



**UJI DAYA BUNUH GRANUL EKSTRAK LIMBAH
TEMBAKAU (*NICOTIANA TABACUM L*) TERHADAP
LARVA *AEDES AEGYPTI***

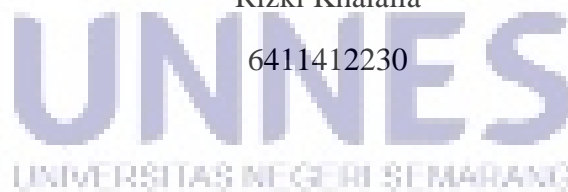
PROPOSAL SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

Rizki Khalalia

6411412230



JURUSAN ILMU KESEHATAN MASYARAKAT

FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2016

ABSTRAK

Rizki Khalalia

Uji Daya Bunuh Granul Ekstrak Limbah Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*

VI + 78 halaman + 10 tabel + 9 gambar + 10 lampiran

Pengendalian penyakit DBD bergantung pada pengendalian larva *Aedes aegypti*. Penggunaan insektisida nabati perlu dikembangkan untuk mengurangi dampak negatif insektisida kimia. Limbah tembakau di Indonesia sangat melimpah dengan jumlah 55.776,24 ton per tahun. Limbah tembakau merupakan tanaman yang mengandung zat *alkaloid, minyak atsiri, nikotin* dan *flavonoid* yang berfungsi sebagai insektisida. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas pemberian ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) dalam bentuk granul untuk membunuh larva *Aedes aegypti*.

Jenis penelitian ini adalah eksperimen murni, dengan rancangan *post test only with control group design* dengan lima variasi konsentrasi ekstrak sebesar 10%, 15%, dan 20%, dengan empat kali pengulangan.

Hasil uji menunjukkan terdapat hubungan antara ekstrak limbah tembakau dalam bentuk granul dengan kematian larva ($p=0,001$). Analisis probit didapatkan LC_{50} granul ekstrak limbah tembakau adalah 23,956% dan LC_{90} adalah 40,957%. LT_{50} pada konsentrasi 20% adalah 362,625 jam, sedangkan LT_{90} adalah 544,488 jam.

Simpulan dalam penelitian ini adalah granul ekstrak limbah tembakau memiliki efek larvasida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* namun belum dapat dikatakan efektif sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti*.

Saran peneliti adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan aktif yang terkandung dalam limbah batang tembakau yang masih baru dengan limbah batang tembakau yang sudah kering karena terpapar sinar matahari.

Kata kunci : *Aedes aegypti*, ekstrak limbah tembakau, granul

ABSTRACT

Rizki Khalalia

The Lethal Effect Test of Granules from Tobacco (*Nicotiana tabacum L.*) Waste Extracts against *Aedes aegypti* Larvae

VI + 77 pages + 10 tables + 9 images + 10 attachments

The efforted to control dengue fever depended on control of the *Aedes aegypti* larvae. The used of natural insecticides should be developed as easily biodegradable in nature. Tobacco waste in Indonesia is very abundant amount of 55776.24 tonnes per year. Tobacco waste contains *alkaloid, essential oil, nicotine* and *flavonoid* which its function as insecticides. This research was conducted to know the effectiveness granule extract tobacco waste (*Nicotiana tabacum L.*) to kill *Aedes aegypti* larvae.

This research was true experimental research, with the design of post test only with control group with five variations of the extract concentration 10%, 15%, dan 20% with four times repetitions.

The result showed that there was corelation between *Nicotiana tabacum L.* extract in granul with larvae mortality ($p=0.001$). From probit analysis test, LC_{50} was found in 23,965% and LC_{90} in 40,957%. LT_{50} of 20% was 362.625 hours, while LT_{90} was 544.488 hours.

The conclusion of this study is granule extracts of tobacco waste has larvicidal effect on *Aedes aegypti* larvae but it can not effective as the *Aedes aegypti* mosquito larvicidal.

The researcher suggested there should be a further research what is the active ingredients contained in the new tobacco waste and the dried tobacco waste because it exposed to sunlight.

Keywords : *Aedes aegypti, tobacco waste extract, granule*

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penelitian manapun yang belum atau tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 15 September 2016



Penditi



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan panitia sidang ujian skripsi Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, skripsi atas nama Rizki Khalalia, NIM : 6411412230, dengan judul “**Uji Daya Bunuh Granul Ekstrak Limbah Tembakau (*Nicotianae tabacum L.*) Terhadap Larva *Aedes aegypti* Tahun 2016.**”

Pada hari : Kamis

Tanggal : 15 September 2016

Panitia Ujian



Ketua Panitia

Prof. Dr. Tandiyō Rahayu, M.Pd
NIP. 196103201984032001

Sekretaris,

Mardiana, S.KM, M.Si
NIP. 198004202005012003

Dewan Penguji

Tanggal
Persetujuan

Ketua Penguji

1. dr. Mahalul Azam, M.Kes.
NIP. 197511192001121001

10 / 2016
/ 10

Anggota Penguji

2. Arum Siwiendrayanti, S.KM, M.Kes
NIP. 198009092005012002

11 / 2016
/ 10

Anggota Penguji

3. Widya Hary Cahyati, S.KM, M.Kes (Epid)
NIP. 197712272005012001

7 / 2016
/ 10

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- ❖ “Man Jadda Wa Jada”: Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, maka pasti akan berhasil
- ❖ “Man Shabara Zhafira”: Barangsiapa yang bersabar, akan beruntung



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Persembahan:

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- ❖ Orangtuaku (Bapak Safari dan Ibu Sopiya)
- ❖ Keluarga Besarku
- ❖ Almamaterku “UNNES”

KATA PENGANTAR

Segala Puji ke hadirat Allah SWT atas rahmat, nikmat dan taufiknya, sehingga dapat diselesaikannya proposal penelitian yang berjudul “Uji Daya Bunuh Granul Ekstrak Limbah Tembakau (*Nicotianae tabacum L.*) Terhadap Larva *Aedes aegypti*”. Proposal ini diajukan sebagai bagian dari tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Program Sarjana Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang.

Dalam penyelesaian proposal penelitian ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan kerjasama berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, Ibu Prof Dr Tandiyo Rahayu MPd.
2. Ketua Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, Bapak Irwan Budiono S.KM, M.Kes.
3. Dosen Pembimbing, Ibu Widya Hary C., S.KM, M.Kes atas bimbingan, pengarahan dan masukan dalam penyusunan proposal ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat atas bekal ilmu pengetahuan yang diberikan selama di bangku kuliah.

Akhirnya penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan. Untuk itu saran dan kritik yang konstruktif akan sangat membantu agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik.

Semarang, 15 September 2016

Penulis

Rizki Khalalia

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABTRACT	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PERSETUJUAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Keaslian Penelitian.....	7
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	10
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	12

2.1 Landasan Teori	12
2.1.1 Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	12
2.1.1.1 Taksonomi <i>Aedes aegypti</i>	12
2.1.1.2 Morfologi <i>Aedes aegypti</i>	12
2.1.1.3 Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i>	16
2.1.1.4 Anatomi <i>Aedes aegypti</i>	18
2.1.1.5 Bionomik <i>Aedes aegypti</i>	20
2.1.1.6 Taksonomi <i>Aedes aegypti</i>	10
2.1.2 Penyakit Tular Vektor (PTV) yang disebabkan <i>Aedes aegypti</i>	22
2.1.2.1 Vektor Penyakit Demam Berdarah <i>Dengue</i>	22
2.1.2.2 Vektor Penyakit <i>Chikungunya</i>	22
2.1.2.3 Vektor Penyakit Demam Kuning	22
2.1.2.4 Vektor Penyakit <i>Japanese Encephalitis</i> (JE).....	23
2.1.3 Pengendalian Vektor	23
2.1.3.1 Pengendalian Vektor secara Biologi.....	23
2.1.3.2 Pengendalian Vektor secara Kimiawi.....	24
2.1.3.3 Pengendalian Vektor dengan Manajemen Lingkungan.....	24
2.1.3.4 Pengendalian Vektor dengan Pemberantasan Sarang Nyamuk/PSN- DBD.....	24
2.1.3.5 Pengendalian Vektor Terpadu (<i>Integrated Vector Management</i>)	25
2.1.4 Insektisida	25
2.1.4.1 Pembagian Insektisida	25

2.1.4.2 Granul (GR).....	29
2.1.4.3 Insektisida Nabati	30
2.1.5 Tembakau	31
2.1.5.1 Taksonomi Tembakau (<i>Nicotianae tabacum L.</i>).....	31
2.1.5.2 Morfologi Tanaman Tembakau (<i>Nicotianae tabacum L.</i>).....	31
2.1.5.3 Limbah Tembakau (<i>Nicotianae tabacum L.</i>).....	35
2.1.5.4 Kandungan Kimia Tembakau (<i>Nicotianae tabacum L.</i>).....	36
2.2 Kerangka Teori.....	38
BAB III : METODE PENELITIAN	39
3.1 Kerangka Konsep	39
3.2 Variabel Penelitian	39
3.3 Hipotesis Penelitian	41
3.4 Definisi Operasional dan Skala Pengukuran Variabel	41
3.5 Jenis Rancangan Penelitian	42
3.6 Populasi dan Sampel Penelitian.....	45
3.7 Alat dan Bahan	46
3.8 Prosedur Penelitian.....	48
3.10 Teknik Analisis Data	52
BAB IV : HASIL PENELITIAN	53
4.1 Gambaran Umum Penelitian.....	53
4.2 Hasil Penelitian	54
4.2.1 Hasil Pengukuran Suhu	54
4.2.2 Hasil Pengukuran pH	55

4.2.3 Hasil Pengamatan Kematian Larva <i>Aedes aegypti</i>	55
4.2.4 Hasil Pengamatan Kematian Larva Berdasarkan Periode Waktu	57
4.2.5 Hasil Analisis Univariat	58
4.2.6 Hasil Analisis Bivariat	61
BAB V : PEMBAHASAN.....	66
5.1 Pembahasan.....	66
5.1.1 Suhu.....	66
5.1.2 pH.....	66
5.1.3 Umur Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	67
5.1.4 Kematian Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	67
5.1.5 Nilai LC dan LT Granul Ekstrak Limbah Tembakau	68
5.1.6 Analisis Univariat.....	69
5.1.7 Waktu Kematian Larva Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	70
5.1.8 Analisis Bivariat.....	71
5.1.9 Kriteria Efektif Granul Ekstrak Limbah tembakau	75
5.1.10 Hambatan dan Kelemahan Penelitian	75
BAB VI : SIMPULAN DAN SARAN.....	77
6.1 Simpulan	77
6.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	79

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Keaslian Penelitian.....	7
Tabel 3.1. Definisi Operasional	41
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Suhu Pengujian Larvasida	54
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran pH Pengujian Larvasida	55
Tabel 4.3. Hasil Pengamatan Kematian Larva <i>Aedes aegypti</i> Setelah Kontak dengan Granul Ekstrak Limbah Tembakau Selama 24 Jam	55
Tabel 4.4. Hasil Pengamatan Kematian Larva Berdasarkan Periode Waktu	57
Tabel 4.5. Hasil % Kematian Larva Setelah Kontak dengan Granul Ekstrak Limbah Tembakau pada Setiap Konsentrasi.....	59
Tabel 4.6. Hasil Uji Probit	62
Tabel 4.7. Hasil Uji Normalitas	62
Tabel 4.8. Hasil Uji <i>Mann-Whitney</i>	64



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1: Telur nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dengan perbesaran 400x	12
Gambar 2.2 : Larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> perbesaran 100x	13
Gambar 2.3 : Pupa nyamuk <i>Aedes aegypti</i> perbesaran 100x	15
Gambar 2.4 : Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dewasa perbesaran 100x	16
Gambar 2.5 : Siklus hidup nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	17
Gambar 2.6 : Tanaman Tembakau (<i>Nicotiana tabacum L.</i>)	35
Gambar 2.7 : Limbah Batang Tembakau (<i>Nicotiana tabacum L.</i>)	36
Gambar 2.8 : Kerangka Teori	38
Gambar 3.1 : Kerangka Konsep	39



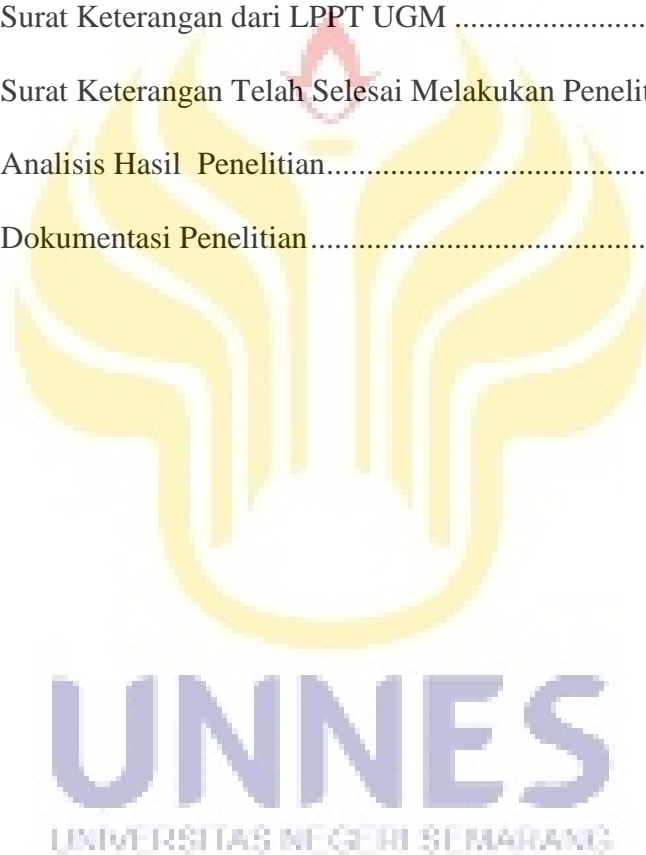
DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Grafik Kematian Larva <i>Aedes aegypti</i> dengan Pemberian Granul Ekstrak Limbah Tembakau..	56
Grafik 4.2.Grafik Kematian Larva <i>Aedes aegypti</i> dengan Pemberian Granul Ekstrak Limbah Tembakau.	57



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Tugas Pembimbing.....	89
Lampiran 2. Surat <i>Ethical Clearance</i>	90
Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian dari Fakultas	91
Lampiran 4. Surat Keterangan dari LPPT UGM	92
Lampiran 5. Surat Keterangan Telah Selesai Melakukan Penelitian	93
Lampiran 6. Analisis Hasil Penelitian.....	94
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	108



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan virus *Dengue* dan ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti*. Menurut WHO, angka insidensi penyakit DBD meningkat 30 kali lipat dan setiap tahun terjadi sekitar 50-100 juta kasus dengan tingkat kematian sekitar 2,5% (Marianti, 2014). Data dari seluruh dunia menunjukkan Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya. Sementara itu, terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2009, *World Health Organization* (WHO) mencatat negara Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara (Kemenkes, 2010).

Di Indonesia, kejadian DBD masih tinggi dan masih banyak daerah yang tercatat sebagai daerah yang mengalami Kejadian Luar Biasa (KLB) DBD. Hal ini dibuktikan dengan pernyataan Kemenkes bahwa pada tahun 2014, sampai pertengahan bulan Desember tercatat penderita DBD di 34 provinsi sebesar 71.668 orang, 641 diantaranya meninggal dunia. Tercatat ada 7 kabupaten/kota yang melaporkan terjadinya Kejadian Luar Biasa (KLB) DBD pada tahun 2014 (Kemenkes, 2014).

Sementara itu, jumlah kasus DBD Provinsi Jawa Tengah tahun 2014 sampai bulan September ditemukan 7.928 kasus dan angka kematian sebesar 128 orang dengan *Incidence Rate* (IR) sebesar 23,82 per 100.000 penduduk dan *Case Fatality Rate* (CFR) sebesar 1,61% (Dinkes Provinsi Jateng, 2014). Salah satu

daerah di Jawa Tengah yang masih menjadi wilayah endemis DBD adalah Kota Semarang. Data yang dilaporkan sampai bulan September 2014 tercatat sebanyak 1.262 kasus DBD dan jumlah meninggal 23 orang. IR dan CFR Kota Semarang berturut-turut sebesar 71,58 per 100.000 penduduk dan 1,82%, padahal standar nasional CFR <1% dan target IR sebesar 51 per 100.000 penduduk. Sejak tahun 2006, IR DBD Kota Semarang selalu jauh lebih tinggi dari Jawa Tengah dan Nasional (Dinkes Kota Semarang, 2014).

Salah satu indikator upaya pengendalian penyakit DBD yaitu Angka Bebas Jentik (ABJ) dengan target sebesar $\geq 95\%$. ABJ di Indonesia pada tahun 2013 sebesar 80,09% (Kemenkes RI, 2014: 151). Sementara itu, data ABJ Provinsi Jawa Tengah sampai bulan Juni 2014 sebesar 84,72% (Dinkes Provinsi Jateng, 2014). Data terbaru ABJ Kota Semarang tahun 2014 yang dilakukan oleh Petugas Pemantau Jentik (PPJ) mencapai 85% (Dinkes Kota Semarang, 2014). Hal ini menunjukkan ABJ di semua wilayah masih belum sesuai dengan target yang dicanangkan.

Secara universal belum ditemukan adanya vaksin sebagai alat pencegahan penyakit DBD (Kemenkes, 2010) sehingga perlu dilakukan pengendalian populasi vektor DBD yaitu nyamuk *Aedes aegypti*. Pengendalian populasi vektor nyamuk pada tahap larva lebih mudah dilakukan dibandingkan tahap lain dari fase hidup nyamuk.

Pemberantasan larva *Aedes aegypti* telah dilakukan dengan berbagai cara antara lain secara mekanik, biologi, kimia, atau perubahan sifat genetik. Pengendalian yang paling banyak digunakan saat ini adalah pengendalian secara

kimiawi. Hal ini mempunyai dampak negatif antara lain pencemaran lingkungan, kematian predator, resistensi serangga sasaran dan keturunannya, dapat membunuh hewan piaraan, dan menyebabkan penyakit yang berbahaya bagi manusia (Marianti, 2014). Larvasida kimia merupakan larvasida yang praktis dan efektif, tetapi mencemari lingkungan dan menimbulkan resistensi pada keturunannya (N'Guessan et al., 2009). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Aedes aegypti* resisten terhadap cara penggunaan *temephos* 1% dan penggunaan *melathion* (Paranghiyangan, 2010; Susanto dkk, 2010). Hasil studi di Srilangka dan Yogyakarta menunjukkan adanya resistensi terhadap *melathion* karena terjadi peningkatan enzim esterase dan menyebabkan penyakit keganasan (Ishak dkk, 2005). Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Pangestika (2014) menunjukkan bahwa Kecamatan Mijen, Kota Semarang sudah toleran terhadap *temephos* dengan variasi efektivitas *temephos* di setiap kelurahan. Penggunaan *temephos* secara terus-menerus dapat menimbulkan terjadinya resistensi.

Intensitas penggunaan insektisida secara terus-menerus dapat mempercepat proses terjadinya resistensi. Insektisida dapat menghambat terjadinya resistensi apabila digunakan secara bergantian dari kelompok dan cara kerja yang berbeda serta dosis yang sesuai. Variasi insektisida seperti penggunaan insektisida nabati dapat berfungsi sebagai upaya pencegahan timbulnya resistensi pada organisme sasaran (Djojsumarto, 2008).

Pestisida nabati memiliki kelebihan yaitu risiko kecil dalam hal gangguan kesehatan dan lingkungan hidup. Efektivitas pestisida nabati

tergolong tinggi dengan resistensi relatif rendah dan zat dapat terurai secara cepat menjadi zat-zat yang tidak berbahaya bagi manusia (Untung, 2006). Senyawa yang terkandung dalam tumbuhan berpotensi sebagai insektisida. Senyawa tersebut antara lain golongan sianida, saponin, tanin, flavonoid, minyak atsiri, nikotin, dan steroid (Kardinan, 2002).

Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai insektisida yakni tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum L.*). Tanaman tembakau dapat dijadikan sebagai pestisida organik karena tembakau adalah tanaman yang mengandung senyawa alkaloid (Zaidi et al., 2004). Senyawa alkaloid dapat berfungsi sebagai racun perut pada larva (Susanto dkk, 2010; Farida, 2009). Selain itu, tanaman tembakau juga mengandung flavonoid dan minyak atsiri (Machado et al., 2010; Palic et al., 2002). Flavonoid dan minyak atsiri dapat berfungsi sebagai racun saraf pada larva (Susanto dkk, 2010; farida, 2009). Berdasarkan penelitian Susanti (2012), kandungan nikotinnya yang tinggi juga mampu digunakan sebagai insektisida. Senyawa ini bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan fumigan (Tuti, 2014).

Di beberapa tempat di Indonesia banyak terdapat petani tembakau. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkebunan, luas area perkebunan tembakau di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 164,448 Ha dan pada tahun 2014 mencapai 195,260 Ha dengan laju pertumbuhan mencapai 1,27% dengan panen mencapai 164,448 ton pada tahun 2013 dan pada tahun 2014 mengalami kenaikan hingga mencapai 166,262 ton. Hal ini menyebabkan potensi limbah batang dan akar tembakau di Indonesia sangat melimpah, dengan jumlah 55.776,24 ton per tahun atau 152,81 ton per hari (Prasetya, 2015). Selama ini

pengolahan limbah tembakau berupa batang tembakau dilakukan secara konvensional yaitu pembakaran. Pembakaran limbah batang tembakau dapat mencemari lingkungan serta membahayakan bagi kesehatan karena asap yang dihasilkan. Limbah tembakau dapat digunakan sebagai insektisida alternatif untuk mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti* dan mengurangi penggunaan insektisida sintetis. Insektisida nabati menggunakan limbah tembakau tidak meninggalkan residu yang berbahaya pada tanaman maupun lingkungan (Tuti *et al*, 2014). Selain itu, berdasarkan penelitian Adhanti (2012) ekstrak tembakau dapat dimanfaatkan sebagai pembersih gigi tiruan resin akrilik terhadap jumlah *Streptococcus mutans*.

Penelitian formulasi granul ekstrak limbah tembakau belum dilakukan, sehingga harus dibuktikan. Menurut Farida (2009), ekstrak menjadi granul tidak memiliki dampak negatif, tidak menimbulkan resisten, dan lebih tahan lama dalam penyimpanan. Granul biasanya lebih tahan terhadap udara, lebih mudah dibasahi oleh pelarut (Marianti, 2014).

Berdasarkan berbagai informasi tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai uji daya bunuh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap larva *Aedes aegypti*.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah:

1.2.1. Bagaimana daya bunuh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap kematian larva *Aedes aegypti*?

1.2.2. Berapa *Lethal Concentration-50* (LC₅₀) dan *Lethal Concentration-90* (LC₉₀) dari granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*)?

1.2.3. Berapa *Lethal Time-50* (LT₅₀) dan *Lethal Time-90* (LT₉₀) dari granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*)?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1.3.1. Untuk mengetahui daya bunuh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap kematian larva *Aedes aegypti*.

1.3.2. Untuk mengetahui *Lethal Concentration-50* (LC₅₀) dan *Lethal Concentration-90* (LC₉₀) dari granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*).

1.3.3. Untuk mengetahui *Lethal Time-50* (LT₅₀) dan *Lethal Time-90* (LT₉₀) dari granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*).

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak yaitu:

1.4.1. Bagi Masyarakat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dilakukan penerapan penggunaan larvasida alami dengan formulasi granul di masyarakat, sehingga dapat mengurangi pengaruh negatif penggunaan larvasida sintetik.

1.4.2. Bagi Instansi Kesehatan

Dari hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan metode pemberantasan vektor yang aman, tidak mencemari lingkungan, dan dapat diterima oleh masyarakat.

1.4.3. Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan peneliti tentang larvasida dan merupakan penerapan dari ilmu yang didapat selama perkuliahan.

1.5. KEASLIAN PENELITIAN

Berikut ini merupakan penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian mengenai uji daya bunuh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap larva *Aedes aegypti*.

Tab 1 .1. Penelian–Penelitian yang Relevan dengan Penelitian Ini

No.	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun dan Tempat Penelitian	Ranca-ngan Peneliti-an	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1	Toksistas biolarvasida ekstrak tembakau dibandingkan dengan ekstrak zodia terhadap jentik vektor demam berdarah dengue (<i>aedes aegypti</i>).	Lulus Susanti dan Hasan Boesri	2012, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Reservoir dan Penyakit Salatiga.	Eksperimen murni	Variabel bebas: biolarvasida ekstrak tembakau dibandingkan dengan ekstrak zodia. Variabel terikat: kematian jentik vektor demam berdarah dengue (<i>Aedes</i>	Berdasarkan hasil uji probit untuk ekstrak tembakau didapatkan bahwa LC_{50} adalah sebesar 3,803% sedangkan LC_{95} sebesar 6,174 % sedangkan untuk ekstrak zodia bahwa LC_{50} sebesar 1,064 % dan LC_{95} sebesar 1,895%.

					<i>aegypti</i>).	
2.	<i>Nicotiana tabacum</i> a prospective mosquitoicide in the management of <i>Anopheles gambiae</i> (Giles).	Kayode David Ileke, Emmanuel Ayobami Oyeniyi, Charles Olaniyi, Charles Ogungbite, Jacobs Mobolade Adesina.	2014, Laboratorium Penelitian, Departemen Biologi Hewan dan Lingkungan, Universitas Adekunle Ajasin, Akungba-Akoko, Ondo, Nigeria.	Variabel bebas: <i>Nicotiana tabacum</i> . Variabel terikat: manajemen <i>Anopheles gambiae</i> (Giles)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak <i>N. tabacum</i> menimbulkan 100% kematian pada larva, pupa, dan nyamuk <i>An. gambiae</i> pada konsentrasi tertinggi. LC ₅₀ dari daun dan ekstrak biji <i>N. tabacum</i> pada larva (daun: 0.153µg / ml; benih: 0.188µg / ml), nyamuk dewasa (daun: 0,219 mg / ml; benih: 0.290 mg / ml), pupa <i>An. gambiae</i> (daun: 0,176 mg / ml; benih: 0.213µg / ml).	
3.	Efektivitas limbah tembakau terhadap wereng coklat dan Pengaruhnya terhadap laba-laba predator.	Harlina Kusuma Tuti, Retno Wijayanti, Supriyono	2013, Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.	Eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL).	Variabel bebas: limbah tembakau. Variabel terikat: kematian wereng coklat dan pengaruhnya terhadap laba-laba predator.	Perlakuan ekstrak akar tembakau dengan konsentrasi 12,5% menghasilkan presentase rata-rata kematian 93%. Pada konsentrasi 12,5% dan 1,56% menyebabkan rata-rata kematian 73%. Pada ekstrak daun rusak pada

						konsentrasi 12,5% menyebabkan rata-rata kematian 80%.
4.	Pengaruh limbah tembakau terhadap mortalitas ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).	Dian Purnama Sari	2011, di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.	Eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL)	Variabel bebas: limbah tembakau Variabel terikat: mortalitas ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.)	Mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan ekstrak batang tembakau dan ekstrak daun tembakau dengan konsentrasi 0,5 persen sebesar 96,66 persen. Mortalitas terendah pada konsentrasi 0,5 persen terjadi pada aplikasi ekstrak akar tembakau dengan nilai mortalitas sebesar 60 persen.

Beberapa hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian mengenai uji daya bunuh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum* L) terhadap larva *Aedes aegypti* belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Variabel yang berbeda pada penelitian ini terletak pada variabel bebas yaitu konsentrasi granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum* L) dan variabel terikat yaitu digunakan sebagai larvasida untuk jentik *Aedes aegypti*.

Variabel bebas pada penelitian terdahulu antara lain pada penelitian Susanti dan Boesri (2012) yaitu biolarvasida ekstrak tembakau dengan ekstrak

zodia dalam bentuk cair, pada penelitian Ileke (2014) yaitu ekstrak tembakau dalam bentuk cair, pada penelitian Tuti dan Supriyono (2013) yaitu limbah tembakau dalam bentuk cair dan pada penelitian Sari (2011) variabel bebas yang digunakan juga limbah tembakau dalam bentuk cair bukan dalam bentuk kering seperti granul.

Variabel terikat pada penelitian terdahulu antara lain pada penelitian Ileke (2014) yaitu Kematian larva, pupa, dan nyamuk *Anopheles gambiae*, pada penelitian Tuti dan Supriyono (2013) yaitu wereng coklat dan pengaruhnya terhadap laba-laba predator, pada penelitian Sari (2011) yaitu mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura F.*) pada penelitian Susanti dan Boesri (2012) sama dengan penelitian ini yaitu kematian larva *Aedes aegypti*.

2.1. RUANG LINGKUP PENELITIAN

1.6.1. Ruang Lingkup Tempat

Pembuatan ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada (LPPT-UGM) di Yogyakarta dan Penelitian tentang uji daya bunuh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap larva *Aedes aegypti* ini akan dilaksanakan di laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit (B2P2VRP) Salatiga di Laboratorium Uji Insektisida.

1.6.2. Ruang Lingkup Waktu

Penelitian tentang uji daya bunuh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap larva *Aedes aegypti* akan dilaksanakan pada 1 April- 5 Juni 2016

1.6.3. Ruang Lingkup Keilmuan

Materi penelitian ini berhubungan dengan entomologi kesehatan dan epidemiologi penyakit DBD (Demam Berdarah *Dengue*) terutama tentang pengendalian vektor *Aedes aegypti*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. LANDASAN TEORI

2.1.1. Nyamuk *Aedes aegypti*

2.1.1.1. Taksonomi *Aedes aegypti*

Aedes aegypti diklasifikasikan ilmiah (taksonomi) sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insekta

Ordo : Diptera

Subordo : Nematocera

Family : Culicidae

Subfamily : Culicinae

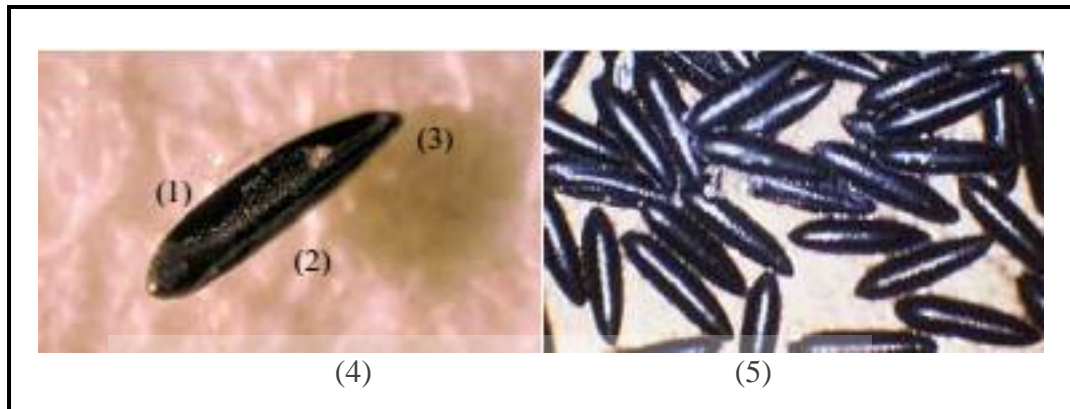
Genus : Aedes

Species : *Aedes aegypti* (Service, 2012)

2.1.1.2. Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

2.1.1.2.1. Telur

Telur berwarna hitam dengan ukuran $\pm 0,80$ mm berbentuk oval yang mengapung satu persatu pada permukaan air yang jernih atau menempel pada dinding tempat penampungan air. Telur dapat bertahan sampai ± 6 bulan di tempat kering. Setiap bertelur, nyamuk betina meletakkan telur dengan jumlah rata-rata 100 butir telur (Kemenkes RI, 2011; Zulkoni, 2010). Gambar telur nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Telur Nyamuk *Aedes aegypti* dengan Perbesaran 400x.
(Zettel and Phillip, 2013)

Keterangan : (1) Butir telur berbentuk oval; (2) Berwarna hitam; (3) Berada di atas permukaan air; (4) Telur individu; (5) Telur berkelompok terpisah.

2.1.1.2.2. Larva

Larva nyamuk *Aedes aegypti* terdiri atas kepala, *toraks*, dan *abdomen*. Kepala berkembang baik sepasang antena maupun kepala majemuk, serta sikat mulut yang menonjol. Abdomen terdiri dari 9 ruas yang jelas, dan ruas terakhir dilengkapi tabung udara (*siphon*) untuk mengambil oksigen dan dilengkapi dengan *pectin* pada segmen yang terakhir dengan ciri pendek dan mengembung.

Pada segmen *abdomen* tidak terdapat rambut berbentuk kipas (*Palmatus hairs*) pada setiap sisi *abdomen* segmen kedelapan terdapat *comb scale* sebanyak 8-21 atau berjajar 1 sampai 3 dan berbentuk duri. Pada sisi *thorax* terdapat duri yang panjang dengan bentuk kurva dan adanya sepasang rambut di kepala (Koesharto dkk, 2006). Larva memperoleh makanan dengan bantuan sikat mulut yang berfungsi untuk menghasilkan aliran air yang dapat membawa

makanan ke dalam mulut. Gambar larva nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Perbesaran 100x.
(Zettel and Phillip, 2013)

Keterangan : (1) Kepala; (2) Antena; (3) Dada (*thorax*); (4) Perut (*abdomen*) dengan 8 segmen; (5) Bulu halus; (6) *Shipon* dengan satu kelompok rambut (*hair tuft*).

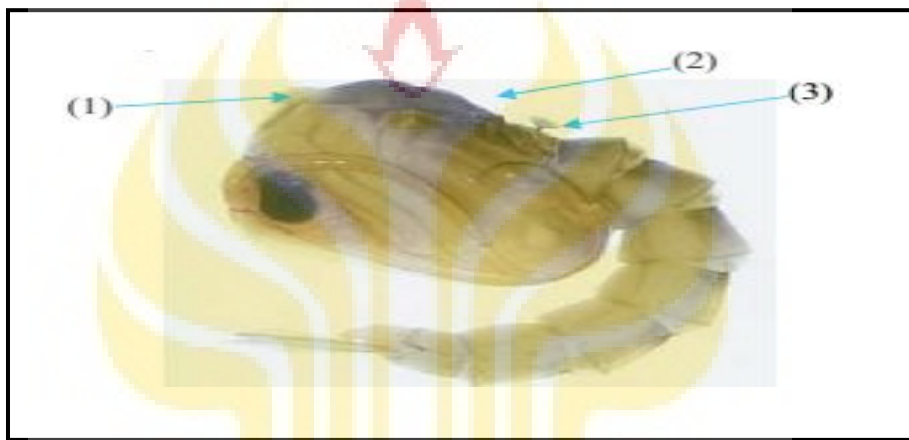
Larva di alam tumbuh dengan memakan alga dan bahan-bahan organik. Makanan yang mengandung protein lebih disukai daripada yang mengandung karbohidrat. Stadium larva terdiri dari empat instar dan berlangsung selama 7-9 hari (Lestari, 2011). Selama perkembangan larva terjadi pertambahan ukuran dari instar I-IV yaitu 0.3-0.95 mm. Jangka waktu perkembangan larva tergantung pada suhu, keberadaan makanan, dan kepadatan larva dalam wadah (Cahyati dkk, 2006). Larva dalam kondisi yang sesuai akan berkembang dalam waktu 6-8 hari, kemudian berubah menjadi pupa (Mulyatno, 2011). Ada 4 tingkatan perkembangan (instar) larva sesuai dengan pertumbuhan larva yaitu :

- a. Larva instar I : ukuran sekitar 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada belum jelas dan pada corong pernapasan masih belum jelas, berlangsung 1-2 hari.
- b. Larva instar II : ukuran 2,5-3,5 mm, duri-duri belum jelas, corong pernapasan mulai menghitam berlangsung 2-3 hari.
- c. Larva instar III : ukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas, dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman. Pada instar III ini memiliki *siphon* yang gemuk, gigi sisir pada segmen abdomen ke-8 mengalami pergantian kulit. Hal ini berlangsung 3-4 hari.
- d. Larva instar IV : ukuran 5-6 mm, dengan warna kepala gelap. Corong pernapasan pendek dan gelap kontras dengan warna tubuhnya, setelah 2-3 akan mengalami pergantian kulit dan berubah menjadi pupa berlangsung selama 2-3 hari. Pada penelitian ini menggunakan larva instar III agar mudah diidentifikasi. Pada larva instar I dan II pertumbuhan pada tubuh belum sempurna, sehingga tidak dapat digunakan dan mudah mati, sedangkan pada larva instar IV sulit diidentifikasi dengan pupa karena pada pupa mengalami masa istirahat, tidak bergerak, tidak makan tetapi masih memerlukan oksigen dan merupakan stadium akhir dalam air, sehingga sulit membedakan larva instar IV yang mati dengan larva instar IV yang sudah berubah menjadi pupa.

2.1.1.2.3. Pupa

Pupa merupakan stadium terakhir yang berada dalam air dan tidak memerlukan makanan karena merupakan fase istirahat. Pupa mempunyai segmen-segmen pada bagian perutnya (struktur menyerupai dayung), sehingga terlihat menyerupai koma (Mulyatno, 2011). Kepala dan dadanya menyatu

dilengkapi dengan sepasang terompet pernafasan. Pupa memiliki daya apung yang besar. Pupa biasanya istirahat di permukaan air dengan posisi statis tetapi dapat berenang dengan baik. Dalam waktu kurang dari 2 hari, pupa akan muncul nyamuk dewasa. Jadi, total siklus yang dapat diselesaikan 9-12 hari (Mulyatno, 2011). Pupa nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada gambar 2.3.



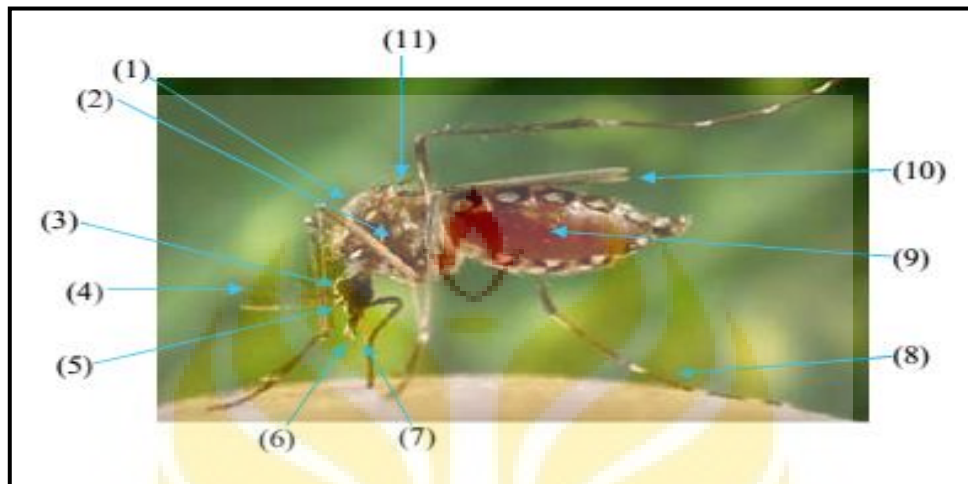
Gambar 2.3. Pupa Nyamuk *Aedes aegypti* Perbesaran 100x.
(Zettel and Phillip, 2013)

Keterangan : (1) Terdapat sepasang terompet pernafasan yang panjang dan rata;
(2 dan 3) Kepala dan dada menyatu.

2.1.1.2.4. Nyamuk Dewasa

Nyamuk dewasa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata nyamuk lain. Bagian kepala, dada (thorax), dan perut (abdomen) berwarna hitam belang-belang putih. Corak mesonotum atau punggung berbentuk seperti siku lire (*curve*) berhadapan dan memiliki *scutelum* 3 lobi serta sisik sayap yang simetris (Heriyanto dkk, 2011). Perbedaan morfologi antara betina dengan jantan terletak pada morfologi antenanya. Nyamuk *Aedes aegypti* jantan memiliki

antenna berbulu lebat, sedangkan yang betina berbulu agak jarang atau tidak lebat (Kemenkes RI, 2011). Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa dapat dilihat pada gambar 2.4.

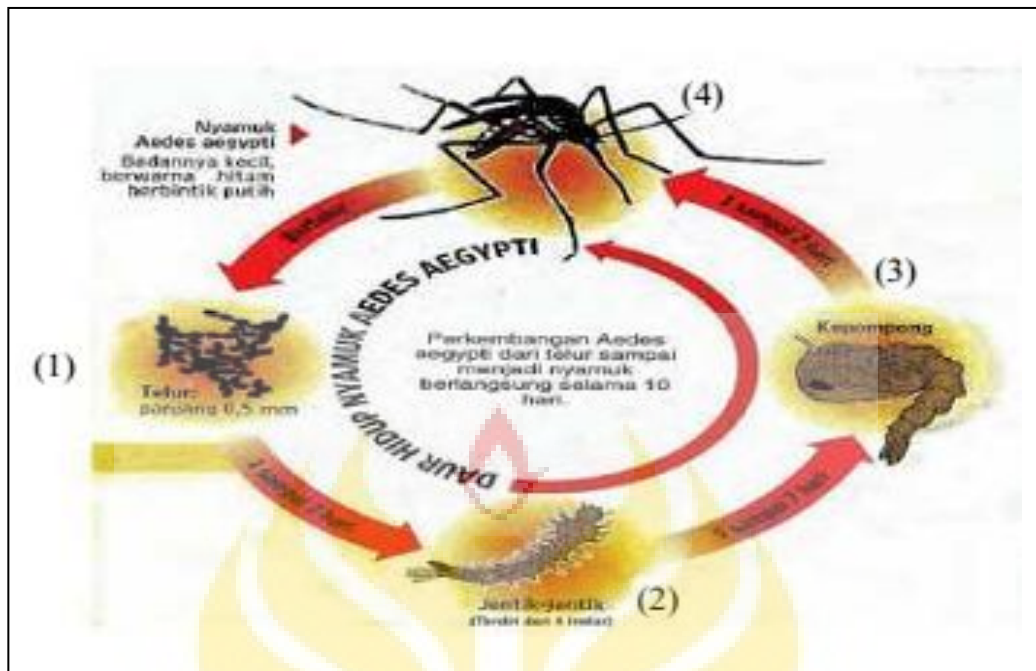


Gambar 2.4. Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa perbesaran 100x.
(Zettel and Phillip, 2013).

Keterangan : (1) *Mesonotum*; (2) Dada (*thorax*); (3) Mata; (4) Antena; (5) Kepala; (6) *Palpus*; (7) *Probosis*; (8) Kaki; (9) Perut (*abdomen*); (10) Sayap; (11) *Scutelum*.

2.1.1.3. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan serangga yang mengalami metamorfosis sempurna. Butir-butir telur diletakkan di sepanjang garis air di permukaan air (Heriyanto dkk, 2011). Setelah 2 hari, telur menetas menjadi larva dan setelah 4 kali pengelupasan kulit akan terjadi pupasi. Perkembangan pupa membutuhkan waktu 2 atau 3 hari, kemudian kulit pupa pecah dan nyamuk dewasa keluar. Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat di bawah ini (Gambar 2.5).



Gambar 2.5. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*.

(Kemenkes RI, 2011).

Keterangan : (1) Telur; (2) Larva; (3) Pupa; (4) Nyamuk dewasa.

Setelah keluar dari pupa, nyamuk dewasa akan berhenti sejenak di atas permukaan air untuk mengeringkan tubuhnya terutama sayap-sayapnya, kemudian mengembangkan sayapnya dan terbang untuk mencari makan (Sembel, 2009). Larva biasanya berpupasi sesudah 7 hari. Pertumbuhan dari telur menjadi dewasa berlangsung dalam waktu 9-12 hari (Sembel, 2009; Sigit dkk, 2006).

Kehidupan larva *Aedes aegypti* pada air perindukan dari telur sampai dengan menetas menjadi nyamuk dewasa dapat bertahan hidup pada kisaran pH 4,4 sampai 9,3. Larva ini berkembang optimal pada pH 7 (Sukamsih, 2006). Larva dapat hidup pada suhu 20-30°C dan pada kelembaban 60-80% (Costa *et al*, 2010; Padmanabha *et al*, 2011). Suhu optimal untuk

perkembangan larva yaitu pada suhu 25-27°C dan kelembaban optimal larva pada kelembaban 70-80% (Dini dkk, 2010).

Pengaruh tidak langsung yang dapat mempengaruhi perkembangan larva yaitu cahaya dan volume air. Cahaya dapat mempengaruhi suhu dan makanan (Hadi, 2009). Volume air yang besar dapat memberikan rasa aman dan tenang untuk meletakkan telurnya. Selain itu, volume air yang besar menyebabkan permukaan air menjadi lebih gelap dan terdapat lebih banyak makanan (Ramadhani dan Hendri, 2013).

2.1.1.4. Anatomi Nyamuk *Aedes aegypti*

2.1.1.4.1. Struktur Tubuh

Struktur tubuh nyamuk berbeda dengan tubuh mamalia, karena mamalia memiliki *endoskeleton*. Struktur tubuh nyamuk bagian dalam terbungkus oleh lapisan luar yang keras disebut *eksoskeleton*. Isi tubuh bagian nyamuk adalah *hemocoel*, organ-organ sistem pencernaan makanan, sistem pernafasan, peredaran darah, dan sistem perototan. *Hemocoel* mengandung cairan darah yang tidak berwarna. Nyamuk memiliki plasma darah yang mengandung pigmen serupa dengan *haemoglobin* (Sembel, 2009).

2.1.1.4.2. Sistem Pencernaan

Alat pencernaan larva memiliki tingkat keasaman berbeda-beda seperti pada *caeca*, lambung, *tubulus malphigi*, rongga *pilorus* dan *rektum*. Sebagian besar larva makan mikroplankton seperti lumut, rotifera, protozoa, dan bakteri spora jamur. Makanan masuk dengan cara tersaring (*filter feeding*), menggerogoti, memecah, dan menelan. Hasil pencernaan diserap di berbagai bagian usus

yaitu usus tengah bagian anterior, usus tengah bagian posterior, dan caeca (B2P2VRP, 2014).

2.1.1.4.3. Sistem Saraf

Sel hidup dapat menghantarkan rangsang dari satu sel ke sel lainnya. Sel ini dapat menghantarkan rangsangan dan mengadakan perpaduan stimulus. Tubuh sel dan akson yang panjang membentuk sel saraf. Jaringan saraf terdiri dari kumpulan sel saraf (neuron). Fungsi sel saraf menerima informasi dari keadaan sekeliling dan dari dalam tubuh. Kemudian mengumpulkan semua informasi yang didapat dan mengintegrasikan ke otot sebagai hasil reaksi serangga. Jaringan saraf pusat terdiri dari sepasang rantai saraf. Pengumpulan sel saraf disebut ganglion (Hadi dkk, 2009).

2.1.1.4.4. Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah nyamuk adalah sistem peredaran darah terbuka. Nyamuk tidak memiliki jantung. Organ yang berfungsi sama seperti jantung yaitu suatu rongga yang memanjang melalui dorsal (atas). Rongga ini bertindak sebagai jantung yang bervibrasi atau bergerak melalui ostium (jantung) dan katub. Katub berfungsi untuk menjaga sirkulasi darah dalam hemocoel (Sembel, 2009).

2.1.1.4.5. Sistem Pernafasan

Larva memiliki sistem trakea yang terdiri dari tabung-tabung udara bercabang ke seluruh bagian tubuh dan semuanya berhubungan dengan bagian luar. Kemudian udara keluar melalui spirakel. Sepasang spirakel terdapat di abdomen bagian VIII dan bermuara di ujung siphon. Pupa memiliki trakea

yang pendek yang menghubungkan spirakel bagian thoraks anterior dengan udara luar pada bagian seperti trompet (B2P2VRP, 2014).`

2.1.1.5. Bionomik Nyamuk *Aedes aegypti*

2.1.1.5.1. Kesenangan Tempat Perindukan

Nyamuk betina meletakkan telur di atas permukaan air, menempel pada dinding tempat-tempat perindukan. Tempat perindukan yang disukai nyamuk biasanya berupa barang buatan manusia yang berisi air jernih. Perkakas keperluan manusia berpotensi sebagai tempat perkembangbiakkan seperti bak mandi, pot bunga, kaleng, botol, drum, tempurung, tunggak bambu, tempayan, jambangan bunga, dan ban mobil yang terdapat di halaman rumah. Kelopak daun pisang dan tempurung kelapa yang berisi air hujan pun dapat digunakan sebagai tempat perindukan nyamuk ini (Safar, 2009).

2.1.1.5.2. Kesenangan Menggigit

Setelah muncul dari kepompong, nyamuk *Aedes aegypti* akan mencari pasangan kemudian mengadakan perkawinan, lalu nyamuk betina menghisap darah manusia atau binatang. Darah merupakan sumber protein yang digunakan untuk proses perkembangan telur, sedangkan nyamuk jantan akan istirahat terlebih dahulu, setelah itu menghisap nektar dan cairan tumbuhan (Heriyanto dkk, 2011).

Setelah menghisap darah, nyamuk betina akan istirahat sampai proses penyerapan darah untuk perkembangan telur selesai. Nyamuk betina akan mencari tempat berair untuk bertelur. Setelah proses bertelur selesai, nyamuk akan kembali menghisap darah untuk siklus bertelur berikutnya (siklus *gronotrofik*). Proses ini

berlangsung setiap 2-3 hari untuk daerah tropis seperti di Indonesia (Sigit dkk, 2006).

Nyamuk ini menghisap darah pada siang hari, di pagi hari dari jam 8-12, dan sebelum matahari terbenam jam 3-6. Kisaran waktu ini berlaku baik di dalam maupun di luar rumah bagi nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk ini lebih suka menggigit di daerah yang terlindung seperti di sekitar rumah (Safar, 2009).

2.1.1.5.3. Kesenangan Tempat Istirahat

Menurut Sigit dkk (2006), kebiasaan hinggap biasanya dilakukan oleh nyamuk *Aedes aegypti* setelah menetas dan setelah menghisap darah. Tempat yang disenangi nyamuk hinggap untuk istirahat adalah tempat yang gelap, lembab, dan kurang angin. Tempat yang aman yaitu jauh dari gangguan musuh alami dapat mempengaruhi keberadaan nyamuk (Heriyanto dkk, 2011).

Tempat istirahat yang ideal bagi nyamuk yaitu pada semak-semak, tanaman rendah, tanaman hias, tanaman pekarangan, dan tanaman kebun. Selain itu, pakaian kotor yang tergantung di dalam rumah merupakan salah satu tempat hinggap yang disukai nyamuk ini. Jarak maksimal antara tempat hinggap nyamuk dengan pemukiman warga yaitu 500 m (Zulkoni, 2010).

2.1.1.5.4. Penyebaran dan Perilaku Terbang Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* tersebar luas di seluruh Indonesia. Penyebaran nyamuk dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk ketersediaan tempat bertelur dan darah, namun masih terbatas jarak 100 meter dari tempat kemunculan. Penelitian terbaru di Puerto Rico menunjukkan bahwa nyamuk dapat

menyebarkan sampai lebih dari 400 meter terutama untuk mencari tempat bertelur. (WHO, 2005).

2.1.2. Penyakit Tular Vektor (PTV) yang disebabkan *Aedes aegypti*

Penyakit Tular Vektor yang disebabkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* adalah demam berdarah *dengue*, penyakit *chikungunya*, penyakit demam kuning, dan penyakit *japanese encephalitis*.

2.1.2.1. Vektor Penyakit Demam Berdarah *Dengue*

DBD ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, dimana pada nyamuk tersebut terdapat virus *dengue*. Gejala klinis DBD yaitu demam tinggi mendadak 2-7 hari pada suhu 38°C -40°C. Kriteria laboratoris yaitu mengalami trombositopeni (trombosit < 100.000/ml) dan hemokonsentrasi (kenaikan Ht > 20%) (Zulkoni, 2010).

2.1.2.2. Vektor Penyakit *Chikungunya*

Demam *chikungunya* atau flu tulang (*break-bone fever*) mempunyai gejala dan keluhan penderita mirip DBD. Namun lebih ringan dan jarang menimbulkan perdarahan. Keluhan utama yang dialami penderita adalah *artralgia* yang merasakan nyeri pada tulang-tulang. Selain itu, pembuluh konjungtiva mata penderita tampak nyata dan disertai demam mendadak 2-3 hari (Soedarto: 2009).

2.1.2.3. Vektor Penyakit Demam Kuning

Penyakit demam kuning belum pernah terjadi di Indonesia, namun terjadi di Amerika Selatan dan Afrika Selatan. Gejala penyakit ini adalah sakit

kepala, pusing, sakit punggung, demam, dan muntah. Penderita akan meninggal dalam jangka waktu 5-8 hari (Safar, 2009).

2.1.2.4. Vektor Penyakit *Japanese Encephalitis* (JE)

Virus ensefalitis jepang adalah flavivirus yang tersebar luas di negara-negara Asia. Kasus klinis yang dikonfirmasi di Indonesia masih jarang dan lebih banyak dilaporkan di bagian barat Indonesia dan Bali sebagai tempat turis. Virus ini menyebabkan membengkaknya otak dan dapat menginfeksi babi, anjing, kambing, dan domba (Sembel, 2009).

2.1.3. Pengendalian Vektor

Pencegahan penyakit tular vektor sangat bergantung pada vektornya. Metode pengendalian vektor DBD yang paling efektif adalah dengan melibatkan peran serta masyarakat (PSM) (Kemenkes RI, 2011).

Berdasarkan “Modul Pengendalian Demam Berdarah *Dengue*” yang diterbitkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2011 yang menjelaskan bahwa metode pengendalian vektor yang dapat dilakukan dengan cara:

2.1.3.1. Pengendalian Vektor secara Biologi

Pengendalian vektor secara biologi dilakukan dengan cara memperbanyak musuh alami atau pemangsa nyamuk *Aedes aegypti*. Beberapa parasit, bakteri, virus, dan ikan dapat dipakai sebagai pengendali nyamuk. Ikan pemangsa larva nyamuk seperti ikan kepala timah (*Panchax-panchax*), ikan guppy/wader/ceto (*Lebistus reticularis*), dan *Gambusia affis*. Bakteri yang dapat mematikan nyamuk yaitu *Baccillus thuringiensis* serotipe-14 dan *Baccilus*

sphaericus. Cacing nematoda yang berfungsi sebagai pengendali populasi nyamuk yaitu *Romanomermes culiciforax* dan *Romanomermes iyengeri*. Nematoda ini dapat menembus larva sampai mati sebagai parasit (Safar, 2009).

2.1.3.2. Pengendalian Vektor secara Kimiawi

Pengendalian vektor secara kimia dilakukan dengan cara ULV untuk menurunkan populasi nyamuk dewasa. Insektisida yang digunakan dalam proses ULV/pengabutan yaitu *malathion*, tetapi tidak dapat membunuh stadium larva karena tempat hidup larva berada di dalam air. Pengendalian stadium larva dilakukan dengan menggunakan insektisida *temephos* maupun larvasida nabati dari hasil ekstraksi tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida (Sembel, 2009).

2.1.3.3. Pengendalian Vektor dengan Manajemen Lingkungan

Manajemen lingkungan dilakukan dengan cara modifikasi lingkungan dan manipulasi lingkungan. Modifikasi lingkungan yaitu kegiatan yang mengubah fisik lingkungan secara permanen untuk menghilangkan tempat perindukan nyamuk. Kegiatan ini termasuk penimbunan, pengeringan, pembuatan bangunan, dan pengaturan sistem pengairan serta 3M. Manipulasi lingkungan yaitu kegiatan untuk membuat suatu keadaan sementara yang tidak menguntungkan bagi keberadaan nyamuk, seperti pengangkutan lumut, perubahan kadar garam, dan sistem pengairan secara berkala (Sigit dkk, 2006).

2.1.3.4. Pengendalian Vektor dengan Pemberantasan Sarang Nyamuk/PSN-DBD

Konsep 3M yaitu menguras bak mandi/penampungan air minimal seminggu sekali, menutup dengan rapat tempat penampungan air, dan

mengubur barang bekas seperti kaleng dan ban di sekitar rumah. Plus dengan menghambat pertumbuhan vektor. Kegiatan yang dapat dilakukan seperti memelihara ikan pemakan jentik, menabur larvasida, menggunakan kelambu pada waktu tidur, dan memasang kasa. Selain itu, memasang obat nyamuk, menggunakan *lotion* anti nyamuk, dan memeriksa jentik berkala merupakan bentuk kegiatan dalam 3M plus (Zulkoni, 2010).

2.1.3.5. Pengendalian Vektor Terpadu (*Integrated Vector Management*)

WHO mengusulkan konsep pengendalian vektor IVM yang sering disebut pengendalian vektor terpadu. Prinsip pengendalian vektor terpadu yaitu melibatkan peran serta berbagai institusi dalam berbagai kegiatan pemberantasan vektor. Kegiatan tersebut dapat diwujudkan melalui kegiatan pokjantal DBD, Kegiatan PSN anak sekolah, dan kegiatan pendukung yang lain (Kemenkes RI, 2011).

2.1.4. Insektisida

Insektisida merupakan bahan yang berfungsi untuk memberantas serangga yang mengandung persenyawaan kimia. Insektisida yang ideal yaitu daya bunuh besar, cepat, dan tidak berbahaya bagi manusia dan ternak. Selain itu, harganya terjangkau, susunan kimianya stabil, mudah diaplikasikan, dan tidak berwarna serta tidak berbau. Keefektivitasan insektisida dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu bentuk insektisida, cara masuk, macam bahan kimia, konsentrasi, dan dosis (Safar, 2009).

2.1.4.1. Pembagian Insektisida

2.1.4.1.1. Berdasarkan Bahan Kimia Insektisida

Insektisida berdasarkan bahan kimia dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. Pestisida Sintetis

Pestisida sintetis ditemukan pada awal abad ke-20. Pestisida sintetis dapat dengan cepat menurunkan populasi sasaran dengan pengendalian atau residu yang lebih panjang. Pestisida ini mudah di produksi, mudah disimpan, dan memiliki harga yang relatif murah. Pestisida sintetis bersumber dari bahan dasar minyak bumi yang diubah struktur kimianya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu sesuai keinginan (Novizan, 2004).

2. Pestisida Alami

Insektisida alami merupakan insektisida yang dibuat dari bahan alami. Bahan tersebut diambil langsung dari tanaman atau dari hasil tanaman. Sebelum insektisida organik sintetis ditemukan, insektisida nabati telah banyak digunakan dan dapat dikatakan berusia paling tua (Untung, 2006).

2.1.4.1.2. Berdasarkan Cara Masuk Insektisida ke dalam Badan Serangga

(Mode of Entry)

Insektisida dikelompokkan ke dalam cara insektisida masuk ke dalam tubuh serangga yang kemudian ditransportasikan ke bagian tubuh serangga tempat insektisida aktif bekerja antara lain:

1. Racun Perut (*Stomach Poisons*)

Mekanisme kerja racun perut atau racun lambung yaitu insektisida masuk ke tubuh serangga melalui saluran pencernaan makanan atau perut. Serangga sasaran harus memakan racun ini, sehingga dapat menimbulkan efek kematian serangga tersebut. Selanjutnya insektisida diserap oleh dinding

saluran pencernaan makanan dan dibawa oleh cairan tubuh serangga ke tempat insektisida tersebut aktif seperti sistem saraf (Djojsumarto, 2008).

2. Racun Kontak (*Contact Poisons*)

Mekanisme kerja racun kontak yaitu insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui dinding tubuh (kulit atau kutikula) dan ditransportasikan ke bagian tubuh serangga tempat insektisida aktif bekerja. Insektisida memasuki tubuh serangga dapat juga karena serangga berjalan di atas permukaan yang telah mengandung insektisida. Racun ini biasanya bersentuhan langsung pada waktu serangga istirahat (Hudayya dan Hadis, 2012).

3. Racun Inhalasi (*Fumigant*)

Fumigan merupakan insektisida yang mudah menguap menjadi gas. Insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernafasan serangga atau sistem trakea melalui spirakel. Selanjutnya ditransportasikan ke tempat racun tersebut bekerja. Organisme sasaran yaitu semua jenis serangga tanpa memperhatikan bentuk mulut (Safar, 2009; Untung, 2006). Daun salam memiliki kandungan zat aktif yang berpotensi sebagai racun perut dan fumigan.

2.1.4.1.3. Berdasarkan Sasaran Insektisida (*Mode of Action*)

Insektisida dikelompokkan ke dalam lokasi mereka bekerja dalam tubuh serangga atau caranya dalam mematikan atau melumpuhkan serangga hama. *The Insecticide Resistance Action Committee* (IRAC, 2014) membagi target sasaran insektisida sebagai berikut:

1. Racun Saraf (Saraf dan Otot)

Racun saraf merupakan pestisida yang cara kerjanya mengganggu sistem saraf jasad sasaran. Gejala yang terjadi pada organisme sasaran yaitu apabila terpapar racun saraf umumnya terjadi kekejangan dan kelumpuhan sebelum mati dan bereaksi secara cepat (Hudayya dan Hadis, 2012).

2. Racun Pencernaan (Saluran Pencernaan Tengah)

Racun pencernaan berbeda dengan racun perut. Racun pencernaan adalah racun yang merusak saluran pencernaan serangga, sehingga serangga mati. Kematian serangga diakibatkan karena sistem pencernaannya tidak bekerja atau hancur (Djojoseumarto, 2008).

3. Racun Penghambat Metamorfosis Serangga (Pertumbuhan dan perkembangan)

Insect Growth Regulatots (IGRs) mampu menghalangi pertumbuhan nyamuk di masa pra dewasa dengan cara merintang atau menghalangi proses sintesis kitin untuk perubahan pupa dan nyamuk dewasa. Kitin merupakan zat kimia yang dihasilkan oleh serangga sebagai bahan untuk menyusun kulitnya. IGRs memiliki tingkat racun yang sangat rendah terhadap mamalia (Kemenkes RI, 2011).

4. Respirasi (Pernafasan)

Racun pernafasan berbeda dengan racun inhalasi atau fumigan. Racun pernafasan adalah racun yang merusak saluran pernafasan serangga, sehingga serangga mati. Kematian serangga diakibatkan karena sistem pernafasannya tidak bekerja atau hancur. Racun pernafasan dapat menonaktifkan enzim-enzim pernafasan (Priadi, 2015).

5. Non Spesifik (Tidak Diketahui Target Spesifiknya)

Beberapa insektisida diketahui berdampak kurang efektif dalam melumpuhkan dan mengenali target spesifiknya. Insektisida ini dapat bereaksi terhadap target tidak spesifik atau lebih dari satu target (Hudayya dan Hadis, 2012).

2.1.4.1.4. Berdasarkan Bentuk Insektisida

Insektisida berdasarkan bentuknya dikelompokkan ke dalam 3 kelompok, antara lain:

1. Bentuk insektisida berupa padat, antara lain:

- a. Serbuk (*dust*), berukuran 32-200 mikron dan tembus 20 *mesh screen*.
- b. Granul (*granules*), berukuran sebesar butir gula pasir dan tidak tembus 20 *mesh screen*.
- c. *Pellets*, berukuran kira-kira 1 cm.

2. Bentuk insektisida berupa larutan, antara lain:

- a. Aerosol dan *fog*, berukuran 0,1-50 mikron.
- b. Kabut (*mist*), berukuran 50-100 mikron.
- c. Semprotan (*spray*), berukuran 10-500 mikron.

3. Bentuk insektisida berupa gas, antara lain:

- a. Asap (*fumes* dan *smokes*), berukuran 0,001-0,1 mikron.
- b. Uap (*vapours*), berukuran kurang dari 0,001 mikron (Safar, 2009).

2.1.4.2. Granul (GR)

Granul merupakan salah satu formulasi insektisida yang diijinkan untuk digunakan di Indonesia. Formulasi granul atau butiran dibuat dengan

memberikan insektisida cair pada partikel-partikel kasar dari bahan yang mudah menyerap. Insektisida diserap ke dalam butiran dan kemudian bagian luar ditutup oleh suatu lapisan. Kandungan bahan aktif antara 2% sampai 40%. Formulasi ini lebih aman bagi pemakai dibandingkan formulasi lain seperti formulasi serbuk karena mengurangi kemungkinan dihirup (Untung, 2006).

2.1.4.3. Insektisida Nabati

Jenis pestisida ini bersifat mudah terurai (*biodegradable*) di alam. Insektisida ini tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan karena residunya mudah hilang. Pestisida nabati bersifat pukul lari (*hit and run*). Mekanisme insektisida nabati apabila diaplikasikan akan membunuh hama pada waktu itu. Setelah hama terbunuh, maka residunya akan cepat menghilang (Kardinan, 2002).

Penggunaan pestisida sintetis dapat diminimalisir dengan adanya insektisida nabati, sehingga kerusakan lingkungan dapat berkurang. Tanaman yang dapat dijadikan sebagai insektisida nabati terutama larvasida adalah daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*), daun tembelean (*Lantana camaara L.*), daun sirih (*Piper betle L.*), limbah tembakau (*Eugenia polyantha Wight*), dan *Solanacea (Cestrum nocturnum)*.

Kelebihan pestisida nabati antara lain:

1. Memiliki risiko kecil dalam hal gangguan kesehatan dan lingkungan hidup.
2. Efektivitas tinggi dan ancaman terhadap timbulnya resistensi relatif rendah.
3. Persistensi ekstrak yang rendah menyebabkan zat terurai secara cepat menjadi zat-zat yang tidak berbahaya.

2.1.5. Tembakau

2.1.5.1. Taksonomi Tembakau

Sistematika taksonomi tanaman tembakau dapat dijelaskan sebagai berikut:



Kingdom :	Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom :	Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi :	Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi :	Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas :	Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)
Sub Kelas :	Asteridae
Ordo :	Solanales
Famili :	Solanaceae (suku terung – terungan)
Genus :	Nicotiana
Spesies :	<i>Nicotiana tabacum L.</i>

2.1.5.2. Morfologi Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*)

Tanaman tembakau dapat tumbuh subur baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Tanaman tembakau tumbuh subur pada tanah yang gembur, sedikit air dan mengandung unsur hara yang cukup. Secara

morfologi, tembakau dicirikan dengan keadaan tanaman yang kokoh dan besar dengan ketinggian tanaman sedang. Tanaman tembakau terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah.

Berikut ini merupakan deskripsi morfologi bagian-bagian dari tanaman tembakau.

a. Akar

Tanaman tembakau berakar tunggang menembus ke dalam tanah sampai kedalaman 50 – 75 cm, sedangkan akar kecilnya menyebar ke samping. Tanaman tembakau juga memiliki bulu akar. Perakaran tanaman tembakau dapat tumbuh dan berkembang baik dalam tanah yang gembur, mudah menyerap air, dan subur (Adhanti, 2012).

b. Batang

Batang tanaman tembakau agak bulat, lunak tetapi kuat, makin ke ujung makin kecil. Ruas batang mengalami penebalan yang ditumbuhi daun, dan batang tanaman tidak bercabang atau sedikit bercabang. Pada setiap ruas batang selain ditumbuhi daun juga tumbuh tunas ketiak daun, dengan diameter batang 5 cm. Fungsi dari batang adalah tempat tumbuh daun dan organ lainnya, tempat jalan pengangkutan zat hara dari akar ke daun, dan sebagai jalan menyalurkan zat hasil asimilasi ke seluruh bagian tanaman (Adhanti, 2012).

c. Daun

Bentuk daun tembakau adalah bulat lonjong, ujungnya meruncing, tulang daun yang menyirip, bagian tepi daun agak bergelombang dan licin. Daun bertangkai melekat pada batang, kedudukan daun mendatar atau tegak. Ukuran

dan ketebalan daun tergantung varietasnya dan lingkungan tumbuhnya. Daun tembakau tersusun atas lapisan *palisade parenchyma* pada bagian atasnya dan *spongy parenchyma* pada bagian bawah. Jumlah daun dalam satu tanaman berkisar 28 – 32 helai, tumbuh berselang-seling mengelilingi batang tanaman. Daun tembakau cerutu diklasifikasikan menurut letaknya pada batang, yang dimulai dari bawah ke atas dibagi menjadi 4 kelas yakni : daun pasir (*zand blad*), kaki (*voet blad*), tengah (*midden blad*), atas (*top blad*). Daun tembakau Virginia pada dasarnya dibagi menjadi 4 kelas, yakni: daun pasir (*lugs*), bawah dan tengah (*cutters*), atas (*leaf*), dan pucuk (*tips*). Bagian dari daun tembakau Virginia yang mempunyai nilai tertinggi adalah daun bawah dan tengah menyusul daun atas, sedang daun pasir dan pucuk hampir tidak bernilai kecuali untuk tembakau rajangan (Adhanti, 2012).

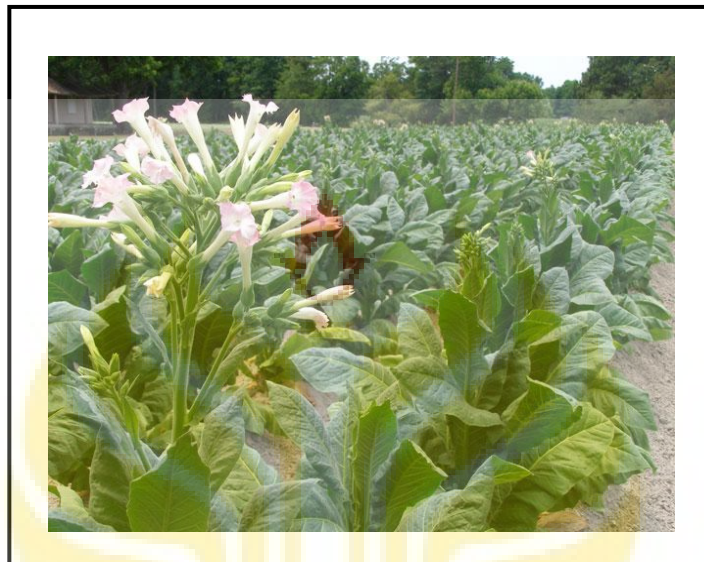
d. Bunga

Bunga tanaman tembakau merupakan bunga majemuk yang terdiri dari beberapa tandan dan setiap tandan berisi sampai 15 bunga. Bunga berbentuk terompet dan panjang. Warna bunga merah jambu sampai merah tua pada bagian atasnya, sedang bagian lain berwarna putih. Kelopak memiliki lima pancung, benang sari berjumlah lima tetapi yang satu lebih pendek dan melekat pada mahkota bunga. Kepala putik atau tangkai putik terletak di atas bakal buah di dalam tabung bunga. Letak kepala putik dekat dengan benang sari dengan kedudukan sama tinggi (Adhanti, 2012).

e. Buah

Buah tembakau akan tumbuh setelah tiga minggu penyerbukan. Buah

tembakau berbentuk lonjong dan berukuran kecil berisi biji yang sangat ringan. Biji dapat digunakan untuk perkembangbiakan tanaman. Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) dapat dilihat di bawah ini (Gambar 2.7).



Gambar 2.6. Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*)
(Ceili, 2011)

2.1.5.3 Limbah Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*)

Untuk bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah tembakau dalam bentuk batang yang sangat melimpah di alam. Batang tembakau mengandung alkaloid (Zaidi et al., 2004), flavonoid dan minyak atsiri (Machado et al., 2010; Palic et al., 2002) dan nikotin (Susanti, 2012). Nikotin terdapat di seluruh bagian dari tanaman tembakau. Bagian dari tanaman tembakau yang mempunyai kadar nikotin pada daunnya. Bagian lain yang mempunyai kadar nikotin cukup tinggi ialah dalam batangnya (Suhenni, 2010).

Indonesia merupakan negara dengan produksi tembakau yang tinggi. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkebunan, Luas area perkebunan tembakau di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 164,448 Ha dan pada tahun

2014 mencapai 195,260 Ha dengan laju pertumbuhan mencapai 1,27% dengan panen mencapai 164,448 ton pada tahun 2013 dan pada tahun 2014 mengalami kenaikan hingga mencapai 166,262 ton. Hal ini menyebabkan potensi limbah batang dan akar tembakau di Indonesia sangat melimpah, dengan jumlah 55.776,24 ton per tahun atau 152,81 ton per hari (Prasetya, 2015). Selama ini pengolahan limbah batang tembakau dilakukan secara konvensional yaitu pembakaran. Pembakaran limbah batang tembakau dapat mencemari lingkungan serta membahayakan bagi kesehatan karena asap yang dihasilkan, sehingga peneliti ingin memanfaatkan limbah tersebut sebagai larvasida. Berikut ini merupakan gambar limbah batang tembakau (Gambar 2.6).



Gambar 2.6. Limbah Batang Tembakau
Sumber : Data Primer

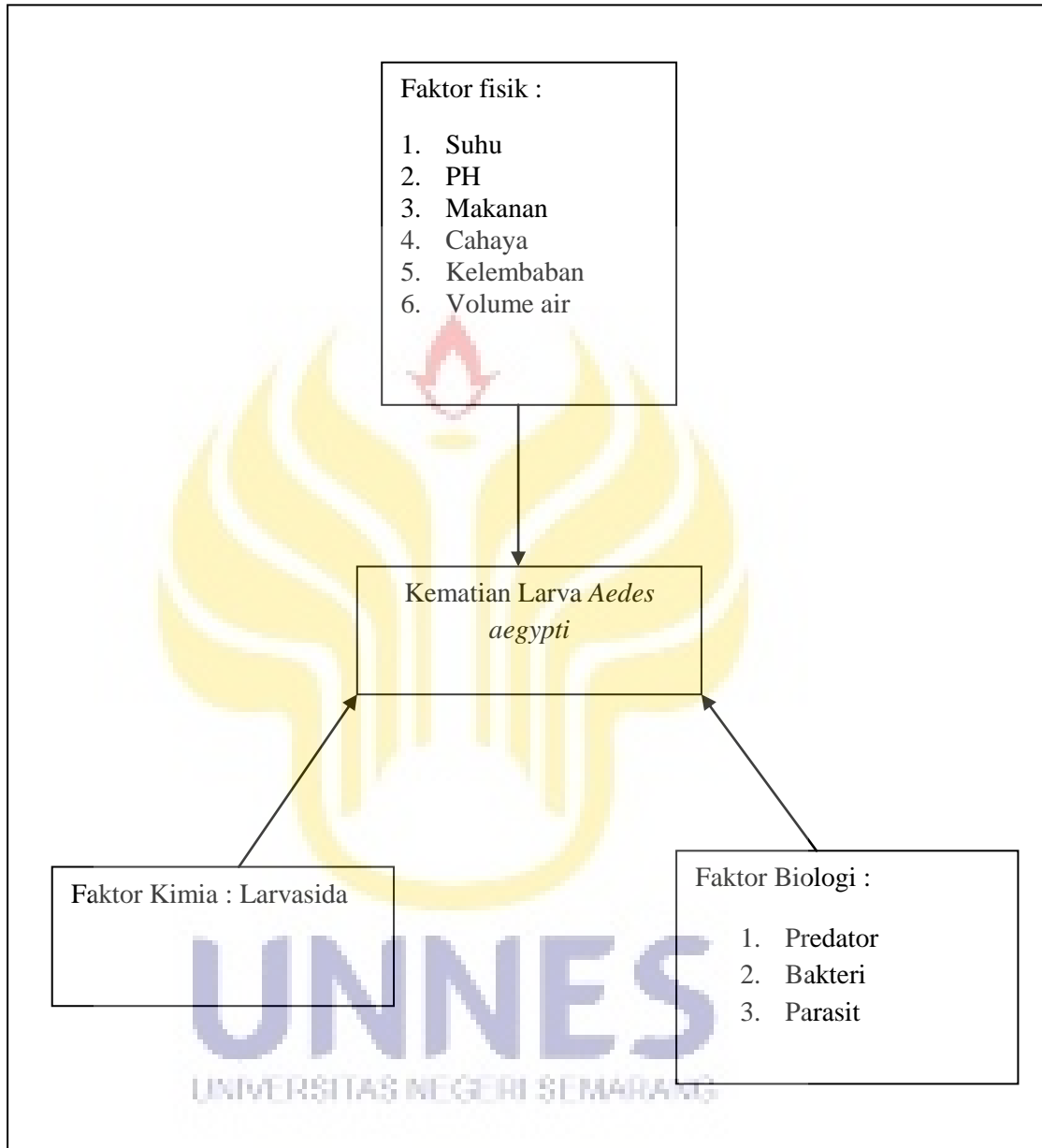
2.1.5.4 Kandungan Kimia Limbah Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*)

Tanaman tembakau dapat dijadikan sebagai pestisida organik karena tembakau adalah tanaman perkebunan yang mengandung senyawa alkaloid

(Zaidi et al., 2004), flavonoid dan minyak atsiri (Machado et al., 2010; Palic et al., 2002) dan nikotin (Susanti, 2012).

Senyawa alkaloid yang terdapat pada tanaman tembakau berfungsi sebagai racun perut, dan flavonoid berfungsi sebagai racun saraf (Susanto dkk, 2010; farida, 2009). Alkaloid bertindak sebagai racun perut dimana semua alkaloid mengandung satu atau dua atom hidrogen yang bersifat basa (Sovia, 2006). Alkaloid juga memiliki aktivitas hipoglikemi atau penurunan kadar glukosa darah. Flavonoid berfungsi sebagai racun saraf yang masuk kedalam permukaan tubuh serangga melalui sistem pernafasan berupa spirakel dan akibatnya menimbulkan kelayuan pada sistem saraf, lama – kelamaan tidak bisa bernafas dan akhirnya mati (Dinata, 2006). Berdasarkan penelitian Susanti (2012), Kandungan nikotinnya yang tinggi juga mampu mengusir serangga. Dalam cara kerjanya, nikotin akan mempengaruhi ganglia dari sistem saraf pusat serangga. Pada kadar yang rendah, nikotin akan menyebabkan konduksi transinaptis, sedang pada kadar yang tinggi akan menyebabkan penghambatan konduksi (*blocking conduction*) karena terjadinya peresapan ion nikotin ke dalam benang saraf yang kemudian akan mematikan serangga.

2.2 KERANGKA TEORI



Gambar 2.8. Kerangka Teori

(Sumber: Costa et al, 2010; Hadi, 2009; Kemenkes RI, 2011; Padmanabha et al, 2011; Ramadhani dan Hendri, 2013; Sigit dkk, 2006; Sukamsih, 2006)

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Pembahasan

5.1.1. Suhu

Suhu air merupakan salah satu faktor lingkungan fisik yang dapat mempengaruhi kehidupan larva *Aedes aegypti* terutama terhadap pertumbuhan dan perkembangannya. Menurut Nopianti, dkk (2008), rata-rata suhu air yang optimum untuk pertumbuhan larva adalah 20⁰C – 30⁰C. Pada air yang agak dingin (suhu rendah) perkembangan larva lebih lambat.

Hasil pengukuran suhu pada saat pengujian granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) menunjukkan suhu awal yang stabil yaitu 29⁰C dan suhu akhir berkisar antara 29-29,5⁰C selama pengamatan 24 jam. Suhu optimum untuk perkembangan larva *Aedes aegypti* adalah sebesar 20-30⁰C. Larva *Aedes aegypti* akan mati pada suhu 10⁰C atau di atas 40⁰C (Costa *et al*, 2010; Padmanabhaet *al*, 2011). Hal tersebut menunjukkan bahwa suhu air tidak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan larva selama percobaan.

5.1.2. pH

Salah satu faktor kimia yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan larva adalah pH. Semakin kecil pH, maka angka kematian jentik/larva semakin besar dan cepat. Pengukuran pH dilakukan pada awal maupun akhir pada saat uji pendahuluan serta pada saat uji lanjutan. Menurut Sukamasih (2006), kadar pH untuk kehidupan larva nyamuk *Aedes aegypti* berkisar antara 4,4 sampai 9,3 dan larva berkembang optimal pada pH 7.

Hasil pengukuran pH pada saat pengujian di Laboratorium Biologi FMIPA Unnes menunjukkan pH awal sampai akhir berkisar antara 5-7. Hal tersebut menunjukkan bahwa pH media tidak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan larva *Aedes aegypti* selama percobaan dilakukan.

5.1.3. Umur Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Pada pengujian larvasida granul ekstrak limbah tembakau ini menggunakan larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III. Umur larva nyamuk merupakan faktor yang sangat berpengaruh pada daya tahan nyamuk terhadap pajanan insektisida nabati. Stadium larva sangat mempengaruhi reaksi terhadap zat toksik. Larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III sudah memiliki morfologi yang sempurna dan merupakan fase makan pada larva ini (Nopianti dkk, 2008), dimana salah satu mekanisme kerja dari zat aktif granul ekstrak limbah tembakau salah satunya adalah racun perut sehingga zat aktif tersebut harus dapat dimakan oleh larva nyamuk *Aedes aegypti*.

Proses penetasan telur dilakukan pada waktu yang sama, sehingga diperoleh larva instar III yang sama yaitu setelah lima hari perkembangbiakkan. Larva instar III dipilih dengan ukuran 3,8-5 mm. Oleh karena itu, apabila terjadi perbedaan jumlah kematian larva *Aedes aegypti* antar media uji, maka perbedaan tersebut tidak disebabkan oleh umur larva.

5.1.4. Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Pada pengujian larvasida granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) didapatkan hasil kematian larva pada konsentrasi terkecil yaitu granul 10% adalah 13 ekor (16,25%) dengan rata-rata kematian 4,33 ekor.

Hasil kematian pada konsentrasi granul 15% adalah 23 ekor (28,75%) dengan rata-rata 5,75 ekor. Hasil kematian pada konsentrasi granul 20% adalah 25 ekor (31,25%) dengan rata-rata kematian 6,25 ekor. Jumlah kematian tertinggi terjadi pada konsentrasi granul 20% dan jumlah kematian terendah terjadi pada konsentrasi granul 10%.

Pada pengujian larvasida granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) ini, menggunakan 3 kontrol yaitu 100 ml air dan dekstrin 10% untuk kelompok kontrol negatif dan 10 mg/100 ml abate untuk kontrol positif. Berdasarkan hasil penelitian, jumlah kematian pada 100 ml air adalah 0 ekor (0%), dekstrin 10% adalah 1 ekor dengan rata-rata kematian 0,25 ekor (1,25%), dan 10 mg/100 ml temephos adalah 100 ekor dengan rata-rata kematian 20 ekor (100%).

5.1.5. Nilai LC dan LT Granul Ekstrak Limbah Tembakau

Hasil uji probit menunjukkan bahwa nilai LC_{50} granul ekstrak limbah tembakau adalah 23.965% yang berarti bahwa granul ekstrak limbah tembakau dapat mematikan 50% larva *Aedes aegypti* pada konsentrasi 23.965%. LC_{90} granul ekstrak limbah tembakau adalah 40.957% yang berarti bahwa granul ekstrak limbah tembakau dapat mematikan 90% larva *Aedes aegypti* pada konsentrasi 40.957%. Sedangkan LT_{50} granul ekstrak limbah tembakau yaitu 362.625 jam yang berarti bahwa granul ekstrak limbah tembakau dapat mematikan 50% larva *Aedes aegypti* selama 362.625 jam. LT_{90} granul ekstrak limbah tembakau adalah 544.488 jam yang berarti bahwa granul ekstrak limbah

tembakau dapat mematikan 90% larva *Aedes aegypti* selama 544.488 jam. Konsentrasi 20% dipilih karena memiliki angka kematian tertinggi yaitu 31,25%.

Jadi, berdasarkan penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi dan semakin lama waktu perlakuan dapat menambah jumlah kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*.

5.1.6. Analisis Univariat

Kematian larva *Aedes aegypti* terdapat pada semua kelompok perlakuan, hal ini membuktikan bahwa kematian pada kelompok perlakuan disebabkan oleh granul ekstrak limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*), bukan karena faktor lingkungan (suhu, pH, dll). Kematian larva *Aedes aegypti* disebabkan oleh senyawa aktif yang terkandung dalam granul limbah tembakau yaitu alkaloid (Zaidi et al., 2004). Senyawa alkaloid dapat berfungsi sebagai racun perut pada larva (Susanto dkk, 2010; Farida, 2009). Selain itu, tanaman tembakau juga mengandung flavonoid dan minyak atsiri (Machado et al., 2010; Palic et al., 2002). Flavonoid dan minyak atsiri dapat berfungsi sebagai racun saraf pada larva (Susanto dkk, 2010; farida, 2009). Berdasarkan penelitian Susanti (2012), kandungan nikotinnya yang tinggi juga mampu digunakan sebagai insektisida. Senyawa ini bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan fumigan (Tuti, 2014). Senyawa atau unsur yang bersifat toksik atau racun, apabila masuk ke dalam tubuh dapat menyebabkan kematian pada larva. Hasil pengamatan, larva *Aedes aegypti* yang telah diberikan konsentrasi ekstrak limbah tembakau dalam bentuk granul akan mengalami perubahan tingkah laku dimana gerakan yang sebelumnya aktif akan menjadi lamban, dan akhirnya akan mati. Larva *Aedes aegypti*

dikatakan mati apabila larva tersebut sudah tidak bergerak bila disentuh dan berada di dasar air, serta tidak muncul lagi ke permukaan air. Larva yang mati nampak kelihatan putih pucat.

Hasil pengamatan yang dilakukan selama 24 jam pada penelitian, didapatkan hasil bahwa granul limbah tembakau konsentrasi 10% rata-rata pada 4 replikasi dapat membunuh 16,25% larva, konsentrasi 15% dapat membunuh 28,75% larva, konsentrasi 20% dapat membunuh 31,25% larva. Pada kelompok kontrol, didapatkan hasil 0% rata-rata kematian larva pada konsentrasi 0% granul ekstrak limbah tembakau (air), kematian larva 100% pada pemberian *abate* 10 mg/ 100 ml, serta kematian larva 1,25% pada pemberian *dextrin* 10%. Hal ini membuktikan bahwa terdapat kematian larva *Aedes aegypti* pada setiap kelompok perlakuan.

5.1.7. Waktu Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Kematian pada semua kelompok uji ekstrak limbah tembakau mulai terjadi pada menit ke-60. Pada menit ke-1.440 merupakan waktu puncak dalam kematian larva. Hal ini sejalan dengan penelitian Cania dan Endah (2013), serta penelitian Oktavia dkk (2012) yang membuktikan angka kematian tertinggi terjadi pada menit ke-1.440 karena senyawa metabolit sekunder seperti tanin, saponin, flavonoid, dan eugenol sebagian besar dapat larut setelah 24 jam. Jadi besarnya konsentrasi dan lama paparan ekstrak limbah tembakau dalam bentuk granul sangat menentukan besarnya jumlah dan kecepatan kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*.

5.1.8. Analisis Bivariat

Uji normalitas data yang digunakan adalah *Shapiro-Wilk*. Hasil dari uji normalitas yang didapat adalah konsentrasi granul 10%, konsentrasi 15%, konsentrasi 20%, konsentrasi *dextrin* 10% terdistribusi normal ($p > 0,05$). Untuk *abate* dan air (0 mg/ 100 ml) tidak diketahui hasilnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa *abate* konsentrasi 10 mg/100 ml dan air (0 mg/ 100 ml) tidak terdistribusi normal ($p < 0,05$).

Uji homogenitas varian yang digunakan menggunakan uji *levene*. Hasil dari uji homogenitas yang didapat adalah $p = 0,001$. Nilai signifikansi atau probabilitas $< 0,05$, maka data berasal dari varian yang tidak homogen. Karena salah satu syarat melakukan uji anova tidak terpenuhi (data tidak terdistribusi normal atau varians data tidak homogen), maka dilakukan uji alternatif yaitu menggunakan uji *kruskal-wallis*.

Uji beda menggunakan uji alternatif yaitu *kruskal wallis* dikarenakan salah satu syarat dari uji Anova tidak terpenuhi, yaitu data tidak terdistribusi normal dan varians data tidak homogen. Hasil dari uji *kruskal wallis* adalah $p = 0,002$. Nilai signifikansi atau probabilitas $< 0,05$, berarti ada perbedaan rata-rata jumlah kematian larva, maka dilanjutkan analisis *post hoc* dengan menggunakan uji *mann-whitney* untuk mengetahui pasangan nilai *mean* yang berbeda secara signifikan.

Analisis *post hoc* untuk uji *kruskal-wallis* adalah uji *mann-whitney*. Hasil pengujian dengan *mann-whitney* menunjukkan bahwa adanya perbedaan pasangan rata-rata jumlah kematian larva *Aedes aegypti* secara signifikan ($p < 0,05$). Nilai

konsentrasi yang tidak berbeda yaitu konsentrasi granul 10% dengan granul 15%, granul 20%, dan dextrin 10%, konsentrasi granul 15% dengan granul 20%, dan konsentrasi dextrin 10% dengan air. Berdasarkan hasil uji *post hoc*, nilai *mean rank* dan *sum of ranks* menunjukkan bahwa granul konsentrasi 20% memiliki nilai yang lebih besar, sehingga dapat dikatakan granul konsentrasi 20% lebih memiliki efek larvasida dibandingkan dengan granul konsentrasi 15% dan granul konsentrasi 10%. Nilai *mean rank* dan *sum of ranks* menunjukkan bahwa granul konsentrasi 15% memiliki nilai yang lebih besar, sehingga dapat dikatakan granul konsentrasi 15% lebih memiliki efek larvasida dibandingkan dengan granul konsentrasi 10%. Nilai *mean rank* dan *sum of ranks* pada dekstrin dan air menunjukkan bahwa dekstrin memiliki nilai yang lebih besar, sehingga dekstrin lebih memiliki efek larvasida dibandingkan dengan air. Pada kelompok perlakuan granul limbah tembakau berdasarkan hasil uji *post hoc* secara umum semakin tinggi konsentrasi, maka semakin tinggi efek larvasida yang dapat menyebabkan kematian larva uji. Hal ini dibuktikan dengan keunggulan granul konsentrasi 20% dibandingkan dengan granul konsentrasi 15% dan granul konsentrasi 10%. Pada konsentrasi granul limbah tembakau yang lebih tinggi terdapat kandungan zat aktif yang lebih banyak daripada konsentrasi yang lebih rendah.

Abate tetap memiliki efek larvasida paling baik. Air tidak memiliki efek larvasida yang menyebabkan kematian pada larva uji. Hal ini dapat terjadi, karena air merupakan habitat larva nyamuk *Aedes aegypti* dan tidak memiliki kandungan zat toksik (Heriyanto dkk, 2011: 18). Selain itu, air memiliki pH 7 yang

merupakan tempat perkembangan optimal bagi larva nyamuk *Aedes aegypti* (Sukamsih, 2006).

5.1.8. *Acceptable Daily Intake (ADI) dan Maximum Permissible Level (MPL)*

ADI menunjukkan jumlah senyawa pestisida yang jika dikonsumsi setiap hari tidak menimbulkan akibat negatif. ADI merupakan angka NOEL yang sudah dikoreksi keselamatan (*safety factor*). MPL merupakan jumlah pestisida yang boleh dikonsumsi. NOEL (*No Observable Effect Level*) adalah tidak menunjukkan efek yang teramati terhadap hewan uji. Pada penelitian ini ditemukan bahwa NOEL granul ekstrak limbah tembakau terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* adalah =

$$\text{NOEL} = 6.973 \text{ mg}/100 \text{ ml} = 697.300 \text{ mg}/\text{kg bb}$$

$$\begin{aligned} \text{ADI larva} &= \frac{\text{NOEL}}{\text{Jumlah safety factor}} \\ &= \frac{697.300}{100} \\ &= 6.973 \text{ mg}/\text{kg bb larva} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MPL larva} &= \text{ADI} \times \text{bb} \\ &= 6.973 \times 1 \\ &= 6.973 \text{ mg}/\text{mg bb larva} \end{aligned}$$

$$\text{ADI manusia} = \frac{\text{NOEL}}{\text{Jumlah safety factor}}$$

$$= \frac{697.300}{40}$$

$$= 17.432,5 \text{ mg/kg bb manusia}$$

$$\text{MPL manusia} = \text{ADI} \times \text{bb}$$

$$= 17.432,5 \times 60$$

$$= 1.045.950 \text{ mg/kg bb manusia}$$

Keterangan:

Berat badan (larva = 1 mg, manusia = 60 kg)

Keselamatan (*safety factor*) :

Macam efek (larva = 20, manusia = 10)

Tingkat keparahan (*severity*) (larva = 20, manusia = 10)

Bisa tidaknya pulih (*reversibility*) (larva = 20, manusia = 10)

Masalah intra dan *interspecies* (larva = 20, manusia = 10) (Djojsumarto, 2008 : 256).

Berdasarkan hasil ADI seseorang tidak menampakkan gejala gangguan kesehatan, jika mengkonsumsi granul ekstrak limbah tembakau sebesar 17.432,5 mg/kg bb. Sedangkan ADI pada larva sebesar 6.973 mg/kg bb. Jumlah total asupan (MPL) adalah 1.045.950 mg/kg bb, hal ini menunjukkan bahwa orang Indonesia dewasa dengan berat badan 60 kg tidak akan menunjukkan gejala keracunan jika mengkonsumsi granul ekstrak limbah tembakau sebesar 1.045.950 mg per hari. MPL pada larva sebesar 6.973 mg/mg bb larva.

Menurut Djojsumarto, (2008) faktor operasional terjadinya resistensi dalam teknik aplikasi pestisida yaitu takaran yang terlalu tinggi dan

intensitas penggunaan pestisida menyebabkan tekanan seleksi semakin besar dan proses berkembangnya resistensi menjadi lebih cepat.

5.1.9. Kriteria Efektif Granul Ekstrak Limbah Tembakau

Granul ekstrak limbah tembakau memiliki efek larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* karena dapat menyebabkan kematian larva uji sebesar 10%-95% (WHO, 2005). Penelitian ini sudah mencapai kematian larva nyamuk uji lebih dari 10% populasi dan sesuai dengan uji toksisitas akut.

Apabila toksisitas akutnya rendah, maka tidak perlu menentukan LC_{50} secara tepat karena suatu angka perkiraan sudah dapat memberikan manfaat (Lu, 2006). Berdasarkan penelitian, dapat disimpulkan bahwa granul ekstrak limbah tembakau memiliki efek larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*.

Namun, granul ekstrak limbah tembakau belum termasuk kriteria pestisida nabati efektif. Kriteria pestisida nabati efektif yaitu dapat menyebabkan kematian larva uji sebesar 80%-90% dalam periode waktu tertentu (Kementerian Kehutanan, 2010).

5.1.10 Hambatan dan Kelemahan Penelitian

Hambatan dan kelemahan dalam penelitian ini adalah limbah tembakau yang didapat sudah kering dan terpapar sinar matahari serta hujan sangat lama selama berbulan-bulan sehingga kandungan kimia dalam limbah tembakau sebagian telah hilang karena cuaca. Berdasarkan Gunarso (2014), faktor lain yang dapat mempengaruhi keefektifan insektisida nabati adalah cahaya matahari yang dapat menyebabkan senyawa aktif terurai. Senyawa aktif insektisida nabati mudah terurai bila terpapar pada sinar matahari khususnya pada spektrum ultraviolet.

Intensitas cahaya matahari secara tidak langsung juga dapat mempengaruhi daya bunuh ekstrak limbah tembakau terhadap kematian serangga uji. Tanaman tembakau ditanam pada musim kemarau dan dipanen pada bulan Juni-Juli, sedangkan penelitian dan pembuatan granul ekstrak limbah batang tembakau dilakukan pada bulan Maret sehingga peneliti hanya bisa mendapatkan limbah dalam kondisi kering, agak lapuk dan sudah terpapar cuaca dalam waktu yang lama.



BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang berjudul “Uji Daya Bunuh Granul Ekstrak Limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap Larva *Aedes aegypti*”, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada pengujian larvasida granul ekstrak limbah tembakau didapatkan hasil kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi terkecil yaitu 10% adalah 16,25%, 15% adalah 28,75%, 20% adalah 32,25%.
2. Nilai LC₅₀ granul ekstrak limbah tembakau adalah 23,956% dan LC₉₀ adalah 40,957%. Nilai LT₅₀ dan LT₉₀ pada konsentrasi 20% adalah 362,625 jam dan 544,488 jam.
3. Granul ekstrak limbah tembakau memiliki efek larvasida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* karena dapat mematikan 32,25% larva uji, namun belum dapat dikatakan efektif sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti*, karena belum mampu membunuh 80%-90% larva uji.

6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang berjudul Uji Daya Bunuh Granul Ekstrak Limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti* Tahun 2016, saran yang dapat diajukan peneliti adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan aktif yang terkandung dalam limbah batang tembakau yang masih baru dengan limbah batang tembakau yang sudah kering karena terpapar sinar matahari.

2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai Uji Daya Bunuh Granul Ekstrak Limbah tembakau (*Nicotiana tabacum L*) terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti* dengan kondisi limbah batang tembakau yang masih baru.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhanti, 2012, *Konsentrasi Efektif Ekstrak Daun Tembakau (Nicotiana tabacum L.) sebagai Pembersih Gigi Tiruan Resin Aklirik terhadap Jumlah Streptococcus mutans*, Skripsi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Jember.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit (B2P2VRP), 2014, *Modul Pelatihan Entomologi*, Salatiga: B2P2VRP.
- Barodji, 2004, Siklus Hidup Malaria dan Filariasis di Flores, Anopheles Barbirostris Van Wulp di Laboratorium, *Jurnal Kedokteran Yarsi* Vol. 12. No.2 :34-7, Jakarta
- Cahyati, N., 2006, *Uji Efikasi Larvasida Nabati Ekstrak Daun Sirih sebagai Larvasida Aedes aegypti di Laboratorium*, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Cania, E. dan Endah Setyaningrum, 2013, *Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Legundi (Vitex trifolia) terhadap Larva Aedes aegypti*, *Medical Journal of Lampung University*, Volume 2, No. 4, Februari 2013.
- Chahal Jagbeer, Ohlyan Renu, Kandale Ajit, Walia Anu, Puri Sidharth, 2011, Introduction, Phytochemistry, Traditional uses and Biological Activity of Genus Piper: A review. *International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research* Volume 2, Issue 2, May - July 2011
- Cheetangdee V, C. Siree. 2006. *Free amino acid and reducing sugar composition of pandan (Pandanus amaryllifolius) leaves*. Departement of

Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok. Thailand.

Costa, E.A.P.A., Eloína Maria de Mendonça Santos, Juliana Cavalcanti Correia, dan Cleide Maria Ribeiro de Albuquerque, 2010, Impact of Small Variations in Suhue and Humidity on The Reproductive Activity and Survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae), *Rev. Bras. Entomol.* Volume 54, No. 3, São Paulo.

Dalimartha S. 2009. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta: Pustaka Bunda.

Dharmananda, 2004, *Ageratum conyzoides L. : "A Review on Its Phytochemical and Pharmacological Profile"*, *Review Journal*.

Dinata, A., 2006, *Basmi Lalat dengan Jeruk Manis*. Dalam : www.litbag.depkes.go.id Dikutip tanggal 17 Maret 2015

Dinas Kesehatan Kota Semarang, 2014, *Profil Kesehatan Kota Semarang 2013*, Semarang: Dinkes Kota Semarang.

Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, 2014, *Buku Saku Kesehatan Triwulan 1 Tahun 2014*, Semarang: Dinkes Provinsi Jateng.

Dini, A.M.V., Rina Nur Fitriany, dan Ririn Arminsih Wulandari, 2010, Faktor Iklim dan Angka Insiden Demam Berdarah Dengue di Kabupaten Serang, *Makara, Kesehatan*, Vol. 14, No. 1, Juni 2010: 31-38.

Djojsumarto, Panut, 2008, *Pestisida dan Aplikasinya*, Jakarta: Agromedia

Farida, I.F., 2006, *Pengaruh Granul Ekstrak Daun Babadotan dalam Menghambat Pertumbuhan Larva Nyamuk *Aedes aegypti L.**, Karya Ilmiah, Universitas Brawijaya, Malang.

- Gunarso, Rudi. 2014. *The Test of Some Concentration of Piper aduncum L. Fruit Flour Extract to Control Nettle Caterpillar Setora nitens Walker (Lepidoptera;Limacodidae) at Oil Palm of Plant (Elaeis guineensis Jacq).* (online). Diakses pada 10 Agustus 2016. ([http://download.portalgaruda.org/article.php?article=186819&val=6448&title=Test%20of%20Some%20Concentration%20of%20Piper%20Aduncum%20L.%20Fruit%20Flour%20Extract%20to%20Control%20Nettle%20Caterpillar%20Setora%20nitens%20Walker%20\(Lepidoptera;limacodidae\)%20at%20Oil%20Palm%20of%20Plant%20\(Elaeis%20guineensis%20jacq\).](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=186819&val=6448&title=Test%20of%20Some%20Concentration%20of%20Piper%20Aduncum%20L.%20Fruit%20Flour%20Extract%20to%20Control%20Nettle%20Caterpillar%20Setora%20nitens%20Walker%20(Lepidoptera;limacodidae)%20at%20Oil%20Palm%20of%20Plant%20(Elaeis%20guineensis%20jacq).))
- Hadi, M., Udi Tarwotjo, dan Rully Rahadian, 2009, *Biologi Insekta Entomologi*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hadi, U.K., Singgih H. Sigit, dan E. Agustina, 2009, *Habitat Jentik Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) pada Air Terpolusi di Laboratorium*, Bogor: IPB.
- Hasan, M.I., 2002, *Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Ghalia Indonesia, Bogor
- Hayati, N., 2006, Uji Efikasi Larvasida Nabati Ekstrak Daun Jeruk Purut (Citrus histric DC) sebagai Larvasida Aedes aegypti di Laboratorium, *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Hastuti, H. 2008,. Daya Bunuh Ekstrak Limbah tembakau (Nicotiana tabacum L.) (Pandanus amaryllifolius Roxb.) terhadap Larva Anopheles aconitus Donitz. *Skripsi*, Fakultas Kedokteran UNS, Surakarta.

Heriyanto, B., Damar Tri Boewono, Widiarti, Hasan Boesri, Umi Widyastuti, Blondine Ch.P., Hadi Suwarsono, Ristiyanto, Aryani Pujiyanti, Siti Alfiah, Dhian Prastowo, Yusnita Mirna Anggraeni, Anggi Septi Irawan, dan Mujiyono, 2011, *Atlas Vektor Penyakit di Indonesia*, Salatiga: Kementerian Kesehatan RI, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit.

Hudayya, A, dan Hadis Jayanti, 2012, *Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerja (Mode of Action)*, Bandung Barat: Yayasan Bina Tani Sejahtera.

Insecticide Resistance Action Committee, 2014, *IRAC MoA Classification Sceme*, IRAC International MoA Working Group.

Ishak, H., Mappau Z., Wahid I., 2005 Uji Kerentanan *Aedes aegypti* Terhadap Malathion dan Efektifitas Tiga Jenis Insektisida, Propokusur komersial di Kota Makasar. *Jurnal Medika Nusantara*, 2005, 26: 235-239

Kardinan, Agus, 2002, *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasinya*, Jakarta: Penebar Swadaya.

Kemenkes RI, 2010, Demam Berdarah Dengue, *Buletin Jendela Epidemiologi*, Volume 2, No 1, Agustus 2010, hlm. 5.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2011, *Modul Pengendalian Demam Berdarah Dengue*, Jakarta: Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.

Kemenkes RI, 2014, *Waspada DBD di Musim Pancaroba*, Pusat Komunikasi Publik Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.

- Koesharto,S., Bisset, J., Fernandez, D.M., 2006, *Senyawa Terpenoida dan Steroida dalam Membasmi Larva Aedes aegypti*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Lestari, S., 2011, Efektivitas Ekstrak daun Mojo (*Aegle marmelos L.*) terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti* Instar III, *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Lu, Frank C., 2006, *Toksikologi Dasar*, Jakarta: UI-Press.
- Machado, P. A., Fu H., Kratochivl R. J., Yuan Y., Hahm T. S., Sabliov C. M.,Wei C. I. & lo Y. M. 2010. Recovery of Solanesol from Tobacco as a Value Added product for Alternative Applications. *J BioresourcesTechnology*, 101: 1091 – 1096
- Mardalena ML, 2009, Efektivitas ekstrak daun nimba (*A. Indica Juss.*) sebagai ovisida nyamuk *Aedes aegypti* Linn, *Skripsi*, Universitas Lampung, Lampung.
- Marianti, 2014, *Pengaruh Granul Ekstrak Daun Sirih (Piper betle linn) Terhadap Mortalitas Larva Aedes aegypti linn*, Karya Tulis Ilmiah, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Mulyatno, 2011, *Keracunan Akut Pestisida*, Widya Medika, Jakarta.
- Munif, A. dan Moch. Imron, 2010, *Panduan Pengamatan Nyamuk Vektor Malaria*, Jakarta: Sagung Seto.
- N'guessan., Herry, H., Pribadi, W., 2009, *Parasitologi Kedokteran*, Balai Penerbit FKUI, Jakarta.vg

- Nopianti, S., Dwi Astuti, dan Sri Darnoto, 2008, *Efektivitas Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) untuk Membunuh Larva Nyamuk Anopheles aconitus Instar III. Jurnal Kesehatan*, Volume I, No. 2, Desember 2008, hlm 103-114.
- Novizan, 2004, *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*, Jakarta: Agromedia.g
- Notoatmodjo, Soekidjo, 2010, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Oktavia, A., Suwondo, Febrita E, 2012, *Efektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Aedes aegypti*, Jurnal Sagu Universitas Riau Vol. 1 (1) : 1-8.
- Padmanabha, H., CC Lord, dan LP Lounibos, 2011, *Suhue Induces Trade-offs between Development and Starvation Resistance in Aedes aegypti (L.) Larvae*, *Med Vet Entomol.* 2011 December; 25(4): 445–453.
- Palic, R., Stojanovic G., Alagic S., Nikolic M. & Lepojevic Z. 2002. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of The Essential Oil and CO2 Extracts of Semi-orientl Tobacco, Prilep. *Flavour Fragr J.*, 17: 323 - 326.
- Pangestika, Gesty Megalaksari Widya, 2014, Status Resistensi Vektor Demam Berdarah Dengue (Aedes aegypty) terhadap Temephos Berdasarkan Endemisitas di Kecamatan Mijen Kota Semarang, *Skripsi*, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Paranghiyangani, 2010, *Potensi Ekstrak Daun Dewa sebagai Larvasida Nyamuk Aedes aegypti*

- Permadi, 2008, *Buku Pintar Tanaman Obat : 431 Jenis Tanaman Penggempur Penyakit*, Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Prasetya, Eka, 2015, Pengaruh Laju Pemanasan dan Waktu Pirolisis terhadap Produk Pirolisis yang Dihasilkan, *Skripsi*, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.
- Prasetyo, A., Ponlawat, A., 2011 *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Priadi, Eling, 2015, Efektivitas Ekstrak Daun Salam (*Eugenia Polyantha* Wight) Dalam Bentuk Granul Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes Aegypti*, *Skripsi*, Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Putri S., 2011, Pemberantasan DBD : Sebuah tantangan yang harus dijawab, *Majalah Kedokteran Indonesia*, 5 : 168-69.
- Raina, 2011, *Ensiklopedi Tumbuhan Berkhasiat Obat*, Salemba Medika, Jakarta.
- Ramadhani, M.M. dan Hendri Astuty, 2013, Kepadatan dan Penyebaran *Aedes aegypti* setelah Penyuluhan DBD di Kelurahan Paseban, *eJKI*, Volume 1, No. 1, April 2013.
- Safar, Rosdiana, 2009, *Parasitologi Kedokteran: Protozoologi, Helminologi, dan Entomologi*, Bandung: Yrama Widya
- Sari, Lisa A, 2015, Efektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dalam Bentuk Granul Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*, *Skripsi*, Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Sembel, Dantje T., 2009, *Entomologi Kedokteran*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Service, R.C., 2012, *Klasifikasi dan Dampak pada Vektor Aedes aegypti*, Ukrida, Jakarta

Sigit, S.H., F.X. Koesharto, Upik Kesunawati Hadi, Dwi Jayanti Gunandini, Susi Soviana, Indrosancoyo Adi Wirawan, Musphyanto Chalidaputra, Mohammad Rivai, Swastiko Priyambodo, Sulaeman Yusuf, dan Sanoto Utomo, 2006, *Hama Pemukiman Indonesia. Pengenalan, Biologi, dan Pengendalian*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.

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

Sopiyudin, M. Dahlan, 2009, *Statistik Untuk Kedokteran Kesehatan*, Jakarta, Salemba Medika.

Sovia, 2006, Uji Daya Bunuh Ekstrak Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*, *Skripsi*, Universitas Negeri Semarang, Semarang.

Sukamsih, 2006, Perbedaan Berbagai pH Air terhadap Kehidupan Larva Nyamuk *Aedes aegypti* di Laboratorium Balai Besar Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga Tahun 2005, *Skripsi*, Semarang: Universitas Diponegoro.

Susanto D., Rahmad A., 2010 Daya racun Ekstrak Daun Sirih (*Piper aduncum* L) terhadap Larva nyamuk *Aedes aegypti*, *Skripsi*, Universitas Mulawarman, Samarinda.

Susanti L, Boesri H, 2012, Toksisitas Biolarvasida Ekstrak Tembakau Dibandingkan dengan Ekstrak Zodia terhadap Jentik Vektor Demam Berdarah Dengue (*Aedes Aegypti*). *Bulletin Penelitian Kesehatan*, Vol. 40, No. 2, Juni, 2012: 75 – 84

Triyadi, Dikki, 2012, Efek Sublethal Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*, *Skripsi*, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta

Tennyson, Arivoli S., Raveen R., M. Bobby and K. Dhinamala. 2012. Larvicidal Activity Of *Areca catechu*, *Nicotiana Tabacum* And *Piper betle* Leaf Extracts Against The Dengue Vector *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *International Journal of Research in Biological Sciences*. 2012; 2(4): 157-160

Tuti Harina K, Wijayanti R, Supriyanto, 2014, Efektivitas Limbah Tembakau Terhadap Wereng Coklat dan Pengaruhnya Terhadap Laba-Laba Predator. *Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian*. 2014 Vol. XXIX No.1:18

Untung, Kasumbogo, 2006, *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

World Health Organization, 2005, *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides*, Geneva.

World Health Organization, 2005, *Panduan Lengkap Pencegahan dan Pengendalian Dengue dan Demam Berdarah Dengue*, Jakarta: EGC

Zaidi, M. I., Gul, A. & Khattak, R. A. 2004. Antibacterial Activity of Nicotine and It's Mercury Complex. *Sarhad J. Agric*, 20 (4): 619 - 622

Zettel, C. dan Phillip Kaufman, 2013, *Common Name: Yellow Fever Mosquito*
Scientific Name: Aedes aegypti (Linnaeus) (Insecta: Diptera:

Culicidae). *Entomology & Nematology*, University of Florida - An Equal

Opportunity Institution: University of Florida Press

Zulkoni, Akhsin, 2010, *Parasitologi*, Yogyakarta: Nuha Medika.

