, ember, dan lain-lain). (iii) mengubur, menyingkirkan atau memusnahkan barang bekas (kaleng, ban, dan lain-lain) yang dapat menampung air hujan.

Selain itu, ditambah dengan cara lain seperti:

- a. Mengganti air vas bunga, tempat minum burung atau tempat-tempat lainnya yang sejenis seminggu sekali.
- b. Memperbaiki saluran dan talang air yang tidak lancar atau rusak
- c. Menutup lubang pada potongan bambu dan pohon dengan tanah
- d. Menaburkan bubuk larvasida di tempat-tempat penampungan air yang sulit dikuras atau dibersihkan.

- e. Memelihara ikan pemakan jentik di kolam atau bak penampungan air
- f. Memasang kawat kasa
- g. Menghindari kebiasaan menggantung pakaian dalam kamar
- h. Mengupayakan pencahayaan dan ventilasi ruang yang memadai
- i. Menggunakan kelambu
- j. Memakai obat yang dapat mencegah gigitan nyamuk

Keseluruhan cara tersebut di atas dikenal dengan istilah 3M Plus (Depkes RI, 2005).

b. Kimia

Pengendalian jentik *Aedes aegypti* secara kimia adalah dengan menggunakan insektisida pembasmi jentik. Insektisida pembasmi jentik ini dikenal dengan istilah larvasida. Larvasida yang biasa digunakan adalah temephos. Formulasi temephos yang digunakan adalah granules (*sand granules*). Dosis yang digunakan adalah 1 ppm atau 10 gram (± 1 sendok makan rata) temephos untuk setiap 100 liter air. Larvasida dengan temephos ini mempunyai efek residu 3 bulan (Widyastuti, 2007).

c. Biologi

Pengendalian jentik secara biologi adalah dengan menggunakan ikan pemangsa sebagai musuh alami bagi jentik. Beberapa jenis ikan sebagai pemangsa untuk pengendalian jentik *Aedes aegypti* adalah *Gambusia affinis* (ikan gabus), *Poecilia reticulata* (ikan guppy), *Aplocheilichthys panchax* (ikan kepala timah), *Oreochromis mossambicus* (ikan mujair), dan *Oreochromis niloticus* (ikan nila). Penggunaan ikan pemakan larva ini umumnya digunakan untuk mengendalikan larva nyamuk *Aedes aegypti* pada kumpulan air yang banyak seperti kolam atau di kontainer air yang besar, sedangkan untuk kontainer air yang lebih kecil dapat

menggunakan *Bacillus thuringlensis* var. *Israeliensis* sebagai pemakan jentik (Gandahusada, 2008).

2.4 Tinjauan tentang daun pepaya (*Carica papaya* L)

2.4.1 Taksonomi

Regnum	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Class	: Dicotyledoneae
Ordo	: Cistales
Family	: Caricaceae
Genus	: <i>Carica</i>
Species	: <i>Carica papaya</i> L

2.4.2 Karakteristik tanaman Pepaya

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Tengah. Pepaya dapat tumbuh dengan baik di daerah yang beriklim tropis. Tanaman pepaya oleh para pedagang Spanyol disebarluaskan ke berbagai penjuru dunia. Negara penghasil pepaya antara lain Costa Rica, Republik Dominika, Puerto Riko, dan lain-lain. Brazil, India, dan Indonesia merupakan penghasil pepaya yang cukup besar (Warisno, 2003).

Haryoto (1998) mengatakan bahwa tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) baru dikenal secara umum sekitar tahun 1930 di Indonesia, khususnya dikawasan Pulau Jawa. Tanaman pepaya ini sangat mudah tumbuh di berbagai cuaca. Menurut Warisno (2003), tanaman pepaya merupakan herba menahun, dan ter-

masuk semak yang berbentuk pohon. Batang, daun, bahkan buah pepaya bergetah, tumbuh tegak, dan tingginya dapat mencapai 2,5-10 m. Batang pepaya tak berayu, bulat, berongga, dan tangkai di bagian atas terkadang dapat bercabang (Gambar 2.6). Pepaya dapat hidup pada ketinggian tempat 1 m-1.000 m dari permukaan laut dan pada kisaran suhu 22°C-26°C.

Dalimartha dan Hembing (1994) mengatakan bahwa pada tanaman pepaya daunnya berkumpul di ujung batang dan ujung percabangan, tangkainya bulat silindris, juga berongga, panjang 25-100 cm. Helai daun bulat telur dengan diameter 25-75 cm, daun berbagi menjari, ujung daun runcing, pangkal berbentuk jantung, warna permukaan atas hijau tua, permukaan bawah warnanya hijau muda, tulang daun menonjol di permukaan bawah daun. Bunga jantan berkumpul dalam tandan, mahkota berbentuk terompet, warna bunganya putih kekuningan.

Pepaya memiliki bermacam-macam bentuk, warna, dan rasa. Pepaya muda memiliki biji yang berwarna putih sedangkan yang sudah matang berwarna hitam. Tanaman ini dapat berbuah sepanjang tahun dimulai pada umur 6-7 bulan dan mulai berkurang setelah berumur 4 tahun.



Gambar 2.6 Tanaman Pepaya
Sumber (balitbu.lingbang.pertanian.go.id)

2.4.3 Kandungan kimia daun pepaya

Dari beberapa kandungan yang ada pada daun pepaya tersebut yang diduga memiliki potensi sebagai larvasida adalah enzim papain, saponin, flavonoid, dan tanin (Priyono, 2007).

a. Enzim Papain

Enzim papain adalah enzim proteolitik yang berperan dalam pemecahan jaringan ikat, dan memiliki kapasitas tinggi untuk menghidrolisis protein eksoskeleton yaitu dengan cara memutuskan ikatan peptida dalam protein sehingga protein akan menjadi terputus (Nani dan Dian, 1996).

Enzim papain dapat banyak ditemukan pada daun pepaya. Walaupun dalam dosis yang rendah, dan apabila enzim papain masuk ke dalam tubuh larva nyamuk *Aedes aegypti* akan menimbulkan reaksi kimia dalam proses metabolisme tubuh yang dapat menyebabkan terhambatnya hormon pertumbuhan. Bahkan akibat dari ketidakmampuan larva untuk tumbuh akibatnya dapat menyebabkan kematian pada larva (Nani dan Dian, 1996).

b. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa yang bersifat racun yang terkandung di dalam daun pepaya. Beberapa sifat khas dari flavonoid yaitu memiliki bau yang sangat tajam, rasanya yang pahit, dapat larut dalam air dan pelarut organik, dan juga mudah terurai pada temperatur tinggi. Dinata (2008), mengatakan bahwa flavonoid merupakan senyawa yang dapat bersifat menghambat nafsu makan serangga. Flavonoid berfungsi sebagai inhibitor pernapasan sehingga menghambat sistem pernapasan nyamuk yang dapat mengakibatkan nyamuk *Aedes aegypti*

mati (Dinata, 2008). Bagi tumbuhan pepaya itu sendiri flavonoid memiliki peran sebagai pengatur kerja antimikroba dan antivirus.

c. Saponin

Senyawa lain pada daun pepaya yang memiliki peran sebagai insektisida dan larvasida adalah saponin. Saponin merupakan senyawa terpenoid yang memiliki aktifitas mengikat sterol bebas dalam sistem pencernaan, sehingga dengan menurunnya jumlah sterol bebas akan mempengaruhi proses pergantian kulit pada serangga (Dinata, 2009). Saponin terdapat pada seluruh bagian tanaman pepaya seperti akar, daun, batang, dan bunga. Senyawa aktif pada saponin berkemampuan membentuk busa jika dikocok dengan air dan menghasilkan rasa pahit yang dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga dapat merusak membran sel serangga (Mulyana, 2002).

d. Tanin

Tanin merupakan salah satu senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol yang terdapat dalam tanaman pepaya. Mekanisme kerja senyawa tanin adalah dengan mengaktifkan sistem lisis sel karena aktifnya enzim proteolitik pada sel tubuh serangga yang terpapar tanin (Harborne, 1987).

Harborne (1987), senyawa kompleks yang dihasilkan dari interaksi tanin dengan protein tersebut bersifat racun atau toksik yang dapat berperan dalam menghambat pertumbuhan dan mengurangi nafsu makan serangga melalui penghambatan aktivitas enzim pencernaan.

Tanin mempunyai rasa yang sepat dan memiliki kemampuan menyamak kulit. Tanin terdapat luas dalam tumbuhan berpembuluh, dalam angiospermae terdapat khusus dalam jaringan kayu. Umumnya tumbuhan yang mengandung tanin

dihindari oleh hewan pemakan tumbuhan karena rasanya yang sepat. Salah satu fungsi tanin dalam tumbuhan adalah sebagai penolak hewan herbivore dan sebagai pertahanan diri bagi tumbuhan itu sendiri (Harborne, 1987).

2.5 Insektisida

Insektisida adalah pestisida khusus yang digunakan untuk membunuh serangga dan invertebrata lain. Secara harfiah insektisida berarti pembunuh serangga, berasal dari Bahasa Latin “cida” yang berarti pembunuh. Berdasarkan sifat dan cara memperolehnya insektisida dibagi menjadi insektisida anorganik dan insektisida organik. Pada umumnya insektisida modern adalah insektisida organik dan insektisida ini dibagi menjadi insektisida organik alami dan buatan. Insektisida organik alami diperoleh dengan cara penyulingan zat alami. Insektisida ini terdiri dari insektisida botanis yaitu yang diperoleh dari bahan tumbuhan dan insektisida mineral yang diperoleh dari penyulingan minyak bumi. Metode penggolongan insektisida yang lain adalah berdasarkan sifat kimianya. Kelas senyawa kimia insektisida dapat ditunjukkan berdasarkan bahan aktifnya (*active ingredient*), yaitu bahan kimia yang mempunyai efek racun (toksik). Penggolongan insektisida berdasarkan bahan aktifnya bisa dibagi menjadi dua yaitu organik dan anorganik. Insektisida organik terbagi menjadi dua yaitu alami dan buatan. Contoh dari yang alami adalah mineral dan botanis. Sedangkan yang buatan contohnya adalah hidrokarbon berklor, organofosfat, karbamat, dan piretroid (Adharini, 2008).

Hidrokarbon berklor adalah kelompok insektisida yang mengandung klor, hidrogen dan karbon, kadang-kadang juga oksigen dan belerang (S). Golongan insektisida ini adalah yang paling tua dan yang paling banyak digunakan. Walau-

pun sangat efektif, insektisida ini sekarang telah dilarang digunakan karena bertahan lama lingkungan dan membahayakan manusia. Yang tergolong hidrokarbon berklor antara lain DDT, lindane, klordan, aldrin, dieldrin, endrin dan endosulfan (Adharini, 2008)..

Organofosfat dibuat dari asam fosfat dan merupakan insektisida yang paling beracun. Berbeda dengan hidrokarbon berklor, organofosfat tidak stabil bila terkena cahaya dan cepat terurai menjadi senyawa tidak beracun. Karena cepat terurai dan sangat efektif organofosfat digunakan untuk menggantikan hidrokarbon berklor. Organofosfat dicirikan oleh adanya berbagai alkohol yang terikat pada atom fosfor (P). Yang tergolong organofosfat antara lain adalah dimethoat, dicrothophos, paration, fenthion, diazinon dan chlorpyrifos (Adharini, 2008)..

Karbamat dibuat dari asam karbamat yang persistensinya sama dengan organofosfat. Salah satu hambatan penggunaan karbamat dalam pengendalian hama adalah daya racunnya yang agak tinggi terhadap Hymenoptera, termasuk penyerbuk dan parasitoid. Dua jenis karbamat yang banyak digunakan dalam bidang pertanian adalah karbaril dan karbofuran (Adharini, 2008)..

Piretroid adalah insektisida yang menyerupai piretrum. Piretroid adalah kelompok insektisida modern yang paling cepat berkembang karena sangat efektif dan pemakaiannya cukup aman. Keuntungan peretroid dari piretrum adalah sangat beracun pada pemakaian dengan dosis rendah. Selain itu, serangga yang terkena racun ini jarang sembuh kembali dibandingkan dengan yang terkena piretrum. Contoh piretroid adalah fenvalerate, permethrin dan cypermethrin (Adharini, 2008)..

Insektisida botani diperoleh dari tumbuhan atau produk tumbuhan. Insektisida botani telah digunakan lebih dahulu dari pada insektisida lain sesudah belerang. Beberapa jenis insektisida botani yang sudah terkenal adalah piretrum yang diekstrak dari bunga *Chrysanthemum sp.*, azadirachtin yang diekstrak dari biji pohon mimba (*Azadirachta indica*), nikotin yang diekstrak dari daun tembakau dan rotenon yang diekstrak dari akar tanaman tuba (*Derris sp* dan *Lonchocarpus sp*).

Insektisida dapat digunakan dengan cara penyemprotan (*spraying*), penghembusan (*dusting*), pengabutan (*fogging*), penguapan (*fumigating*), perendaman (*dipping*) dan pengumpanan (*baiting*) (Natawiria 1973 dalam Adharini, 2008).

Soedarto dalam Tinambunan (2004), menyatakan bahwa cara masuknya racun ke dalam tubuh serangga terdiri atas 3 cara, yaitu:

1. Racun kontak (*contact poison*)

Insektisida masuk melalui eksoskelet ke dalam badan serangga dengan perantara tarsus (jari-jari kaki) pada waktu istirahat di permukaan yang mengandung residu insektisida. Pada umumnya dipakai untuk memberantas serangga yang mempunyai bentuk mulut tusuk isap.

2. Racun perut (*stomach poison*)

Insektisida masuk ke dalam badan serangga melalui mulut, jadi harus dimakan. Biasanya serangga yang diberantas dengan menggunakan insektisida ini mempunyai bentuk mulut untuk mengigit, lekat isap, kerap isap dan bentuk menghisap.

3. Racun pernapasan (*fumigants*)

Insektisida masuk 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.

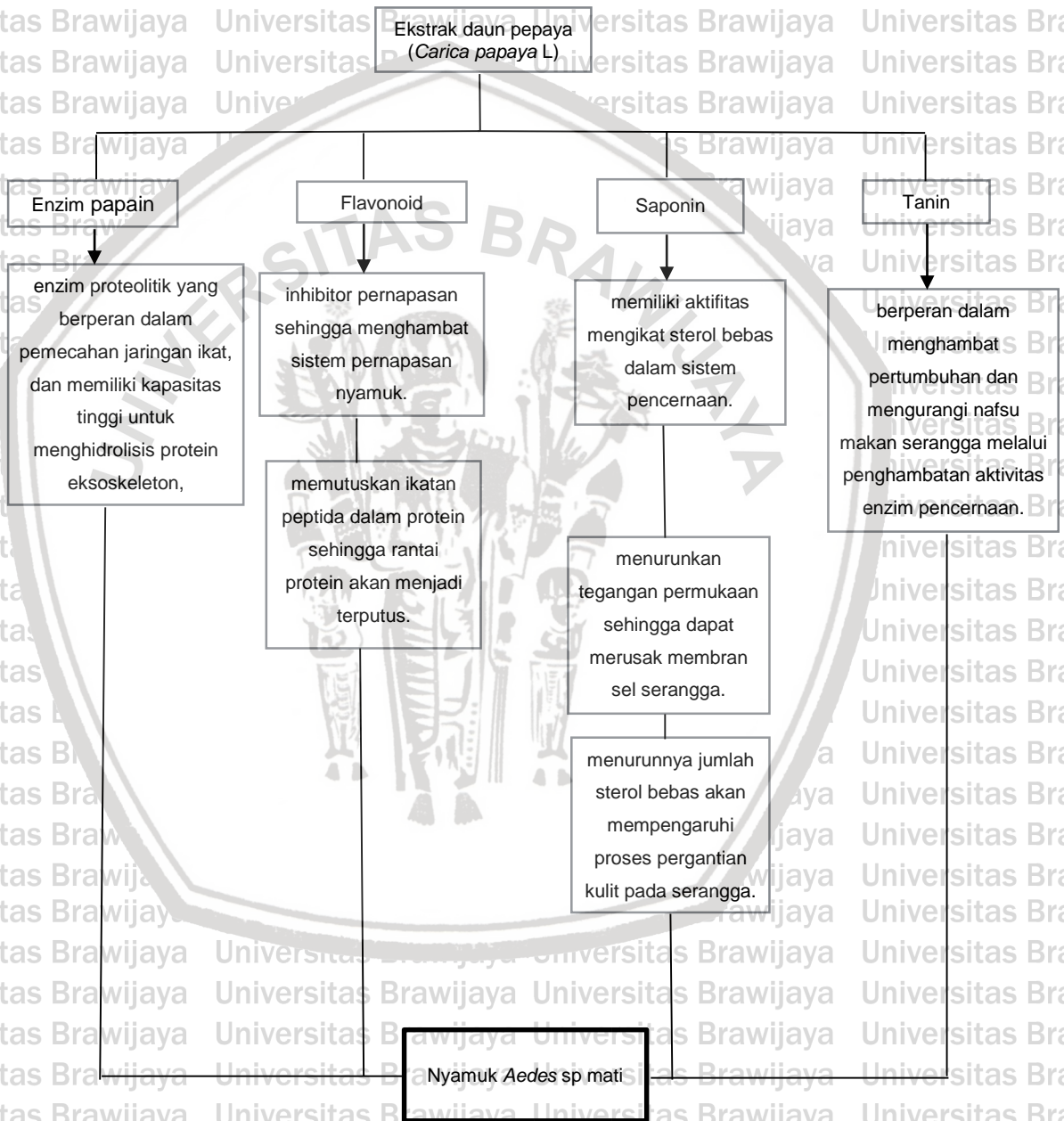
2.6 Knockdown

Insektisida bisa dikatakan baik apabila memiliki *Quick Knockdown Effect*, yaitu kemampuan untuk menjatuhkan serangga dalam jumlah besar dalam waktu cepat (Astari & Ahmad; 2005).

Knockdown Time adalah waktu yang dibutuhkan insektisida untuk menjatuhkan nyamuk. *Knockdown Time* diukur dengan menghitung jumlah nyamuk yang jatuh selama interval waktu tertentu sampai seluruh nyamuk mati. Waktu yang dibutuhkan agar semua nyamuk jatuh disebut KT100, sedangkan waktu yang dibutuhkan agar setengah dari jumlah nyamuk jatuh disebut KT50. Median *Knockdown Time* dapat digunakan untuk mengetahui efektifitas dari suatu insektisida dengan menggunakan *Insecticide Score* (Astari & Ahmad; 2005).

BAB 3

3.1 Kerangka konsep



Deskripsi kerangka konsep

Enzim papain merupakan enzim proteolitik yang berperan dalam pemecahan jaringan ikat dan memiliki kapasitas tinggi untuk menghidrolisis protein eksoskeleton, Sehingga terjadi pemutusan ikatan peptida dalam protein.

Walaupun dalam dosis yang rendah, dan apabila enzim papain masuk ke dalam tubuh larva nyamuk *Aedes aegypti* akan menimbulkan reaksi kimia dalam proses metabolisme tubuh yang dapat menyebabkan terhambatnya hormon pertumbuhan. Bahkan akibat dari ketidakmampuan larva untuk tumbuh akibatnya dapat menyebabkan kematian pada larva (Nani dan Dian, 1996).

Flavonoid berfungsi sebagai inhibitor pernapasan sehingga menghambat sistem pernapasan nyamuk yang dapat mengakibatkan nyamuk *Aedes aegypti* mati (Dinata, 2008).

Saponin merupakan senyawa terpenoid yang memiliki aktifitas mengikat sterol bebas dalam sistem pencernaan, sehingga dengan menurunnya jumlah sterol bebas akan mempengaruhi proses pergantian kulit pada serangga (Dinata, 2009).

Tanin merupakan salah satu senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol yang terdapat dalam tanaman pepaya. Mekanisme kerja senyawa tanin adalah dengan mengaktifkan sistem lisis sel karena aktifnya enzim proteolitik pada sel tubuh serangga yang terpapar tanin (Harborne, 1987).

Keempat kandungan zat diatas yang terdapat pada daun pepaya mempunyai efek pada pertumbuhan dan perkebangnan nyamuk.

3.2 Hipotesis

Ekstrak daun pepaya mempunyai knockdown time pada nyamuk *Aedes aegypti*. Dan ada hubungan antara konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya dengan potensi sebagai *knockdown* insektisida.

BAB 4 METODELOGI PENELITIAN

4.1. Rancangan penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan *true experimental-post test only control group design* yang bertujuan untuk mengetahui *knockdown time* ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

4.2. Populasi dan Sampel

4.2.1. Populasi

Populasi penelitian ini adalah nyamuk *Aedes sp.* yang dibiakkan di laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang dan telah memenuhi syarat inklusi dan telah diseleksi, yaitu masih hidup dan masih dapat bergerak secara aktif. Sedangkan yang termasuk dalam kriteria eksklusi ialah nyamuk yang mati selama percobaan dan tidak aktif bergerak.

4.2.2. Sampel

Jumlah sampel nyamuk dewasa yang digunakan adalah 25 ekor untuk setiap jenis perlakuan (WHO, 2006).

- Kontrol (-) : Kelompok yang disemprot menggunakan air.
- Kontrol (+) : Kelompok yang disemprot menggunakan Transflutrin.
- Perlakuan I : Pemberian larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 30%.
- Perlakuan II : Pemberian larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 40%.

- Perlakuan III :Pemberian larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 50%.

Perkiraan jumlah pengulangan yang akan dilakukan dengan rumus :

$$P (n-1) > \text{atau} = 15$$

$$5 (n-1) > \text{atau} = 15$$

$$5n-5 > \text{atau} = 15$$

$$5 > \text{atau} = 20$$

$$n > \text{atau} = 4$$

$$n = 4$$

Keterangan : p = jumlah kelompok coba (5)

n = jumlah pengulangan

Jadi, jumlah pengulangan yang akan diperlukan untuk penelitian ini minimal adalah 4 kali. Tiap perlakuan membutuhkan 25 ekor nyamuk dewasa dan setiap kali percobaan membutuhkan 3 kali perlakuan dan 1 kontrol negatif serta 1 kontrol positif sehingga nyamuk yang diperlukan berjumlah 125 ekor dan dilihat pengaruhnya pada menit ke 5, menit ke 10, menit ke 15, menit ke 20, menit ke 25, menit ke 30, menit ke 35, menit ke 40, menit ke 45, menit ke 50, menit ke 55, dan menit ke 60.

Pengulangan penelitian dilakukan sebanyak 4 kali selama 4 hari berturut-turut dengan menggunakan prosedur yang sama seperti di atas. Setiap pengulangan menggunakan nyamuk yang baru dengan menggunakan sisa larutan uji hari sebelumnya.

4.3 Tempat dan Waktu Penelitian

4.3.1 Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmakologi dan Parasitologi Fakultas kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

4.3.2 Waktu penelitian

4.4. Variabel Penelitian

- 1) Variabel bebas : variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (Sugiyono, 2013).

Variabel bebas pada penelitian ini adalah ekstrak etanol daun pepaya.

- 1) Variabel terikat : variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2013).

Variabel terikat pada penelitian ini adalah jumlah nyamuk *Aedes aegypti* yang mati.

4.5. Definisi Operasional

1. *True experiment-post test only group design* : merupakan rancangan penelitian yang dilakukan randomisasi pada sampel sehingga kelompok kontrol dan eksperimen dianggap sama sebelum diberi perlakuan dan tidak diadakan *pre-test*.

2. Nyamuk yang digunakan adalah nyamuk *Aedes sp.* dewasa yang dikembangkan dari larva *Aedes aegypti* dibeli dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya. Proses perkembangbiakan larva *Aedes aegypti* dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.

3. Kontrol positif adalah bahan pembanding yang telah terbukti memiliki potensi insektisida. Kontrol positif yang digunakan adalah Transflutrin.
4. Kontrol negatif adalah bahan pelarut daun pepaya yang tidak memberi pengaruh hasil penelitian. Pada penelitian ini digunakan air sebagai kontrol negatif.
5. *Knockdown Effect* yaitu kemampuan ekstrak etanol daun pepaya konsentrasi 30%, 40% dan 50% untuk melumpuhkan serangga dan diukur pada menit ke 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 dan 60 berdasar pada penelitian sebelumnya (Ardin, 2017).
6. Kotak sangkar yang digunakan adalah kotak berukuran 25cm x 25cm x 25cm yang terbuat dari kaca yang dipinjam dari Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.

4.6. Alat dan Bahan

4.6.1. Alat

Alat yang diperlukan adalah : Sprayer, Kotak sangkar yang dimodifikasi, Neraca analitik, Blender, Oven, Perkolator, Labu evaporator, Labu penampung etanol; *Evaporator, Water pump, Selang water pump, Water bath, Vacuum pump.*

4.6.2. Bahan

Bahan yang diperlukan adalah Daun pepaya (*Carica papaya* L., Etanol 96% sebagai pelarut, Aquades, Transflutrin dan Nyamuk *Aedes sp.*

4.7. Prosedur penelitian

4.7.1. Pembuatan ekstrak daun etanol

Proses pembuatan ekstrak daun pepaya pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode maserasi, yaitu dengan cara merendam serbuk simplisa dalam cairan penyari pada temperatur kamar dan terlindungi dari cahaya.

Adapun prosesnya sebagai berikut (Kusumawati, 2004):

- a. Daun pepaya yang telah disiapkan dipotong kecil-kecil.
- b. Daun pepaya yang telah dipotong, dikeringkan dengan sinar matahari tidak langsung atau diangin-anginkan selama 1 jam, kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 60-80°C selama 12 jam. Bila tidak ada oven, maka dikeringkan dengan sinar matahari langsung selama 2 hari berturut-turut selama 5-6 jam. Proses pengeringan ini dilakukan sampai daun pepaya benar-benar kering. Untuk memenuhi standar kekeringan daun dilakukan peremasan daun dan bila daun tersebut hancur berarti memenuhi standar kekeringan daun.
- c. Setelah kering, daun pepaya diblender dan ditimbang 100 gram serbuk daun pepaya.
- d. Serbuk daun pepaya tersebut kemudian dibungkus kertas saring lalu dimasukkan ke dalam botol untuk direndam dengan etanol.
- e. Pelarut etanol dimasukkan kedalam botol sampai serbuk yang terbungkus kertas saring tersebut terendam dalam pelarut etanol selama kurang lebih 1 minggu.
- f. Hasil selanjutnya dievaporasi dengan menggunakan *Rotaty Evaporator*, yang bertujuan memisahkan hasil ekstrak yang didapat dengan pelarut etanolnya.

Adapun proses evaporasi adalah sebagai berikut (Martono, 2002):

- a. Evaporator dipasang pada tiang permanen agar dapat tergantung dengan kemiringan $30-40^{\circ}$.
- b. Hasil rendaman etanol dipindahkan ke labu evaporasi.
- c. Labu evaporasi dihubungkan pada bagian evaporator, pendingin spiral dihubungkan dengan vakum dan selang plastik, sedangkan pendingin spiral lainnya dihubungkan dengan *water pump* dan selang plastik.
- d. *Water pump* ditempatkan dalam bak yang berisi aquadest, *water pump* dihubungkan dengan sumber listrik sehingga aquadest akan mengalir memenuhi pendingin spiral (ditunggu hingga air mengalir dengan rata).
- e. Labu evaporasi diatur sedemikian rupa hingga sebagian labu terendam aquades pada *water bath*.
- f. Vakum dan *water bath* dihubungkan dengan sumber listrik dan suhu pada *water bath* dinaikkan menjadi 70°C (sesuai dengan titik etanol).
- g. Sirkulasi dibiarkan berjalan sehingga hasil evaporasi tersisa dalam labu evaporasi selama kurang lebih 2-3 jam dilanjutkan dengan pemanasan dalam oven dengan suhu $50-60^{\circ}\text{C}$ selama 1-2 jam sehingga ekstrak berupa minyak kental. Ekstrak yang berupa minyak kental inilah yang digunakan dalam percobaan.
- h. Hasil ekstrak ini ditimbang dengan timbangan analitik dan disimpan di dalam lemari es untuk memperlambat kerusakan.

4.7.2 Penyiapan Larutan Stok

Penyiapan larutan stok dilakukan dengan cara mengeluarkan ekstrak daun pepaya yang telah disimpan di dalam lemari es, kemudian dibiarkan selama

kurang lebih 15-20 menit pada suhu kamar dan dianggap memiliki konsentrasi 100%.

4.7.3 Penyiapan Larutan Perlakuan

Pembuatan larutan perlakuan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengencerkan larutan stok dengan menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut (Anderson, 2008) :

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

Keterangan :

M1 :Konsentrasi larutan stok ekstrak daun pepaya

M2 :Konsentrasi larutan ekstrak daun pepaya yang diinginkan

V1 : Volume larutan yang harus dilarutkan

V2 : Volume larutan perlakuan

4.7.4. Pelaksanaan Penelitian

- a. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 5 buah kotak berbentuk bujur sangkar berukuran 25cm x 25cm x 25cm diletakkan dalam ruang dengan temperatur 27 +- 20°C dan tingkat kelembaban antara 60-70%.
- b. Larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan berbagai konsentrasi dipersiapkan.
- c. Pada saat digunakan, masing-masing konsentrasi diambil secukupnya dan dimasukkan kedalam masing-masing *sprayer*.
- d. Isi *Sprayer* disemprotkan kedalam masing-masing kandang sampai habis.
- e. Kandang 1 disemprot dengan menggunakan air sebanyak 1,9 ml air (sebagai kontrol negatif).
- f. Kandang 2 disemprot dengan menggunakan Transflutrin sebanyak 1,9 ml (sebagai kontrol positif)

g. Kandang 3, 4, dan 5 disemprot menggunakan larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50% masing-masing sebanyak 1,9 ml.

h. Jumlah nyamuk yang jatuh pada setiap perlakuan dihitung setelah penyemprotan pada menit ke 5, menit ke 10, menit ke 15, menit ke 20, menit ke 25, menit ke 30, menit ke 35, menit ke 40, menit ke 45, menit ke 50, menit ke 55, menit ke 60.

4.8 Pengolahan data

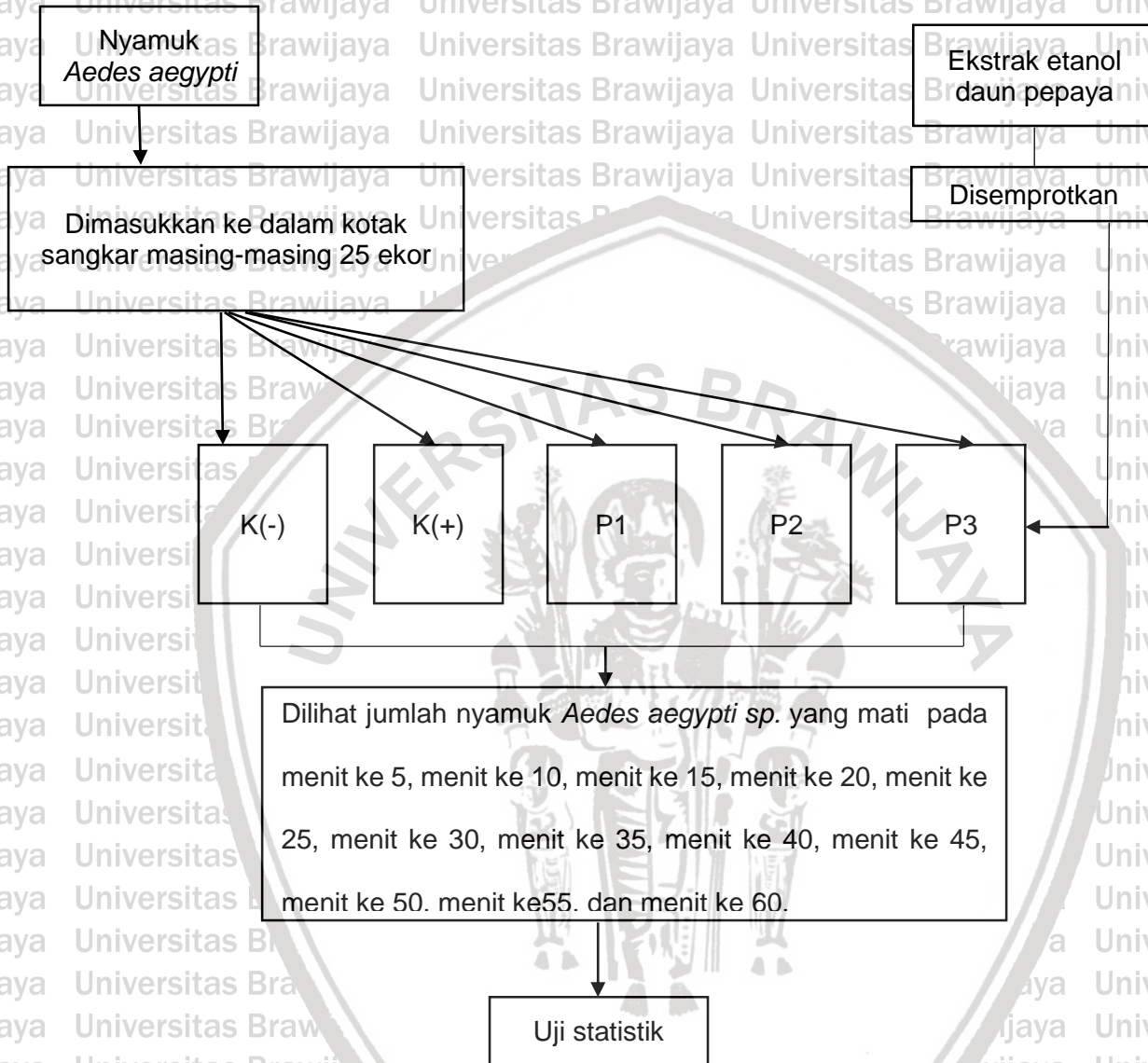
4.8.1 Pengumpulan data

Hasil data yang telah diperoleh dari pengamatan dimasukkan dalam tabel dan diklasifikasikan menurut perlakuan, jumlah nyamuk yang lumpuh, dan waktu pengulangan. Dari tersebut hasilnya akan dianalisis dan dimasukkan dalam perhitungan statistik.

4.8.2 Analisis Data

Analisis data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah uji *One way ANOVA (One Way Analysis of Variance)*. Uji statistik dengan ANOVA ini kemudian ditabulasikan rata-ratanya dengan parameter alfa = 0,05 dimana apabila diperoleh $p > 0,05$, maka tidak terdapat perbedaan nyata antara kontrol dan perlakuan, sebaliknya bila $p < 0,05$ menunjukkan ada perbedaan yang bermakna. Kemudian akan dilanjutkan dengan Pengujian Berganda (*Multiple Comparisons*) menggunakan uji Post Hoc Tuckey dan uji korelasi Pearson.

4.9 Alur Penelitian



Keterangan :

- Kontrol (-) : Kelompok yang disemprot menggunakan air.
- Kontrol (+) : Kelompok yang disemprot menggunakan Transfluthrin
- Perlakuan I : Pemberian larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 30%.

- Perlakuan II : Pemberian larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 40%.

- Perlakuan III : Pemberian larutan ekstrak etanol daun pepaya dengan konsentrasi 50%.

4.10 Jadwal Kegiatan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 24, 26, 28 dan 29 Januari 2018.

Proses pembuatan serbuk daun pepaya dilakukan pada tanggal 9 Januari 2018 di UPT Materia Medica kota Batu. Sedangkan proses ekstraksi daun pepaya (*Carica papaya L.*) dilakukan tanggal 9 Januari 2018 juga dan selesai pada tanggal 17 Januari 2018.



BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian *Knockdown effect* ekstrak daun pepaya (*Carica Papaya L.*) terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. dewasa ini, dilaksanakan pada lima macam perlakuan yaitu dengan menggunakan konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya 30%, 40%, dan 50% disertai dengan perlakuan kontrol negatif (aquades steril) dan transflutrin sebagai kontrol positif. Setiap perlakuan diulang empat kali, dengan hasil pengamatan yang dilampirkan pada halaman lampiran.

Data jumlah nyamuk *Aedes aegypti*. yang mati akan diolah menjadi data potensi insektisida dengan menggunakan *Abbot's Formula*, yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A1 = \frac{A - B}{100 - B} \times 100\%$$

Keterangan:

A1 : persentase kematian setelah koreksi

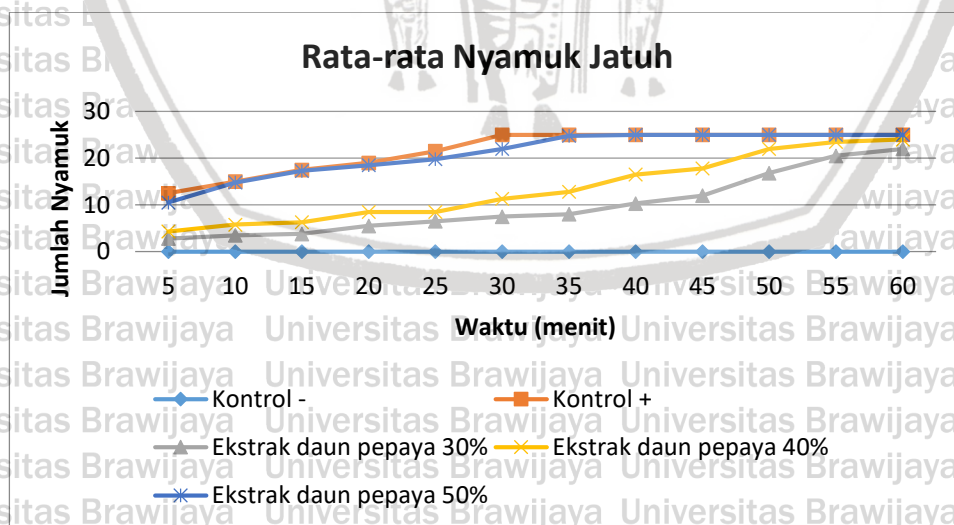
A : persentase kematian nyamuk uji

B : persentase kematian nyamuk kontrol (Suwasono, dan Soekirno, 2004).

Tabel 5.1 Rata – rata Potensi *Knockdown* Ekstrak daun pepaya

Menit	K(-)		K(+)		30%		40%		50%	
	Nyamuk Jatuh	Poten si	Nyamuk Jatuh	Poten si	Nyamuk Jatuh	Poten si	Nyamuk Jatuh	Poten si	Nyamuk Jatuh	Poten si
5	0	0%	12.5	50%	2.8	11%	4.3	19%	10.5	42%
10	0	0%	15	60%	3.5	14%	5.8	23%	14.8	59%
15	0	0%	17.5	70%	3.8	15%	6.3	25%	17.3	69%
20	0	0%	19	76%	5.5	22%	8.5	34%	18.5	74%
25	0	0%	21.5	86%	6.5	26%	8.5	34%	19.8	81%
30	0	0%	25	100%	7.5	30%	11.3	45%	22	88%
35	0	0%	25	100%	8	32%	12.8	51%	24.8	99%
40	0	0%	25	100%	10.3	41%	16.5	66%	25	100%
45	0	0%	25	100%	12	48%	17.8	71%	25	100%
50	0	0%	25	100%	16.8	67%	22	88%	25	100%
55	0	0%	25	100%	20.5	82%	23.5	94%	25	100%
60	0	0%	25	100%	22	88%	24	96%	25	100%

Grafik plot respon pengaruh perlakuan variasi konsentrasi ekstrak daun pepaya sebagai *knockdown* nyamuk pada setiap waktu pengamatan dapat ditunjukkan pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Rata-rata Potensi *knockdown* Ekstrak daun pepaya

Efek *Knockdown* paling efektif terhadap nyamuk terdapat pada ekstrak daun pepaya 50%, dengan potensi yang paling besar karena mampu membunuh nyamuk terbanyak daripada ekstrak daun pepaya yang lebih rendah lainnya. Hal ini berarti, pemakaian ekstrak daun pepaya konsentrasi 50% lebih efektif daripada ekstrak daun pepaya konsentrasi 30% dan 40%. Selanjutnya pemakaian ekstrak daun pepaya 40% lebih efektif daripada ekstrak daun pepaya 30%. Ekstrak daun pepaya 30% juga terbukti cukup efektif tetapi membutuhkan waktu kontak yang lebih lama. Ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi 50% memiliki efek yang hampir sama dengan kontrol positif.

5.2 Analisis Data

Hasil data dari penelitian ini telah dianalisis menggunakan program analisis statistik *software* SPSS versi 11. Terdapat beberapa uji statistik yang digunakan yaitu uji normalitas, uji homogenitas, uji *One-Way ANOVA*, *Post Hoc Test* dan uji korelasi regresi.

5.2.1 Uji Normalitas

Uji *Kolmogorov-Smirnov* digunakan karena jumlah sampel penelitian lebih dari 50. Hasil uji normalitas penelitian terjadi signifikansi, dengan nilai sebesar 0,87 yang artinya $> 0,05$ sehingga dapat dikatakan bahwa keseluruhan data berdistribusi normal. Dengan hasil tersebut dapat menjadi acuan untuk dilakukan pengujian selanjutnya yaitu ANOVA.

5.2.2 Uji Homogenitas

Untuk mengetahui jenis populasi homogen atau tidak, digunakan *Test of Homogeneity of Variances* yaitu dengan uji *Levene Statistic*. *Homogeneity of Variances* adalah syarat untuk uji *One-Way ANOVA*. Pada uji homogenitas didapatkan hasil 0.90 ($p > 0.05$), yang artinya variabel sudah valid dan syarat untuk uji *One-Way ANOVA* terpenuhi.

5.2.3 Uji One-Way ANOVA

Berdasarkan penelitian dengan acuan jumlah nyamuk *Aedes aegypti* yang jatuh sebagai ukuran potensi dari ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, kemudian dianalisis dengan uji *One-Way ANOVA*. Hasil dari uji ini mendapatkan nilai signifikansi dengan nilai 0.000 ($p < 0,05$), dapat diambil kesimpulan bahwa ada perbedaan *knockdown effect* bermakna diantara berbagai konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*).

Tabel 5.2 Hasil Uji Statistik One-Way ANOVA untuk Analisa Konsentrasi pada Beberapa Waktu Pengamatan

Waktu (menit)	Ekstrak 30%	Ekstrak 40%	Ekstrak 50%	Kontrol +	Kontrol -
5	2.75±0.96	4.25±1.25	10.50±0.57	12.50±2.08	0.00±0.00
10	3.50±1.29	5.75±1.50	14.75±0.50	15.00±1.63	0.00±0.00
15	3.75±0.96	6.25±0.95	17.25±0.95	17.50±1.73	0.00±0.00
20	5.50±0.57	8.50±1.29	18.50±0.57	19.00±1.41	0.00±0.00
25	6.50±1.29	8.50±1.29	19.75±0.95	21.50±1.29	0.00±0.00
30	7.50±0.57	11.25±2.06	22.00±0.81	25.00±0.00	0.00±0.00
35	8.00±1.41	12.75±3.86	24.75±0.50	25.00±0.00	0.00±0.00
40	10.25±0.50	16.50±4.80	25.00±0.00	25.00±0.00	0.00±0.00
45	12.00±3.36	17.75±4.11	25.00±0.00	25.00±0.00	0.00±0.00
50	16.75±2.21	22.00±3.36	25.00±0.00	25.00±0.00	0.00±0.00
55	20.50±0.57	23.50±1.00	25.00±0.00	25.00±0.00	0.00±0.00
60	22.00±0.81	24.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	0.00±0.00

5.2.4 Uji *Post Hoc*

Adanya perbedaan yang bermakna pada uji *One-Way ANOVA*, maka langkah selanjutnya dilakukan *Post Hoc Test*, dengan uji *multiple comparison* atau bisa disebut uji pembandingan berganda menggunakan metode *Tukey HSD*. Uji *Post Hoc* ini dilakukan apabila terdapat pengaruh yang signifikan antar perlakuan. Metode ini melakukan pembandingan berganda antara perbedaan macam konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap *Knockdown* nyamuk *Aedes aegypti* pada tiap-tiap konsentrasi yang disempromatkan selama waktu pengamatan. Adanya perbedaan nilai rerata pada tiap kelompok perlakuan ditunjukkan jika hasil perlakuan memiliki nilai rerata yang terletak pada kolom berbeda saat dilakukan analisa *Post Hoc*. Pada hasil didapatkan perbedaan nilai diantara seluruh perlakuan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nyamuk *Aedes aegypti* yang jatuh terhadap perlakuan yang diberikan dalam waktu pengamatan yang berbeda. Hasil uji *Post Hoc* dapat dilihat pada halaman lampiran.

Tabel 5.3 Uji statistik *Post hoc* Tuckey untuk analisa perbandingan antara waktu dan konsentrasi

Waktu		Kontrol -	Kontrol +	30	40	50
5	Kontrol -		0.000	0.942	0.112	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	1.000
	30	0.942	0.000		1.000	0.000
	40	0.112	0.000	1.000		0.000
10	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	1.000
	30	0.000	0.000		0.998	0.000
	40	0.000	0.000	0.998		0.000
15	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	1.000
	30	0.000	0.000		0.985	0.000
	40	0.000	0.000	0.985		0.000
20	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	1.000
	30	0.000	0.000		0.844	0.000
	40	0.000	0.000	0.844		0.000
25	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	1.000
	30	0.000	0.000		1.000	0.000
	40	0.000	0.000	1.000		0.000
30	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	0.844
	30	0.000	0.000		0.338	0.000
	40	0.000	0.000	0.844		0.000
35	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	1.000
	30	0.000	0.000		0.027	0.000
	40	0.000	0.000	0.027		0.000
40	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	1.000
	30	0.000	0.000		0.000	0.000
	40	0.000	0.000	0.000		0.000
45	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.000	1.000
	30	0.000	0.000		0.001	0.000
	40	0.000	0.000	0.001		0.000
50	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.844	1.000
	30	0.000	0.000		0.005	0.000
	40	0.000	0.844	0.005		0.844
	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.844	1.000
	30	0.000	0.000		0.005	0.000
	40	0.000	0.844	0.005		0.844
	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.844	1.000
	30	0.000	0.000		0.005	0.000
	40	0.000	0.844	0.005		0.844
	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.000	0.844	1.000
	30	0.000	0.000		0.005	0.000
	40	0.000	0.844	0.005		0.844

Waktu		Kontrol -	Kontrol +	30	40	50
55	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.057	1.000	1.000
	30	0.000	0.057		0.844	0.057
	40	0.000	1.000	0.844		1.000
	50	0.000	1.000	0.057	1.000	
60	Kontrol -		0.000	0.000	0.000	0.000
	Kontrol +	0.000		0.844	1.000	1.000
	30	0.000	0.844		1.000	0.844
	40	0.000	1.000	1.000		1.000
	50	0.000	1.000	0.844	1.000	

Pada menit ke 30 tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan 3 (ekstrak etanol daun pepaya 50%) dengan kontrol positif dan pada menit ke 60 semua kelompok perlakuan mempunyai potensi yang sama dengan kontrol positif ($P > 0.005$).

5.2.5 Uji Korelasi dan Regresi

Penggunaan uji korelasi untuk mengetahui hubungan besarnya pemberian konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap jumlah nyamuk *Aedes aegypti* yang jatuh. Uji regresi (analisa bentuk hubungan) dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh macam-macam konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) serta waktu pengamatan terhadap nyamuk *Aedes aegypti* yang jatuh.

Nilai signifikansi konsentrasi terhadap nyamuk yang jatuh bernilai 0,00 atau < 0,05 sehingga bisa dikatakan ada hubungan anatara konsentrasi yang diberikan dengan nyamuk yang jatuh. Nilai pearson correlationnya sebesar 0.808 berarti tingkat hubungan antara konsentrasi dengan nyamuk yang jatuh termasuk kategori kuat. Nilai pearson corelationnya positif sehingga bisa dibuat kesimpulan bahwa

konsentrasi mempunyai arah hubungan yang positif terhadap nyamuk yang jatuh dengan derajat hubungan korelasi kuat. Dari hasil uji regresi diatas didapatkan nilai R Square sebesar 0,653. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh konsentrasi terhadap nyamuk yang jatuh adalah sebesar 65,3% sedangkan 34,7% sisanya dipengaruhi oleh variable yang lain yang tidak diteliti.



BAB 6

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, ekstrak daun pepaya digunakan sebagai insektisida karena mudah dijumpai dan murah. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan membuktikan bahwa ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) berpotensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Pengujian potensi ekstrak daun pepaya sebagai insektisida dalam penelitian ini menggunakan metode semprot dan menggunakan lima kandang kaca berukuran 25 cm x 25 cm x 25 cm, yang masing-masing berisi 25 ekor nyamuk. Lima kandang dari kaca ini terbagi menjadi kontrol negatif, kontrol positif dan ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50%. Pada masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali, dan pada setiap kandang diberi nyamuk *Aedes aegypti* sebanyak 25 ekor. Waktu pengamatan dilakukan pada menit ke-5, ke-10, ke-15, ke-20, ke-25, ke-30, ke-35, ke-40, ke-45, ke-50, ke-55, dan ke-60.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa kandungan ekstrak daun pepaya memiliki pengaruh terhadap daya jatuh nyamuk *Aedes aegypti*, dan konsentrasi minimal ekstrak daun pepaya yang memiliki potensi untuk menjatuhkan nyamuk *Aedes aegypti* adalah pada konsentrasi 30%. Sedangkan pada kontrol negatif tidak menimbulkan hambatan pada daya jatuh nyamuk. Pada tabel 5.1 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan terdapat perbedaan *knockdown effect* pada konsentrasi yang berbeda. Dengan analisis korelasi hubungan ini berbanding lurus, berarti semakin tinggi konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L*) yang

digunakan maka semakin kuat pula *knockdown effect*nya. Sedangkan apabila dibandingkan dengan waktu, semakin lama waktu pengamatan, maka semakin banyak pula jumlah nyamuk yang jatuh.

Knockdown time yang dibutuhkan untuk tiap ekstrak berbeda-beda karena adanya perbedaan konsentrasi. Pada konsentrasi 30% nyamuk yang jatuh pada menit ke-5 rata-rata adalah 2.8 nyamuk dengan potensi 11%. Tetapi semakin lama nyamuk terpapar dengan ekstrak daun pepaya 30%, didapatkan pada menit ke 60 rata-rata nyamuk yang jatuh adalah 22 dengan potensi 88%. Sedangkan pada konsentrasi 50% pada menit ke-35 sudah berhasil menjatuhkan 25 ekor nyamuk yang hanya berbeda 5 menit dengan kontrol positif (*transflutrin*) dengan waktu 30 menit.

Potensi ekstrak daun pepaya sebagai insektisida diduga karena adanya kandungan bahan aktif golongan *alkaloid*, *saponin*, dan *flavonoid*. *Alkaloid* adalah suatu golongan senyawa organik yang paling banyak di alam. Rasanya yang pahit, menjadikan *alkaloid* sebagai pertahanan yang dipakai tumbuhan terhadap predator (Gardener's Dictionary, 1997). *Alkaloid* yang ditemukan pada daun *Carica Papaya L* bekerja sebagai *anti feedant* pada serangga (Salmah, 2005), hal ini menyebabkan nyamuk tidak bisa memakan larutan gula di dalam kandang penelitian, hingga akhirnya nyamuk yang mati diperjelas dengan adanya *saponin* yang fungsinya juga sama sebagai *anti feedant*. *Saponin* adalah glikosida yang ada pada banyak tanaman (Oey, 1989). *Saponin* juga mampu meningkatkan permeabilitas sel dengan melubangi membrane plasma sel. Sebagai insektisida nabati, *flavonoid* masuk ke dalam mulut serangga melalui sistem pernafasan berupa *spirakel* yang terdapat dipermukaan tubuh dan menimbulkan kelayuan pada saraf, serta kerusakan pada *spirakel*

serangga menyebabkan serangga tidak bisa bernafas dan mati (Dinata, 2007).

Penelitian ini memiliki keterbatasan, diantaranya belum diketahuinya proporsi atau persentase kandungan dari alkaloid, saponin, dan flavonoid dengan pasti, penelitian-penelitian terdahulu terkait dengan analisis fitokimia daun papaya hanya membuktikan adanya kandungan senyawa kimia tersebut secara kualitatif.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ardin (2017) dengan menggunakan ekstrak yang sama tetapi dimulai dari konsentrasi yang lebih kecil dan nyamuk yang digunakan adalah *Culex sp.* Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa kandungan ekstrak daun papaya memiliki pengaruh terhadap daya jatuh nyamuk *Culex sp.* dan konsentrasi minimal ekstrak daun papaya yang memiliki potensi untuk menjatuhkan nyamuk *Culex sp.* dewasa adalah pada konsentrasi 20% (konsentrasi minimal yang digunakan peneliti). Sedangkan pada kontrol negatif tidak menimbulkan hambatan pada daya jatuh nyamuk. Jatuhnya nyamuk pada masing-masing kelompok menunjukkan jumlah yang berbeda-beda. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka daya jatuh nyamuk akan semakin tinggi pula.

Dalam tulisannya pada tahun 2006, Dahlan menuliskan bahwa penelitian sebab-akibat dipengaruhi oleh banyak faktor yang berperan (Dahlan, 2006). Secara umum pada penelitian ini dipengaruhi oleh metode pemberian ekstrak dan jenis nyamuk yang digunakan. Beberapa hal juga memengaruhi penelitian ini misalnya kondisi lingkungan seperti kelembapan, suhu, waktu penyimpanan ekstrak yang mungkin akan berpengaruh terhadap potensinya sebagai insektisida. Cara penyemprotan ekstrak juga berpengaruh misalnya jarak penyemprotan dan kecepatan saat menyemprot. Dengan keterbatasan ini, hasil penelitian yang telah

saya lakukan masih bisa dipakai sebagai gambaran umum mengenai potensi bahan alami untuk insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

Menurut saya penggunaan ekstrak etanol daun pepaya sebagai insektisida tidak ekonomis, karena untuk mengekstrak daun pepaya membutuhkan biaya yang tidak murah. Daun pepaya mudah didapat tetapi untuk proses ekstraksinya membutuhkan biaya yang lebih.



BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Ekstrak daun pepaya 50% (*Carica Papaya L*) memiliki potensi *knockdown effect* pada nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Konsentrasi minimal Ekstrak daun pepaya (*Carica Papaya L*) untuk mencapai potensi *knockdown effect* adalah 50% .
3. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak etanol daun pepaya yang digunakan maka semakin besar pula efek *knockdown* yang didapat.

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dikemukakan di atas, maka saran-saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian yang akan datang hendaknya suhu, kelembaban, dan waktu pelaksanaan penelitian lebih diperhatikan.
2. Disarankan untuk mengamati potensi ekstrak daun pepaya pada ruangan terbuka.
3. Dibutuhkan penelitian lanjutan untuk mengemas ekstrak daun pepaya ke dalam mat elektrik agar dapat diaplikasikan secara luas.

Daftar Pustaka

Ardin, M. 2017. *Knockdown Time* Ekstrak Daun Pepaya (*CARICA PAPAYA L*) Terhadap Nyamuk *Culex Sp.* Dengan Menggunakan Metode Semprot.

Astari dan Ahmad. 2005. Uji Resistensi dan Efek Piperonyl Butoxide sebagai Sinergis pada Tiga Strain Nyamuk *Aedes aegypti* (Linn.) (Diptera: Culicidae) terhadap Insektisida Permetrin, Cypermetrin, dan D-Alletrin. *Buletin Peneliti Kesehatan* 2005; 33 (2): 73-79.

Bora, A. M. A. B. 2012. Vermisidal dan Ovisidal Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Cacing *Ascaris suum* Secara In Vitro. (Skripsi). Denpasar: Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana, pp. 23, 24, 26, 42.

Martono, C. 2002. Analisis Pengaruh Profitabilitas Industri, Rasio Leverage Keuangan Tertimbang Dan Intensitas Modal Tertimbang Serta Pangsa Pasar Terhadap "ROA" Dan "ROE" Perusahaan Manufaktur Yang Go- Public di Indonesia. Surabaya : Universitas Katolik Widya Mandala

Dalimarta, S dan Hembing, W. 1994. *Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia* jilid ke-3. Pustaka Kartini. Jakarta

Depkes RI. 2004. Perilaku dan Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti* sangat Penting Diketahui dalam Melakukan Kegiatan Pemberantasan Sarang Nyamuk Termasuk Pemantauan Jentik Berkala. Jakarta: Depkes RI.

Depkes RI. 2005. Pencegahan dan Pemberantasan Demam Berdarah Dengue di Indonesia. Jakarta: Dirjen PP& PL.

Depkes RI. 2007. *INSIDE (Inspirasi dan Ide) Litbangkes P2B2 vol II : Aedes aegypti Vampir Mini yang Mematikan.* Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Depkes RI. Jakarta.

Dinata. 2008. *Lawan Alzheimer dengan Flavonoid*

Dinata, A. 2009. *Mengatasi DBD dengan Kulit Jengkol.*

Djakaria, S. 2004. *Pendahuluan Entomologi Parasitologi Kedokteran Edisi Ke-3.* Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta. 343 hlm

Gus A,. 2008. Uji Keampuhan Ekstrak Akar Tuba (*Derris Elliptica Benth*) Untuk Pengendalian Rayap Tanah. Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Hakim, L. 2016. Hubungan antara kapasitas jumentik (Juru Pemantau Jentik) dengan jumlah kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di kecamatan Kedung Kandang Kota Malang (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).

Haryoto. 1998. *Membuat Saus Pepaya.* Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Jaka Elektrik Kanisius. Malang

Jansen, C. C., & Beebe, N. W. 2010. The dengue vector *Aedes aegypti*: what comes next. *Microbes and infection*, 12(4), 272-279.

Juffrie, M., & Focks, D. A. F. D. A. 2015. Early Warning System (EWS) for Dengue in Indonesia and Thailand. *Journal of the Medical Sciences (Berkala ilmu Kedokteran)*, 41(03).

Juffrie, M., 2015. Gasroenterologi- Hepatologi Jilid 1. Jakarta : IDAI.

Karyanti, M.R., Hadinegoro, S.R., 2009. Perubahan Epidemiologi Demam Berdarah Dengue Di Indonesia. *Sari Pediatri*. 10, 424-32.

Karyanti, M.R., Hadinegoro, S.R., 2016. Perubahan Epidemiologi Demam Berdarah Dengue Di Indonesia. *Sari Pediatri*. 10, 424-32.

Katyul, R. (2016). Studies on the bio ecology of *Aedes stegomyia aegypti* a vector of dengue dengue haemorrhagic fever culicidae diptera insecta.

Kusumawati D, 2004. Bersahabat dengan Hewan Coba. Yogyakarta : Gajah Mada University Press, 5-6, 49-50,67-68

Kw, A. 2014. Skrining fitokimia ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya L.*) yang diperoleh dari daerah Ubud, Kabupaten Gianyar, Bali. *Jurnal Farmasi Udayana*, (1).

Krisyanella, D. M. 2009. Karakterisasi Simplisia dan Ekstrak Serta Isolasi Senyawa Aktif Antibakteri dari Daun Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (W.Ait) Hassk. Padang: Fakultas Farmasi Universitas Andalas.

Lestari, K., & Padjadajaran-Jatinangor, F. F. U. 2007. Epidemiologi dan pencegahan demam berdarah Dengue (DBD) di Indonesia. *Jurnal Farmaka*, 5(3), 14-29.

Martha, Z., Susetyo, B., & Aidi, M. N. 2016. Panel Data Regression Model for Case of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) in Bogor. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, 12(1), 741-746.

Milind, P., dan Gurditta. 2011. Basketful Benefits of Papaya. *IRJP*, 2(7): 6-12.

Mulyana. 2002. Ekstraksi senyawa Aktif Alkaloid, Kuinon, Saponin dari Tumbuhan Kecubung sebagai Larvasida dan Insektisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Nani S. dan Dian S. 1996. Tinjauan Hasil Penelitian Tanaman Obat di Berbagai Institut III. Jakarta.

Nirosha, N., dan R. Mangalanayaki. 2013. Antibacterial Activity of Leaves and Stem Extract of *Carica papaya L.* *IJAPBC*, 2(3): 475.

Owoyele, B. V., O. M. Adebukola, A. A. Funmilayo, and A. O. Soladoye. 2008. Anti-inflammatory Activities of Ethanolic Extract of Carica papaya Leaves. *Inflammopharmacology*, 16: 168-173.

Priyono.2007. Jakarta: Agromedia Pustaka. Manfaat dan Kandungan Daun Pepaya.

Rehena, JF. 2010. "Uji Aktivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*. LINN) sebagai Antimalaria in vitro". *Jurnal Ilmu Dasar*, Volume 11 (1): 96-100.

Ridad A., Hanna O., dan Zaenuddin N. 1999. *Entomologi Medik*. Jatinangor: Penerbit Bagian Parasitologi Fakultas kedokteran Universitas Padjajaran.

Sembel. DT. 2009. *Entomologi Kedokteran*. Penerbit ANDI Yogyakarta.

Soedarto. 1992. *Entomologi kedokteran*, Jakarta: Buku Kedokteran ECG

Soedarto 2009, *Penyakit Menular di Indonesia*, Sagung Seto, Jakarta.

Soegijanto, S. 2006. *Demam Berdarah Dengue*. Edisi kedua. Airlangga University Press. Surabaya

Supartha, I W. 2008. *Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, Aedes aegypti (linn) dan Aedes albopictus (Skuse) (Diptera: Culicidae)*. Senior Entomologist, Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Denpasar.

Suyono, I. J., & Karim, A. K. 2016. Tumbuhan Obat: Pendekatan Alternatif dalam Pengendalian Nyamuk *Aedes aegypti* dan Virus Dengue Penyebab Demam Dengue. *Jurnal Biologi Papua*, 4(2), 83-90.

Warisno. 2003. *Budidaya Pepaya*: Kanisius. Yogyakarta.

Widiarti., Boewono D.T., Widyastuti U., Mujiono., Lasmiati., 2006. Deteksi Virus Dengue pada Progeni Vektor Demam Berdarah Dengue dengan Metode Imunohistokimia. *Prosiding Seminar Sehari: Strategi Pengendalian Vektor dan Reservoir pada Kedaruratan Bencana Alam di Era Desentralisasi*. Salatiga. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit. Hal.125 – 135

Yatim, F. 2007. *Macam-macam Penyakit Menular dan Cara Pencegahannya Jilid 2*. Jakarta: Pustaka Obor Populer. Hlm. 21-5

Soegijanto, Soegeng. *Demam Berdarah Dengue Edisi Kedua*. Surabaya Airlangga University Press; 2006.