



**UJI EFIKASI BEBERAPA INSEKTISIDA RUMAH TANGGA
BERBAHAN AKTIF PIRETROID TERHADAP
NYAMUK CULEX QUINQUEFASCIATUS
DI DAERAH ENDEMIS FILARIASIS
DI KOTA PEKALONGAN TAHUN 2015**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh :

HAYVANI NATIKA NUR
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
NIM. 6411411247

JURUSAN ILMU KESEHATAN MASYARAKAT

FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

TAHUN 2016

Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat

Fakultas Ilmu Keolahragaan

Universitas Negeri Semarang

Januari 2016

ABSTRAK

Hayvani Natika Nur,

Uji Efikasi Beberapa Insektisida Rumah Tangga Berbahan Aktif Piretroid terhadap Nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Daerah Endemis Filariasis di Kota Pekalongan Tahun 2015

xv + 111 halaman + 9 tabel + 14 gambar + 15 lampiran

Filariasis adalah penyakit yang disebabkan oleh cacing *Filaria* yang hidup di dalam saluran limfa manusia. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* merupakan salah satu vektor filariasis yang terjadi di Kota Pekalongan. Perlu adanya pengendalian vektor untuk mengurangi kejadian filariasis salah satunya dengan penggunaan insektisida. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efikasi insektisida rumah tangga piretroid dengan bahan aktif sipermetrin 1,00 g/l dan d-alletrin 3,245 g/l. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimen murni. Subyek penelitian ini adalah nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang diambil dari beberapa daerah endemis filariais di Kota Pekalongan. Efikasi insektisida sipermetrin 1,00 g/l memiliki hasil tidak baik sebesar 80,8%. Efikasi insektisida d-alletrin memiliki hasil baik sebesar 90,4%. Terdapat perbedaan kematian nyamuk secara signifikan (*p-values* 0,0001) antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l, d-alletrin 3,245 g/l, dan asam salisilat 0,4 g/l. Sehingga insektisida rumah tangga sipermetrin 1,00 g/l sudah tidak efektif dalam membunuh nyamuk *Culex quinquefasciatus* sedangkan untuk efikasi insektisida rumah tangga d-alletrin 3,245 g/l memiliki hasil baik dimana insektisida ini masih efektif untuk membunuh nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Kota Pekalongan.

Kata Kunci : *Culex quinquefasciatus*, Insektisida, Piretroid.

Public Health Department

Sport Science Faculty

Semarang State University

January 2016

ABSTRACT

Hayvani Natika Nur,

The Effication Test of Some Home Insecticides with Active Agents of Pyrethroid toward Culex Quinquefasciatus Mosquitoes at Filariasis Endemic Areas in Pekalongan City in 2015

xv + 111 pages + 9 tables + 14 figures + 15 appendices

Filariasis is a disease caused by filaria worm that lives in the secretion gland of human body. Culex quinquefasciatus is one of filariasis vector occurring in Pekalongan city. Vector control is needed to decrease the number of filariasis case, one of that is using insecticide. The purpose of the study was to know the effication of insecticide of pyrethroid with active agent cypermethrin 1,00 g/l and d-allethrin 3,245 g/l. This study used true experimental design. The subject of this study is the Culex quinquefasciatus mosquitoes taken from some filariasis endemic areas in Pekalongan. Efficacy of insecticides sipermetrin 1.00 g / l has the results which are not good at 80.8%. The efficacy of insecticide d-allethrin has a good result with 90.4%. There are differences in mosquito mortality significantly (p-values 0,0001) between treatment groups with the active agent of pyrethroid cypermethrin 1.00 g / l, d-allethrin 3.245 g / l, and salicylic acid 0.4 g / l. The insecticides cypermethrin 1.00 g / l is not effective to kill Culex quinquefasciatus mosquitoes, while the efficacy of insecticides d- allethrin 3,245 g / l has good results where the insecticide is still effective to kill Culex quinquefasciatus mosquitoes on Pekalongan.

Keywords : *Culex quinquefasciatus, Insecticides, Pyrethroids.*

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan dari orang lain dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Apabila kemudian hari terbukti skripsi ini adalah hasil jiplakan dari karya tulis orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Semarang, Desember 2015



Hayvani Natika Nur

NIM.6411411247

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Telah dipertahankan di hadapan panitia sidang skripsi Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, skripsi atas nama Hayvani Natika Nur, NIM : 6411411247, dengan judul **“Uji Efikasi Beberapa Insektisida Rumah Tangga Berbahan Aktif Piretroid Terhadap Nyamuk Culex Quinquefasciatus di Daerah Endemis Filariasis di Kota Pekalongan Tahun 2015”**

Pada hari : Rabu

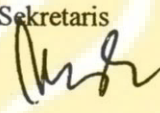
Tanggal : 13 Januari 2016

Panitia Ujian


Ketua Panitia

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

Sekretaris


Mardiana, S.KM., M.Si.
NIP. 198004902005012003

Dewan Penguji

Tanggal Persetujuan

Ketua Penguji 1. Widya Hary Cahyati, S.KM., M.Kes (Epid).
NIP. 19771227.200501.2.001

2-2-2016

Anggota Penguji 2. Arum Siwiendrayanti, S.KM, M. Kes.
NIP. 19800909.200501.2.002

2-2-2016

Anggota Penguji 3. Eram Tunggul Pawenang, S.KM., M.Kes.
NIP. 19740928.200312.1.001

11-2-2016

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

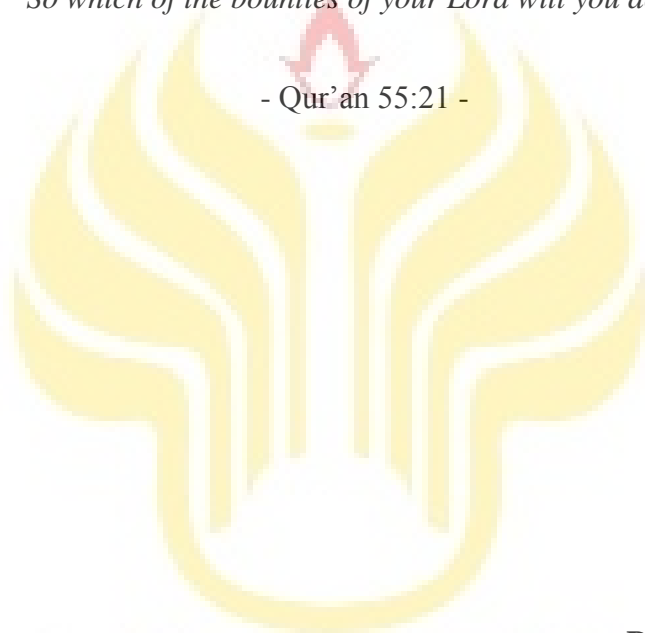
MOTTO :

“ Don ’t quit now, sometimes you just have to go through the worst to get the best”

- Anonim-

“So which of the bounties of your Lord will you deny?”

- Qur’an 55:21 -



PERSEMBAHAN :

UNNES
UNIVERSITAS SEBELAS MARET

Karya ini kupersembahkan kepada :

Ayahanda dan Ibunda sebagai dharma bakti ananda.

Almamaterku, Unnes.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T. atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi yang berjudul “Uji Efikasi Beberapa Insektisida Rumah Tangga Berbahan Aktif Piretroid terhadap Nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Daerah Endemis Filariasis di Kota Pekalongan Tahun 2015”, disusun untuk melengkapi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat di Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang.

Skripsi ini dapat terselesaikan dengan bantuan berbagai pihak, dengan rendah hati disampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, Prof. Dr. Tandiyo Rahayu, M. Pd., atas Surat Keputusan Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.
2. Ketua Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Irwan Budiono., S.KM., M.Kes (Epid)., atas ijin penelitian.
3. Pembimbing skripsi, Eram Tunggul Pawenang., S.KM., M.Kes., atas bimbingan, arahan dan saran dalam proses penyusunan skripsi.
4. Penguji I, Widya Hary Cahyati, S.KM.,M.Kes (Epid)., atas saran dan masukan dalam perbaikan skripsi.
5. Penguji II, Arum Siwiendrayanti, S.KM, M. Kes., atas saran dan masukan dalam perbaikan skripsi.

6. Staf pengajar dan staf administrasi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, atas bekal ilmu, bimbingan, dan bantuannya.
7. Kepala Laboratorium Terpadu FKM Undip, Ir. Laksmi Widajanti, M.Si., atas ijin penelitian.
8. Segenap staff dan laboran Laboratorium Terpadu Entomologi FKM Undip, atas arahan dan bantuan selama pelaksanaan penelitian.
9. Ayahanda Mohamad Nizam dan Ibunda Noor Latifah, atas do'a, cinta, ketulusan, pengorbanan, dorongan, dan motivasinya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Keluargaku di Rumah Kost Abu-abu, Errika, Desika, Fitri, atas semangat, bantuan, dan motivasinya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
11. Sahabat dan rekan seperjuangan Inna, Mila, April, Reza, Gilang, dan Rahayu, atas dukungan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas masukannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal baik dari semua pihak mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT. Disadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan karya selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Semarang, Desember 2015.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
PERNYATAAN	iv
PENGESAHAN	v
MOTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian	10
1.4. Manfaat Penelitian	11
1.4.1. Bagi Institusi Pendidikan	11
1.4.2. Bagi Dinas Terkait	11
1.4.3. Bagi Peneliti	11
1.4.4. Bagi Peneliti Selanjutnya	11

1.4.5. Bagi Masyarakat	11
1.5. Keaslian Penelitian	12
1.6. Ruang Lingkup Penelitian	15
1.6.1. Ruang Lingkup Tempat	15
1.6.1. Ruang Lingkup Waktu	16
1.6.1. Ruang Lingkup Keilmuan.....	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1. Landasan Teori	17
2.1.1. Filariais	17
2.1.1.1. Definisi Filariasis	17
2.1.1.2. Epidemiologi Filariasis	18
2.1.1.3. Penularan Filariasis	20
2.1.1.4. Vektor Penyakit Filariasis	22
2.1.1.5. Daur Hidup Vektor Filariasis	23
2.1.2. Tinjauan <i>Culex sp.</i>	24
2.1.2.1. Karakteristik Nyamuk <i>Culex sp.</i>	24
2.1.2.2. Morfologi Nyamuk <i>Culex sp.</i>	25
2.1.2.3. Siklus Hidup Nyamuk <i>Culex sp.</i>	27
2.1.2.3.1. Telur	27
2.1.2.3.2. Jentik	28
2.1.2.3.3. Pupa	29
2.1.2.3.4. Nyamuk Dewasa	29
2.1.2.4. Bionomik <i>Culex sp.</i>	31

2.1.2.4.1. Kesenangan Memilih Tempat Perindukan (<i>Breeding Habit</i>)	31
2.1.2.4.2. Kesenangan Menggigit (<i>Feeding Habit</i>).....	32
2.1.2.4.3. Kesenangan Tempat Hinggap (<i>Resting Habit</i>)	32
2.1.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Umur Nyamuk.	34
2.1.3.1. Suhu	34
2.1.3.2. Kelembaban.....	34
2.1.3.3. pH Air Tempat Perindukan.....	35
2.1.3.4. Ketersediaan Makanan	35
2.1.3.5. Predator Alami	36
2.1.4. Pengendalian Vektor.	36
2.1.5. Tinjauan Tentang Insektisida	39
2.1.5.1. Pengertian Insektisida	39
2.1.5.2. Cara Masuk Insektisida (<i>Mode of Entry</i>) dalam Tubuh Serangga	40
2.1.5.3. Bahan Asal Pestisida	41
2.1.5.3.1. <i>Bahan Alami</i>	41
2.1.5.3.2. <i>Hasil Fermentasi</i>	43
2.1.5.3.3. <i>Senyawa Kimia Sintetik</i>	44
2.1.5.4. <i>Jenis-jenis Insektisida</i>	45
2.1.5.4.1. <i>Insektisida Nabati</i>	46
2.1.5.4.2. <i>Insektisida Kimia Sintetik</i>	48
2.1.5.5. <i>Formulasi Insektisida</i>	52
2.1.6. Tinjauan Piretroid.....	55
2.1.6.1. <i>Sejarah Singkat Pengembangan Piretroid</i>	55

2.1.6.2. Cara Kerja Piretroid (<i>Mode of Action</i>) dalam Tubuh Serangga.....	57
2.1.6.3. Bahan Aktif Piretroid	58
2.1.6.4. Tingkatan Toksisitas Golongan Sintetik Piretroid.....	60
2.1.7. Efikasi	61
2.2. Kerangka Teori	64
BAB III METODE PENELITIAN	66
3.1. Kerangka Konsep	66
3.2. Variabel Penelitian	67
3.2.1. Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	67
3.2.2. Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	67
3.2.2. Variabel Pengganggu	67
3.3. Hipotesis Penelitian	70
3.4. Definisi Operasional dan Skala Pengukuran Variabel	71
3.5. Jenis dan Rancangan Penelitian	72
3.6. Bahan dan Alat	73
3.6.1. Bahan	73
3.6.2. Alat	74
3.7. Prosedur Penelitian	76
3.7.1. Rancangan Penelitian	76
3.7.2. Persiapan Penelitian	76
3.7.3. Pelaksanaan Penelitian	78
3.8. Teknik Analisis Data	83

BAB IV HASIL PENELITIAN	84
4.1. Gambaran Umum Pelaksanaan Penelitian	84
4.2. Hasil Penelitian	88
4.2.1. Hasil Efikasi Insektisida Sipermetrin 1,00 g/l	88
4.2.2. Hasil Efikasi Insektisida d-Alletrin 3,245 g/l	89
4.2.3. Hasil Efikasi Kelompok Kontrol Asam Salisilat 4,0 g/l	90
4.3. Koreksi Data	91
4.3.1. Koreksi Data Hasil Efikasi Insektisida Sipermetrin 1,00 g/l	91
4.3.2. Koreksi Data Hasil Efikasi Insektisida d-Alletrin 3,245 g/l	92
4.4. Hasil Uji <i>One-Way ANOVA</i> Efikasi Insektisida Sipermetrin 1,00 g/l, d-Alletrin 3,245 g/l dan Kelompok Kontrol Asam Salisilat 0,4 g/l	93
BAB V PEMBAHASAN.	96
5.1. Rearing Nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i> di Laboratorium.	96
5.2. Analisis Hasil Efikasi Insektisida dengan Bahan Aktif Sipermetrin 1,00 g/l	98
5.3. Analisis Hasil Efikasi Insektisida dengan Bahan Aktif d-Alletrin 3,245 g/l	101
5.4 Analisis Hasil Uji Statistik <i>One-Way ANOVA</i> Angka Kematian Nyamuk Pengujian dengan Bahan Aktif Sipermetrin 1,00 g/l, d-Alletrin 3,245 g/l dan Kelompok Kontrol Asam Salisilat 0,4 g/l.	103
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.	110
6.1. Simpulan.	110
6.2. Saran.	111
DAFTAR PUSTAKA.	112
LAMPIRAN.	118

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Keaslian Penelitian.....	12
Tabel 2.1. Perbedaan Spesies Nyamuk terhadap Jenis Spesies Parasit dan Distribusi Tempatnya	22
Tabel 2.2. Penggolongan Toksisitas Insektisida Sintetik Piretroid.	62
Tabel 3.1. Definisi Operasional dan Skala Pengukuran Variabel.....	71
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran pH dan Suhu Saat Sampling Larva.....	85
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Efikasi Insektisida Sipermetrin 1,00 g/l Setelah <i> Holding 24 Jam</i>	88
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Efikasi Insektisida d-Alletrin 3,245 g/l Setelah <i> Holding 24 Jam</i>	89
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Efikasi Kelompok Kontrol Asam Salisilat 4,0 g/l Setelah <i> Holding 24 Jam</i>	90
Tabel 4.5. Hasil Uji <i> one-way ANOVA</i> Efikasi Insektisida Sipermetrin 1,00 g/l, d-Alletrin 3,245 g/l dan Asam Salisilat 0,4 g/l.	93
Tabel 4.6. Hasil Hasil <i> Test of Homogeneity of Variances</i> Angka Kematian Nyamuk Pengujian	94
Tabel 4.7. Hasil Hasil <i> Post Hoc Test</i> Angka Kematian Nyamuk Pengujian	94

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Penularan Filariasis	20
Gambar 2.2. Nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i> Dewasa	25
Gambar 2.3. Palpus pada Nyamuk <i>Culex sp.</i> Betina.....	26
Gambar 2.4. Palpus pada Nyamuk <i>Culex sp.</i> Jantan.....	26
Gambar 2.5. Bentuk Rakit pada Gerombolan Telur <i>Culex sp.</i>	27
Gambar 2.6. Sifon pada Jentik Nyamuk <i>Culex</i>	28
Gambar 2.7. Kerangka Teori.....	65
Gambar 3.1. Kerangka Konsep.....	66
Gambar 3.2. Rancangan Penelitian	76

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Keputusan Dosen Pembimbing	118
Lampiran 2. <i>Ethical Clearance</i>	119
Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian dari Fakultas	120
Lampiran 4. Surat Ijin Penelitian dari Laboratorium Terpadu Undip.....	121
Lampiran 5. Tabel Kerja	122
Lampiran 6. Formulir Pengamatan Pengujian Insektisida	123
Lampiran 7. Formulir Pengamatan <i> Holding 24 Jam Insektisida</i>	126
Lampiran 8. Output Hasil Uji Normalitas Data	129
Lampiran 9. Output Hasil Uji <i>One-Way ANOVA</i>	132
Lampiran 10. Dokumentasi.....	134



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah kesehatan masyarakat yang banyak terjadi di negara tropis-berkembang terutama di Indonesia adalah penyakit menular yang disebarkan oleh vektor seperti lalat, tikus, nyamuk, dan lainnya yang berkembang biak di iklim tropis. Nyamuk termasuk dalam subfamili *Culicinae*, famili *Culicidae* (*Nematocera*: Diptera) merupakan vektor atau penular utama dari penyakit-penyakit arbovirus (demam berdarah, chikungunya, demam kuning, *encephalitis*, dan lain-lain), serta penyakit-penyakit nematoda (filariasis), riketsia, dan protozoa (malaria) (Dantjie T. Sembel, 2009: 49).

Salah satu penyakit yang disebarkan oleh vektor nyamuk adalah filariasis. Penyebabnya adalah cacing bulat yang kecil, disebut *filaria* (Juli Soemirat Slamet, 2002: 100). Filariasis dapat ditularkan oleh seluruh jenis spesies nyamuk. Di Indonesia diperkirakan terdapat lebih dari 23 spesies vektor nyamuk penular filariasis yang terdiri dari genus *Anopheles*, *Aedes*, *Culex*, *Mansonia*, dan *Armigeres* (Kementerian Kesehatan RI, 2010: 1).

Penyakit filariasis, walaupun tidak tersebar di seluruh dunia, sangat utama terdistribusi merata di daerah tropis bersamaan dengan adanya jenis vektor penyakit. Diperkirakan 300 juta orang, terutama di India, Asia Tenggara, dan

sub-Sahara Afrika, hidup di daerah endemik filariasis limfatik, dengan kira-kira 130 juta orang yang terinfeksi filariasis (G. Thomas Strickland, 2000: 744).

Berdasarkan laporan Ditjen PP & PL Depkes RI Tahun 2009, tiga provinsi dengan jumlah kasus terbanyak filariasis adalah Nangroe Aceh Darussalam (2.359 orang), Nusa Tenggara Timur (1.730 orang), dan Papua (1.158 orang). Tiga provinsi dengan kasus terendah adalah Bali (18 orang), Maluku Utara (27 orang), dan Sulawesi Utara (30 orang) (Kementerian Kesehatan RI, 2010: 2).

Kasus filariasis pada tahun 2010 di Jawa Tengah terdapat 451 penderita yang tersebar di 25 kabupaten/kota dan terdapat 2 kabaupaten/kota yang endemis yaitu Kota Pekalongan dan Kabupaten Pekalongan. Kota Pekalongan merupakan salah satu daerah endemis dengan jumlah kasus filariasis meningkat setiap tahun dengan angka *microfilaria rate* > 1%. Berdasarkan hasil survei Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, jumlah kasus filariasis di Provinsi Jawa Tengah dari tahun ke tahun semakin bertambah. Jumlah kasus filariasis pada tahun 2011 sebanyak 537 penderita berupa 141 kasus baru yang mana 125 kasus ditemukan di Kota Pekalongan, sisanya tersebar di 8 kabupaten/kota lain (Dinas Kesehatan Kota Pekalongan, 2012: 26). Untuk temuan kasus baru filariais tahun 2012 di Kota Pekalongan ada sebanyak 59 kasus (Dinas Kesehatan Kota Pekalongan, 2012: 27). Penularan filariasis terjadi apabila ada lima unsur utama yaitu sumber penular (manusia dan hewan sebagai *reservoir*), parasit (*cacing*), vektor (*nyamuk*), manusia yang rentan (*host*), lingkungan (fisik, biologik, ekonomi, dan sosial budaya) (WHO, 2005 dalam Reyke Uloli dkk, 2008: 1).

Tempat hidup nyamuk adalah wilayah dengan ketinggian ± 4.200 meter di atas permukaan laut sampai ± 115 meter di bawah permukaan laut (seperti di tambang emas India Selatan). Jumlah spesies di daerah tropik lebih banyak dibandingkan dengan di daerah dingin seperti di Kutub Selatan (G. Thomas Strickland, 2000: 744).

Penyakit filariasis dengan parasit *W. Bancrofti* yang ditemukan di daerah perkotaan (urban) seperti Jakarta, Bekasi, Tangerang, Lebak (Banten), Semarang, Pekalongan, dan sekitarnya. *W. Bancrofti* tipe ini memiliki periodisitas nokturna (mikrofilaria ditemukan dalam darah tepi pada malam hari) dan ditularkan oleh nyamuk *Culex quinquefasciatus* (Cecep Dani Sucipto, 2011: 227). Perilaku menggigit (mencari darah) dan perilaku istirahat, umumnya beristirahat di tempat-tempat teduh, seperti di sekitar tempat perindukan dan di dalam rumah pada tempat gelap. Beberapa sifat nyamuk vektor menyukai darah manusia (*antrofilik*), menyukai darah hewan (*zoofilik*), menyukai darah hewan dan manusia (*zooantropofilik*), menggigit di luar rumah (*eksofagik*) dan menggigit di dalam rumah (*endofagik*). Perilaku nyamuk sebagai vektor penyakit filariasis menentukan distribusi penyakit filariasis. Setiap daerah endemis kemungkinan mempunyai spesies nyamuk yang berbeda yang dapat menjadi vektor utama dan spesies nyamuk lain hanya bersifat vektor potensial (Cecep Dani Sucipto, 2011: 233).

Nyamuk-nyamuk *Culex* ada yang aktif pada waktu pagi, siang, dan ada yang aktif pada waktu sore atau malam. Nyamuk-nyamuk ini meletakkan telur dan berkembangbiak di selokan-selokan yang berisi air bersih ataupun selokan air

pembuangan domestik yang kotor (organik), serta di tempat-tempat penggenangan air domestik atau air hujan di atas permukaan tanah. Jentik-jentik nyamuk *Culex* sering kali terlihat dalam jumlah yang sangat besar di selokan-selokan air kotor. Jenis-jenis nyamuk seperti *Culex pipien* dapat menularkan penyakit filariasis (kaki gajah), ensefalitis, dan virus chikungunya (Dantje T. Sembel, 2009: 54-55).

Tingginya kasus filariasis di Indonesia, khususnya di Kota Pekalongan memerlukan tindakan pengendalian vektor, tidak hanya sekedar menjaga diri (*host*) agar tidak terkena gigitan nyamuk *Culex*, namun dengan mengetahui karakteristik hidup nyamuk dan efektivitas penggunaan insektisida rumah tangga dapat menjadi salah satu upaya dalam menanggulangi penyebaran vektor penyakit filariasis.

Berdasarkan SK Menteri Pertanian RI Nomor 434.1/Kpts/TP.270/7/2001, tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida dalam Panut Djojosemarto 2008, yang dimaksud dengan pestisida adalah semua zat kimia atau bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk beberapa tujuan salah satunya adalah memberantas atau mencegah binatang-binatang yang bisa menyebabkan penyakit pada manusia. Penggunaan pestisida sebagai pengendali vektor penyebar penyakit di Indonesia sendiri telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor. 374/MENKES/PER/III/2010 tentang Pengendalian Vektor yang mengatakan bahwa penyakit yang ditularkan melalui vektor masih menjadi penyakit endemis yang dapat menimbulkan wabah atau kejadian luar biasa serta dapat menimbulkan gangguan kesehatan masyarakat sehingga perlu dilakukan upaya pengendalian atas penyebaran vektor. Pengendalian vektor dapat

dilakukan dengan pengelolaan lingkungan secara fisik atau mekanis, penggunaan agen biotik, kimiawi, baik terhadap vektor maupun tempat perkembangbiakannya dan/atau perubahan perilaku masyarakat serta dapat mempertahankan dan mengembangkan kearifan lokal sebagai alternatif.

Upaya pengendalian penyakit filariasis oleh Pemerintah Kota Pekalongan dengan program Pemberian Obat Massal Pencegahan (POMP) Filariasis selama lima tahun berturut-turut (2011-2015) memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri selama program tersebut dilaksanakan. Kendala keraguan warga untuk minum obat, pergantian kader saat pelaksanaan program POMP, terdapatnya warga yang belum didata saat program telah berlangsung, obat yang diberikan tidak langsung diminum di depan TPPE (Tenaga Pembantu Pelaksana Eliminasi), hingga timbul penolakan warga untuk didata atau saat minum obat. Faktor-faktor tersebutlah yang menjadi kendala program POMP Filariasis di Kota Pekalongan (Dinas Kesehatan Kota Pekalongan, 2013: 20).

Pengendalian penyakit filariasis sendiri mencakup pula pengendalian kimiawi terhadap vektor penyakit tersebut. Pengendalian vektor secara kimiawi dapat dilakukan oleh pemerintah setempat dan oleh individu masyarakat. Menurut Titik S Yuliani dan Septiva Elin tahun 2012, perilaku penggunaan pestisida oleh masyarakat didorong, setidaknya oleh tiga alasan, pertama kebutuhan manusia atas kenyamanan dan kesehatan. Kekhawatiran yang tinggi atas serangan penyakit yang disebabkan oleh hama pemukiman, misalnya wabah demam berdarah, penyakit filariasis, penyakit malaria, dan sebagainya. Kedua, akses yang mudah dalam mendapatkan pestisida rumah tangga. Pestisida rumah tangga tersedia di

warung-warung kecil hingga di pasar swalayan. Selain itu, harga pestisida rumah tangga relatif murah dan terjangkau oleh segala lapisan masyarakat. Ketiga, ketersediaan informasi tentang cara pengendalian pestisida rumah tangga yang didominasi oleh cara pengendalian dengan menggunakan pestisida rumah tangga. Informasi tentang pengendalian hama pemukiman yang ramah lingkungan sangat terbatas diterima oleh masyarakat.

Penggunaan insektisida oleh masyarakat di Kota Pekalongan khususnya di daerah endemis filariasis memiliki karakteristik masing-masing. Berdasarkan studi pendahuluan pada tanggal 15 Juni 2015 yang dilakukan peneliti terhadap 20 responden yang dipilih secara acak untuk mengetahui jenis-jenis insektisida yang digunakan masyarakat di Kelurahan Pabean, Kelurahan Bandengan, dan Kelurahan Jenggot Kota Pekalongan didapatkan hasil sebanyak 10% responden menggunakan anti nyamuk oles (*repellent*), sebanyak 35% responden menggunakan anti nyamuk bakar (*coil*), sebanyak 45% responden menggunakan anti nyamuk semprot minyak, dan 10% responden menggunakan anti nyamuk *aerosol*.

Insektisida masuk ke dalam tubuh serangga (*mode of entry*) melalui pernafasan, termakan, dan kontak langsung. Menurut cara masuknya ke dalam tubuh serangga, maka insektisida digolongkan menjadi racun kontak, racun pernafasan, dan racun perut. Suatu insektisida ada kemungkinan mempunyai satu atau lebih cara masuk ke dalam tubuh serangga. Insektisida untuk rumah tangga umumnya merupakan racun kontak (Cecep Dani Sucipto, 2011: 74).

Cara kerja insektisida yang digunakan dalam pengendalian hama pemukiman dibagai dalam 5 kelompok yaitu: 1) Mempengaruhi sistem syaraf, 2) Menghambat produksi energi, 3) Mempengaruhi sistem endokrin, 4) Menghambat produksi kutikula, 5) Menghambat keseimbangan air (Sigit dan Hadi, 2006 dalam Cecep Dani Sucipto, 2011: 240).

Berdasarkan hasil survei peneliti pada tanggal 15 Juni 2015, bahwa sebanyak 77,8% responden di Kota Pekalongan adalah pengguna insektisida semprot minyak berbahan aktif piretroid. Piretroid adalah racun axonik yaitu beracun terhadap serabut syaraf. Insektisida ini terikat pada suatu protein dalam syaraf yang akan mengakibatkan tremor dan gerakan inkoordinasi pada serangga yang keracunan (Cecep Dani Sucipto, 2011: 241).

Penggunaan insektisida sintetik untuk pengendalian nyamuk dapat bermanfaat bila digunakan dalam keadaan tepat. Tetapi, bila digunakan dalam skala yang luas, terus-menerus dalam jangka panjang, dan dengan frekuensi yang tinggi, dapat menimbulkan penurunan kerentanan (Braga *et. al.*, 2004 dalam Khotimatul Izah, 2010: 3).

Menurut laporan *WHO Expert Commitee on Vector Biology and Control* 1992, nyamuk *Culex quinquefasciatus* telah resisten terhadap DDT, HCT, dan *malathion* di sebagian besar wilayah. Resistensi pada beberapa senyawa *organophosphorus* telah dideteksi di Banglades dan Sri Lanka.

Kasus resistensi pada nyamuk telah terjadi di beberapa daerah di Indonesia, seperti pada kasus penelitian oleh Lulus Susanti pada tahun 2011 tentang “Residu Insektisida Rumah Tangga Aerosol (Bahan Aktif *Pyrethroid*)

terhadap Nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Lingkungan Pemukiman Kecamatan Tingkir Kota Salatiga”, yang menyebutkan bahwa dari hasil penelitian tersebut didapatkan nyamuk *Culex quinquefasciatus* di wilayah penelitian sudah resisten terhadap beberapa jenis bahan aktif *pyrethroid* dengan tingkat kematian uji < 30%. Penelitian yang dilakukan oleh Firda Yanuar dkk. pada tahun 2011 tentang “Penentuan Status Resistensi *Aedes aegypti* dengan Metode *Susceptibility* di Kota Cimahi terhadap *cypermethrin*”, mendapatkan hasil bahwa nyamuk *Aedes aegypti* dari desa endemis di Kecamatan Cimahi menunjukkan resistensi terhadap *cypermethrin* 0,2% dan 0,4%.

Insektisida yang digunakan dalam penelitian ini adalah insektisida rumah tangga, yang artinya insektisida tersebut memiliki formulasi yang sudah disesuaikan untuk mencegah maupun mengendalikan vektor skala rumah tangga. Uji efikasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektifitas insektisida yang akan diuji terhadap daya bunuh vektor, terutama nyamuk yang ada di lingkungan rumah. Di Kota Pekalongan hingga saat ini belum pernah dilakukan uji efikasi untuk jenis insektisida rumah tangga piretroid dengan formulasi *OL* terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* di daerah endemis penyakit filariasis. Dengan latar belakang tersebut, peneliti ingin meneliti tentang “Uji Efikasi Beberapa Insektisida Rumah Tangga Berbahan Aktif Piretroid terhadap Nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Daerah Endemis Filariasis di Kota Pekalongan Tahun 2015”.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efikasi insektisida rumah tangga uji berbahan aktif piretroid sipermetrin 1.00 g/l terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Kota Pekalongan?
2. Bagaimana efikasi insektisida rumah tangga uji berbahan aktif piretroid d-alletrin 3.245 g/l terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Kota Pekalongan?
3. Apakah terdapat perbedaan kematian nyamuk secara signifikan antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l, d-alletrin 3,245 g/l, dan asam salisilat 0,4 g/l ?
4. Apakah terdapat perbedaan bermakna rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l dan d-alletrin 3,245 g/l ?
5. Apakah terdapat perbedaan bermakna rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l dan asam salisilat 0,4 g/l ?
6. Apakah terdapat perbedaan bermakna rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid d-alletrin 3,245 g/l dan asam salisilat 0,4 g/l ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui efikasi insektisida rumah tangga uji berbahan aktif piretroid sipermetrin 1.00 g/l terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Kota Pekalongan.
2. Untuk mengetahui efikasi/daya bunuh insektisida rumah tangga uji berbahan aktif piretroid d-alletrin 3.245 g/l terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Kota Pekalongan.
3. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kematian nyamuk secara signifikan antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l, d-alletrin 3,245 g/l, dan asam salisilat 0,4 g/l.
4. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan bermakna rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l dan d-alletrin 3,245 g/l.
5. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan bermakna rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l dan asam salisilat 0,4 g/l.
6. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan bermakna rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid d-alletrin 3,245 g/l dan asam salisilat 0,4 g/l.

Manfaat Hasil Penelitian

1.4.1. Bagi Institusi Pendidikan

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai tambahan informasi dalam penelitian di bidang kesehatan masyarakat, khususnya kesehatan lingkungan.

1.4.2. Bagi Dinas Terkait

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi di bidang kesehatan lingkungan khususnya pengendalian vektor penyakit skala rumah tangga dan acuan dalam menentukan program pemberantasan vektor filariasis khususnya di Kota Pekalongan.

1.4.3. Bagi Peneliti

Memperoleh pengalaman dalam merencanakan, melaksanakan, dan menyusun hasil penelitian dalam bidang pengendalian vektor nyamuk *Culex quinquefasciatus*.

1.4.4. Bagi Peneliti Selanjutnya

Dapat menjadi referensi dalam merencanakan penelitian ilmiah terkait pengendalian vektor dengan menggunakan insektisida sintetis kimiawi.

1.4.5. Bagi Masyarakat

Dapat memperoleh informasi tentang jenis insektisida rumah tangga yang lebih ampuh dalam membunuh nyamuk, khususnya untuk daerah endemis filariasis di Kota Pekalongan.

1.5. Keaslian Penelitian

Penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian ini:

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian

Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun dan Tempat Penelitian	Rancangan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
Residu insektisida rumah tangga aerosol (bahan aktif: <i>pyrethroid</i>) terhadap nyamuk <i>Culex quinquefasciatus</i> di lingkungan pemukiman Kecamatan Tingkir Kota Salatiga.	Lulus Susanti.	2011, Kecamatan Tingkir, Kota Salatiga.	Analisis deskriptif dan menggunakan metode <i>quasi-experimental</i> .	Variabel terikat: penggunaan insektisida rumah tangga berbahan aktif <i>pyrethroid</i> . Variabel bebas: perilaku masyarakat dalam penggunaan insektisida rumah tangga, dampak residu akumulatif insektisida.	Dari 161 pengguna obat nyamuk, 32,3% menggunakan aerosol. Pengetahuan responden adalah 57,2% tidak mencukupi, tetapi 72,7% memiliki sikap mendukung penggunaan penolak nyamuk. Pengguna aerosol (44,2%) terkadang membaca label kemasan obat nyamuk dengan frekuensi penyemprotan 1 kali dalam sehari (36,3%). Residu piretroid dari penggunaan aerosol dalam waktu dua dan empat minggu untuk d-aletrin 0,100%



adalah 14,462 mg/m² dan 22,991 mg/m². Residu transluthrin 0,04% adalah 1,181 mg/m² dan 21,680 mg/m². Untuk siflutrin 0,025% adalah 23,407 mg/m² dan 54,590 mg/m². Residu translutrin 0,06% adalah 3,986 mg/m² dan 7,177 mg/m²; residu praletrin 0,030% adalah 22,132 mg/m² dan 25,845 mg/m² dan residu *cypermethrin* 0,100% adalah 33,72 mg/m² dan 58,627 mg/m². Residu dari bahan aktif insektisida masih efektif untuk membunuh *Cx. quinquefasciatus*. Nyamuk *Cx. quinquefasciatus* dari Kecamatan Tingkir resisten terhadap piretroid

<p>Penentuan status resistensi <i>Aedes aegypti</i> dengan metode <i>susceptibility</i> di Kota Cimahi terhadap <i>cypermethrin</i>.</p>	<p>Firda Yanuar Pradani, Mara Ipa, Rina Marina, Yuneu Yuliasih.</p>	<p>2011, Cimahi.</p>	<p>Observasional dengan uji <i>bioassay</i>.</p>	<p>Variabel bebas : penggunaan insektisida <i>cypermethrin</i>. Variabel terikat : status resistensi <i>Aedes aegypti</i>.</p>	<p>(<i>lambdacyhalothrin</i> 0,05% dan <i>permetrin</i> 0,75%) dengan angka kematian diukur melalui uji kepekaan memiliki hasil < 70%. <i>Aedes aegypti</i> dari desa endemis di kecamatan di Cimahi menunjukkan resistensi terhadap <i>cypermethrin</i> 0,2% dan 0,4%.</p>
<p>Efikasi <i>lambdasihalotrin</i> (insektisida piretroid) terhadap nyamuk vektor (aplikasi penyemprotan ruangan).</p>	<p>Damar Tri B, Hasan Boesri, Widiarti.</p>	<p>2009, Salatiga.</p>	<p>Metode ekperimental dengan desain penelitian <i>randomized completely block</i>.</p>	<p>Variabel bebas: empat konsentrasi bahan aktif insektisida <i>lambdasihalotrin</i> (3,75; 3,13; 2,50; dan 1,88 g/ha) Variabel terikat: efikasi insektisida <i>lambdasihalotrin</i>.</p>	<p><i>Lambda sihalotrin</i> (konsentrasi 3,75 dan 3,13 g/ha) aplikasi pengasapan dan pengkabutan, efektif membunuh nyamuk vektor DBD <i>Ae. aegypti</i> (kematian 90,4-100,00%). Konsentrasi 3,75 g/ha efektif membunuh nyamuk vektor filariasis perkotaan <i>Cx. quinquefasciatus</i> dengan</p>

kematian
90,00-
100,00% baik
di dalam
maupun di
luar rumah.

Beberapa hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah variabel bebas yang digunakan, yakni insektisida rumah tangga berbahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l dan d-alletrin 3,245 g/l.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian

1.6.1. Ruang Lingkup Tempat

Untuk subjek penelitian dalam hal ini adalah nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang diambil fase larva secara acak di lingkungan pemukiman endemis filariais menurut hasil survei darah jari pada tahun 2010 yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota Pekalongan yakni di Kelurahan Pabean, Kelurahan Bandengan, dan Kelurahan Jenggot. Selanjutnya larva yang terkumpul dibawa dan dikembangbiakan di Laboratorium Terpadu Entomologi Universitas Diponegoro hingga keturunan ke 2 (F2), hal ini dilakukan untuk menyeragamkan umur dari hewan uji yang kemudian diberi perlakuan ekperimental (uji efikasi) untuk menguji keefektifan insektisida rumah tangga untuk membunuh nyamuk dewasa yang berbahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l dan d-alletrin 3,245 g/l, yang dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Univeritas Diponegoro Kota Semarang.

1.6.2. Ruang Lingkup Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November tahun 2015.

1.6.3. Ruang Lingkup Keilmuan

Ruang lingkup keilmuan penelitian ini adalah kesehatan masyarakat yang berfokus pada kesehatan lingkungan. Batasan pada penelitian ini adalah nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang diambil dari daerah endemis filariasis di Kota Pekalongan dengan cara penangkapan larva langsung dari habitat aslinya, serta penggunaan insektisida piretroid rumah tangga dengan formulasi minyak. Parameter penelitian ini adalah persen kematian nyamuk *Culex quinquefasciatus* setelah *holding* selama 24 jam. Penelitian ini bersifat kasar karena tidak dibedakan bahan kimia lain yang terkandung dalam insektisida rumah tangga tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Filariasis

2.1.1.1. Definisi Filariasis

Filariasis dikenal juga sebagai *elephantiasis* atau penyakit kaki gajah, karena bentuk tungkai bawah penderita pada akhirnya menjadi besar dan berat seperti kaki gajah (Juli Soemirat, 2011: 119). Cacing filaria betina dewasa secara terus menerus menghasilkan larva dalam jumlah yang sangat banyak yang disebut mikrofilaria (G. Thomas Strickland, 2000: 740). Pembengkakan dan deformasi organ terjadi karena bentuk dewasa parasit cacing filaria (umumnya *Wuchereria bancrofti*) yang hidup dalam kelenjar getah bening pada bagian tungkai. Karena parasit tersebut menutup sistem getah bening, timbunan kelenjar getah bening mengalami akumulasi (Dantjie T. Sembel, 2009: 106).

Adanya cacing filaria dalam kelenjar getah bening dapat mengakibatkan demam, sakit pada bagian kelamin laki-laki, sakit pada bagian bawah perut (*inguinal pain*), atau kedua-duanya, pengupasan kulit (*skin exfoliation*), pembengkakan tungkai/tangan atau genital, air kencing seperti susu yang menunjukkan adanya *chyluria* (Nissen & Walker, 2003 dalam Dantjie T. Sembel, 2009: 108).

W. bancrofti, cacing penyebab filariasis yang ditemukan di daerah perkotaan (*urban*) seperti Jakarta, Bekasi, Tangerang, Lebak (Banten), Semarang, Pekalongan, dan sekitarnya. *W. Bancrofti* tipe ini mempunyai periodisitas nokturna (mikrofilaria ditemukan dalam darah tepi tubuh manusia pada malam hari) dan ditularkan oleh nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang berkembangbiak di air kotor (Cecep Dani Sucipto, 2011: 227).

Penyakit ini memberikan dampak sosial budaya yang cukup besar, dampak ekonomi serta mental secara psikologis, sehingga tidak dapat bekerja secara optimal dan hidupnya selalu tergantung pada orang lain. Penularan filariasis terjadi apabila terdapat lima unsur utama yaitu sumber penular (manusia dan hewan sebagai *reservoir*), parasit (cacing), vektor (nyamuk), manusia yang rentan (*host*), lingkungan (fisik, biologik, ekonomi, dan sosial budaya) (Departemen Kesehatan, 2005; WHO, 2005 dalam Reyke Uloli dkk, 2008: 1).

2.1.1.2. Epidemiologi Filariasis

Penyakit filariasis, walaupun tidak tersebar di seluruh dunia, utamanya terdistribusi merata di daerah tropis bersamaan dengan adanya vektor penyakit tersebut. Diperkirakan 300 juta orang, terutama di India, Asia Tenggara, dan sub-Sahara Afrika, hidup di daerah endemik filariasis limfatik, dengan kira-kira 130 juta orang yang terinfeksi filariasis (G. Thomas Strickland, 2000: 744).

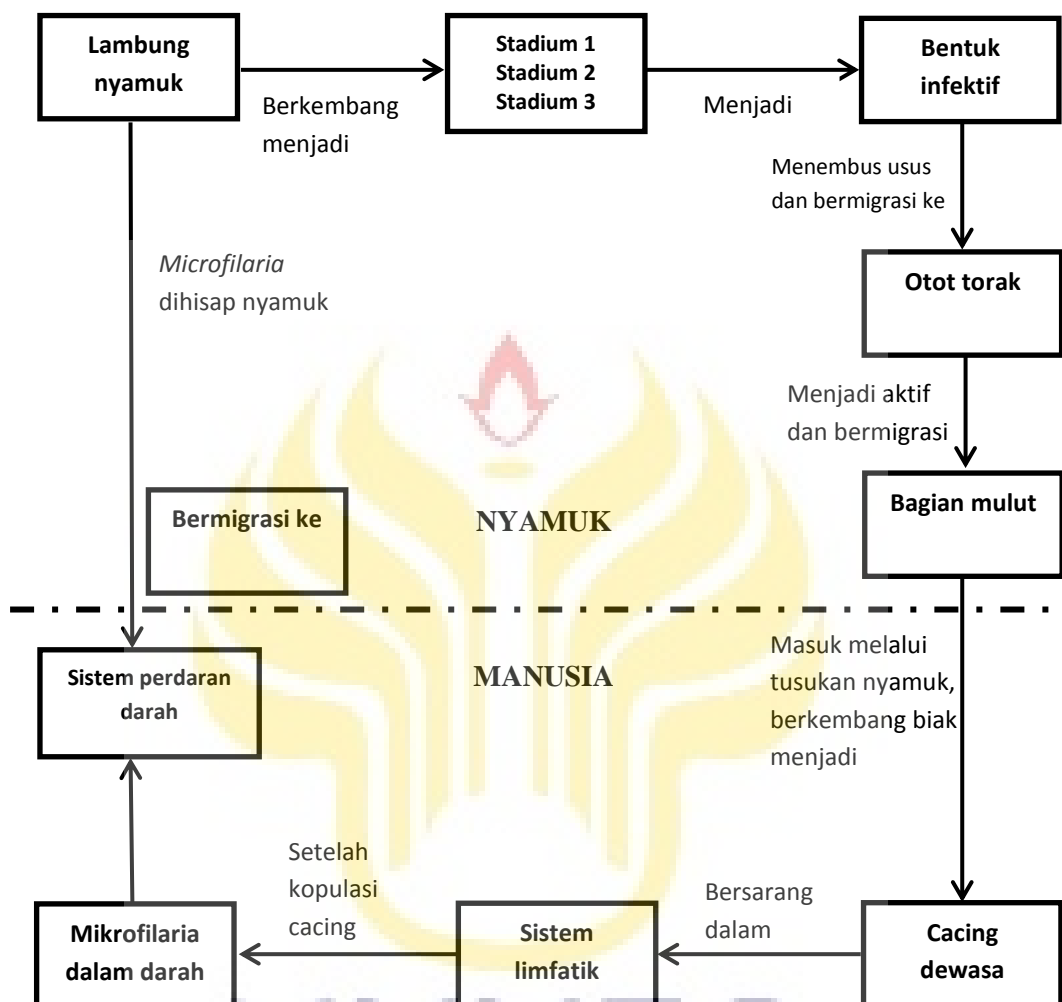
Pada tahun 2001 hingga 2004 berturut-turut jumlah kasus filariasis yang terjadi, yaitu sebanyak 6.181 orang, 6.217 orang, 6.635 orang, dan 6.430 orang. Pada tahun 2005 terjadi peningkatan kasus sebanyak 10.239 orang. Pada tahun

2006, sekitar 66% wilayah Indonesia dinyatakan endemis filariasis (Depkes RI, 2006; Depkes RI, 2007 dalam Puji Juriastuti dkk, 2010: 1)

Berdasarkan laporan Ditjen PP & PL Depkes RI Tahun 2009, tiga provinsi dengan jumlah kasus terbanyak filariasis adalah Nangroe Aceh Darussalam (2.359 orang), Nusa Tenggara Timur (1.730 orang), dan Papua (1.158 orang). Tiga provinsi dengan kasus terendah adalah Bali (18 orang), Maluku Utara (27 orang), dan Sulawesi Utara (30 orang) (Kementerian Kesehatan RI, 2010: 2).

Kasus filariasis pada tahun 2010 di Jawa Tengah terdapat 451 penderita yang tersebar di 25 kabupaten/kota dan terdapat 2 kabaupaten/kota yang endemis yaitu Kota Pekalongan dan Kabupaten Pekalongan (Dinkes Provinsi Jateng, 2011). Kota Pekalongan merupakan salah satu daerah endemis dengan jumlah kasus filariasis meningkat setiap tahun dengan angka *microfilaria rate* > 1%. Berdasarkan hasil survei Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, jumlah kasus filariasis di Provinsi Jawa Tengah dari tahun ke tahun semakin bertambah. Jumlah kasus filariasis pada tahun 2011 sebanyak 537 penderita berupa 141 kasus baru yang mana 125 kasus ditemukan di Kota Pekalongan, sisanya tersebar di 8 kabupaten/kota lain (Dinas Kesehatan Kota Pekalongan, 2012: 26). Untuk temuan kasus baru filariais tahun 2012 di Kota Pekalongan ada sebanyak 59 kasus (Dinas Kesehatan Kota Pekalongan, 2012: 27).

2.1.1.3. Penularan Filariasis



Gambar 2.1. Skema Penularan Filariasis
(Sumber: Cecep Dani Sucipto, 2011)

Parasit ini, *W. Bancrofti*, ditularkan oleh nyamuk *Culex quinquefasciatus* di daerah perkotaan dan nyamuk *Anopheles* serta nyamuk *Aedes* sebagai vektor di daerah pedesaan. Daur hidup parasit ini sangat panjang. Pertumbuhannya dalam tubuh nyamuk sekitar dua minggu dan pada manusia diduga selama 7 bulan. *Microfilaria* yang terisap nyamuk akan masuk ke lambung, melepaskan kulitnya, lalu menembus dindingnya untuk bersarang pada otot toraks dan membentuk larva

stadium I. Larva stadium I bertukar kulit 2 kali berturut-turut menjadi larva stadium II kemudian larva stadium III yang sangat aktif. Bentuk aktif ini bermigrasi sampai ke alat tusuk nyamuk. Melalui gigitan nyamuk maka larva stadium III ini masuk ke tubuh hospes dan bersarang di saluran limfe setempat. Larva mengalami pergantian kulit dan tumbuh sebagai larva stadium IV dan stadium V atau cacing dewasa (Arif Mansjoer dkk, 2000: 420).

Orang-orang yang memperlihatkan bentuk kaki gajah, pada umumnya tidaklah infeksi lagi, karena pada stadium itu cacing di dalam tubuhnya telah mati. Mereka yang belum memperlihatkan gejala-gejala ini, ataupun tidak memperlihatkan gejala, justru berbahaya karena kadang-kadang mengandung banyak mikrofilaria di dalam peredaran darahnya. Orang-orang sedemikian dapat disamakan dengan pembawa atau *carrier* dari mikrofilaria ini (Juli Soemirat, 2011: 120).

Faktor determinan utama distribusi penyakit filariasis dari segi geografi adalah kemampuan beradaptasi parasit terhadap vektor lokal. Spesies *Anopheles* lebih banyak menyebarkan *filariasis bancrofti* di daerah pedesaan. Nyamuk *Culex* yang berkembangbiak di air kotor menyebabkan penyakit ini pada masyarakat perkotaan dan semi perkotaan.

Kemampuan vektor terhadap penyebaran filariasis bergantung pada beberapa faktor. Diantaranya (1) kepadatan manusia, (2) proporsi makanan yang diperoleh dari manusia (*human-biting index*), (3) jumlah darah yang dihisap, (4) kemampuan dari parasit untuk dihisap oleh nyamuk, (5) waktu makan yang berhubungan dengan kecenderungan waktu dimana jumlah mikrofilaria yang ada

di dalam tubuh *host*, (6) daya tahan hidup vektor, (7) kemampuan nyamuk dalam mendukung mikrofilaria menjadi fase parasit yang infeksi, (8) kemampuan nyamuk untuk mentransfer parasit ke manusia (G. Thomas Strickland, 2000: 745).

2.1.1.4. Vektor Penyakit Filariasis

Vektor penyakit filariasis adalah nyamuk. Di Indonesia hingga saat ini telah diketahui terdapat 23 spesies nyamuk dari genus *Mansonia*, *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, dan *Amigeris* yang dapat berperan sebagai vektor atau vektor potensial filariasis. Disebut sebagai vektor karena telah terbukti sebagai penular filariasis di daerah tertentu.

Sepuluh spesies nyamuk *Anopheles* telah teridentifikasi sebagai vektor *W. Bancrofti* tipe pedesaan. Untuk *W. Bancrofti* tipe perkotaan vektornya adalah *Cx. Quinquefasciatus*. Vektor *B. Malayi* tercatat ada enam spesies *Mansonia*, dan untuk wilayah Indonesia Timur selain *Mansonia* juga *An. Barbirostris*. Demikian pula *B. Malayi* tipe sub periodik nokturna sebagai vektornya adalah beberapa spesies *Mansonia* (Cecep Dani Sucipto, 2011: 231).

Tabel 2.1. Perbedaan Spesies Nyamuk terhadap Jenis Spesies Parasit dan Distribusi Tempatnya.

Spesies	Periode	Distribusi	Vektor	Lokasi di Tubuh Orang Dewasa	Lokasi MF
<i>W. bancrofti</i>	Malam/ Nokturnal	India, Cina, Indonesia,	<i>Culex</i> , <i>Anopheles</i> , <i>Aedes</i>	Limfatik	Darah
	Sub periodik	Pasifik Timur	<i>Aedes</i>	Limfatik	Darah
			<i>Mansonia</i> , <i>Anopheles</i>	Limfatik	Darah
<i>Brugia</i>	Nokturnal	Asia			

<i>Malayi</i>	Tenggara, Indonesia, India	<i>Coquilletidi</i>	Limfatik	Darah
Sub- periodik	Indonesia, Asia Tenggara	<i>a, Mansonia</i>		

Sumber : G. Thomas Strickland, 2000.

2.1.1.5. Daur Hidup Vektor Filariasis

Semua nyamuk mengalami metamorfosis sempurna (holometabola) mulai dari telur menjadi jentik menjadi kepompong/pupa dan dewasa. Nyamuk termasuk serangga yang melangsungkan siklus kehidupannya di air. Kelangsungan hidup nyamuk akan terputus apabila tidak ada air. Nyamuk dewasa akan meletakkan telurnya di permukaan air. Nyamuk mengeluarkan telur sebanyak kurang lebih 100-300 butir sekali bertelur dan besarnya telur sekitar 0,5 mm. Setelah 1-2 hari telur akan menetas menjadi jentik menjadi kepompong sekitar 8-10 hari tergantung suhu, makanan, dan spesies nyamuk. Pada stadium kepompong terjadi proses pembentukan alat-alat tubuh nyamuk dewasa seperti alat kelamin, sayap, dan kaki. Tingkatan ini memerlukan waktu 1-2 hari dan menjadi nyamuk dewasa.

Umur nyamuk bervariasi tergantung dari spesies dan dipengaruhi oleh lingkungan. Suhu dan kelembaban mempengaruhi pertumbuhan dan umur nyamuk serta mempengaruhi keberadaan tempat perindukan nyamuk. Umur nyamuk relatif pendek. Nyamuk jantan umumnya lebih pendek (kurang dari seminggu), sedangkan nyamuk betina mencapai rata-rata 1-2 bulan (Cecep Dani Sucipto, 2011: 232).

2.1.2. Tinjauan *Culex sp.*

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Hexapoda
Ordo	: Diptera
Familia	: Culicidae
Sub Familia	: Culicinae
Genus	: Culex
Spesies	: Quinquefasciatus

2.1.2.1. Karakteristik Nyamuk *Culex*

Nyamuk *Culex* ada yang aktif pada pagi, siang, sore, dan malam hari, pada umumnya malam hari. Nyamuk ini meletakkan telurnya di selokan berair bersih maupun kotor seperti saluran pembuangan air rumah tangga dan genangan air kotor yang kaya akan bahan organik. Jentik-jentik nyamuk *Culex* sering kali terlihat dalam jumlah yang sangat besar di selokan air kotor (Cecep Dani Sucipto, 2011: 60).

Daerah-daerah perkotaan yang kumuh, padat penduduknya, banyak genangan air kotor, halaman yang tidak bersih, dan terdapat sampah-sampah berserakan dapat menjadi habitat dari vektor penularnya yaitu nyamuk *Cx. quinquefasciatus* (Cecep Dani Sucipto, 2011: 233).

2.1.2.2. Morfologi Nyamuk *Culex* sp.

Morfologi nyamuk *Culex* sp. terdiri dari:

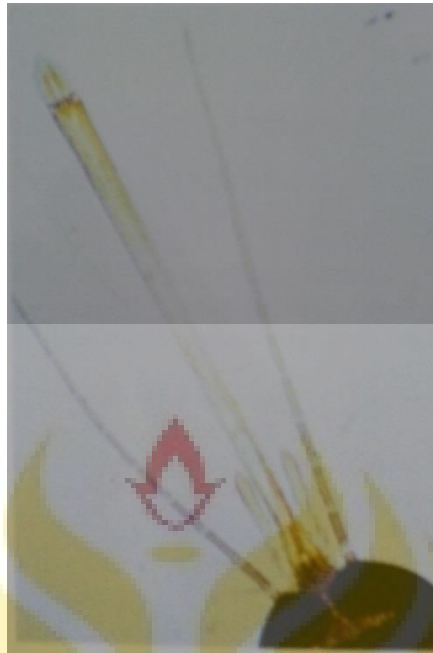
1. Kepala: terdiri dari labellum, *proboscis*, palpus dan antena.
2. Dada/thorax: terdiri dari *scutelum*, *scutum* (mesonotum), *postnotum*, halter, sepasang sayap, dan 3 pasang kaki.
3. Perut/abdomen: terdiri dari ruas-ruas abdomen dan cerci.

Panjang palpus pada nyamuk *Culex* tidak sama panjang dengan *proboscis*. Antena pada nyamuk jantan memiliki bulu yang lebat, sedangkan pada nyamuk betina antenanya berbulu tidak lebat atau sedikit.

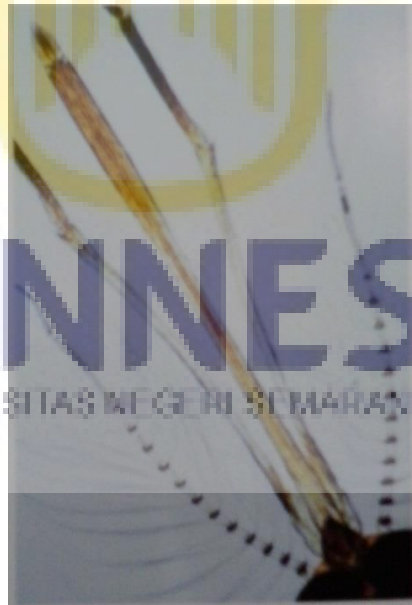


Gambar 2.2. Nyamuk *Culex quinquefasciatus* Dewasa

(Sumber: http://www.cdc.gov/parasites/lymphaticfilariasis/gen_info/vectors.html)



Gambar 2.3. Palpus pada Nyamuk *Culex sp.* Betina.
(Sumber: P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2000)



Gambar 2.4. Palpus pada Nyamuk *Culex sp.* Jantan
(Sumber: P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2000)

2.1.2.3. Siklus Hidup Nyamuk *Culex sp.*

Semua nyamuk mengalami metamorfosis sempurna (*holometabola*) mulai dari telur menjadi jentik menjadi kepompong/pupa dan dewasa. Nyamuk termasuk serangga yang melangsungkan siklus kehidupannya di air. Kelangsungan hidup nyamuk akan terputus apabila tidak ada air (Cecep Dani Sucipto, 2011: 232).

2.1.2.3.1. Telur

Telur nyamuk *Culex sp.* berbentuk lonjong seperti peluru dengan ujung tumpul (Pinardi Hadidjaja, 2002: 187). Nyamuk *Culex* meletakkan telurnya di permukaan air, mudah ditemukan karena letaknya bergerombol membentuk rakit. Telur nyamuk *Culex* diletakkan di permukaan air dengan jumlah 100-300 butir dengan ukuran sekitar 0.5 mm berwarna coklat kehitaman yang saling menempel satu dengan lainnya dan tidak memiliki alat apung (P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2002: 15; Cecep Dani Sucipto, 2011: 232). Telur nyamuk kemudian akan menetas setelah selama kurang lebih satu hingga dua hari menjadi fase jentik.



Gambar 2.5. Bentuk Rakit pada Gerombolan Telur *Culex sp.*

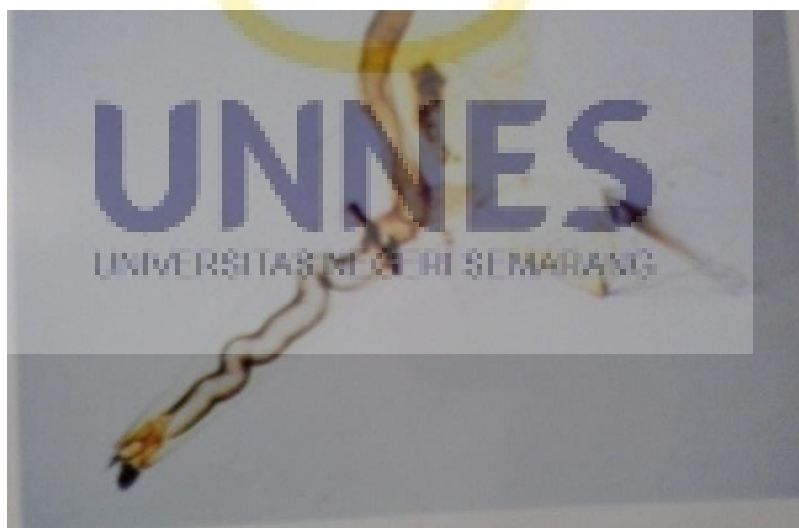
(Sumber: P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2000)

2.1.2.3.2. Jentik

Posisi jentik nyamuk *Culex* lebih masuk ke dalam permukaan air (membentuk sudut) dan untuk mendapatkan udara melalui sepasang sifon yang terletak di bagian dorsal ke sembilan. Sifon tersebut dilekatkan dengan permukaan air dan menggantung secara vertikal. (P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2002: 15).

Stadium larva/jentik mengalami perkembangan tahapan 4 instar yang masing-masing tahapan instar dengan pergantian kulit, proses ini berlangsung selama 4 hingga 8 hari tergantung pada persediaan makanan, dan kondisi lingkungan.

Jentik nyamuk *Culex* memiliki sifon yang panjang serta memiliki berkas rambut lebih dari 1 (biasanya 3 berkas). Diperlukan waktu 8 – 10 hari untuk pertumbuhan jentik nyamuk, hal tersebut tergantung suhu, makanan, dan spesies nyamuk (Cecep Dani Sucipto, 2011: 232).



Gambar 2.6. Sifon pada Jentik Nyamuk *Culex*
(Sumber: P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2000)

2.1.2.3.3. Pupa

Pupa memiliki bentuk seperti koma (bengkok seperti tanda tanya), bagian kepala dan toraks menjadi satu membentuk sefalotoraks, dengan bagian perut menggantung ke bawah. Bentuk pupa aktif bergerak menggunakan sepasang “pengayuh” yang terdapat pada bagian akhir abdomen untuk bergerak berputar-putar di dalam air. Pupa tidak makan, tetapi ke permukaan untuk mendapatkan oksigen (P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2002: 11).

Membutuhkan waktu sekitar satu hingga dua hari untuk bentuk pupa berubah menjadi dewasa. Pada stadium ini terjadi proses pembuatan alat-alat tubuh nyamuk dewasa seperti alat kelamin, sayap, dan kaki (Cecep Dani Sucipto, 2011: 232).

2.1.2.3.4. Nyamuk Dewasa

Ketika nyamuk dewasa telah terbentuk sempurna dalam pupa, pupa tersebut akan naik ke permukaan air dan membelah tubuhnya sehingga nyamuk dewasa berhasil keluar melalui *dorsum*. Nyamuk dewasa yang baru lahir berdiri di permukaan air sembari menunggu kerangka luar mengeras dan mengering. Nyamuk jantan biasanya muncul terlebih dahulu dan akan terbang kecil di sekitar tempat perindukannya.

Sayap nyamuk *Culex* tidak memiliki bercak-bercak, *thorax*nya tanpa nodanoda putih (tanpa bercak-bercak), *palpus maxilaris* pada nyamuk betina lebih pendek daripada *probocis* dan ujung *abdomen* tumpul (membulat).

Saat kawin, nyamuk betina menyimpan sperma dari sekali perkawinan di *spermatheca* dan cadangan tersebut akan digunakan untuk membuahi telur dari ovarium secara bergantian apabila diperlukan. Nyamuk betina hanya melakukan satu kali perkawinan selama hidupnya, tetapi dapat meletakkan hingga sepuluh atau lebih kelompok-kelompok telur dalam sekali bertelur (P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2002: 11-12).

Nyamuk *Culex* dapat terbang dengan jarak sekitar 5 meter. Hanya nyamuk betina yang menghisap darah, sedangkan nyamuk jantan cenderung menghisap cairan tumbuhan. Periode menggigit pada nyamuk *Culex quinquefasciatus* ini adalah nokturna yang menggigit di dalam maupun di luar rumah. Posisi tubuh nyamuk saat beristirahat adalah datar (probocis dan tubuh tidak dalam satu sumbu) (Cecep Dani Sucipto, 2011: 61).

Umur nyamuk bervariasi, tergantung dari spesies dan dipengaruhi oleh lingkungan. Suhu dan kelembaban mempengaruhi pertumbuhan dan umur nyamuk serta mempengaruhi keberadaan tempat perindukan nyamuk. Umur nyamuk relatif pendek. Nyamuk jantan umumnya lebih pendek (kurang dari seminggu), sedangkan nyamuk betina mencapai rata-rata 1-2 bulan (Cecep Dani Sucipto, 2011: 232).

Nyamuk dewasa betina mencari makan dengan menggigit dan menghisap darah dari hewan dan manusia. Sebagian besar spesies menunjukkan kecenderungan menyukai hewan dan manusia tertentu. Mereka tertarik dengan bau badan, karbon dioksida, dan pada periodisitas senja dan fajar atau di tengah malam. Proses mencari makan biasanya dilakukan pada malam hari, namun

terkadang juga pada siang hari. Pada beberapa spesies lebih menyukai mencari makan di hutan, di luar rumah, maupun di dalam rumah.

Karena proses pencernaan dari memakan darah dan proses pertumbuhan telur butuh beberapa hari, nyamuk yang kenyang darah mencari tempat hinggap/istirahat yang aman di dalam rumah atau kandang hewan ternak, sementara beberapa lainnya memilih mencari tempat hinggap di luar rumah, di semak-semak, atau tempat perindukan alamiah lainnya. Nyamuk yang beristirahat di dalam rumah lebih mudah dalam pengendaliannya (Jan A. Rozendaal, 1997: 11).

2.1.2.4. Bionomik *Culex* sp.

Menurut Departemen Kesehatan RI tahun 2002, bionomik vektor adalah kesenangan memilih tempat perindukan (*breeding habit*), kesenangan menggigit (*feeding habit*), dan kesenangan tempat hinggap/istirahat (*resting habit*).

2.1.2.4.1. Kesenangan Memilih Tempat Perindukan (*Breeding Habit*)

Nyamuk ini meletakkan telurnya di selokan berair bersih maupun kotor seperti saluran pembuangan air rumah tangga dan genangan air kotor yang kaya akan bahan organik. Jentik-jentik nyamuk *Culex* sering kali terlihat dalam jumlah yang sangat besar di selokan air kotor (Cecep Dani Sucipto, 2011: 60).

Daerah-daerah perkotaan yang kumuh, padat penduduknya, banyak genangan air kotor, halaman yang tidak bersih, dan terdapat sampah-sampah berserakan dapat menjadi habitat dari nyamuk *Cx. quinquefasciatus*. Nyamuk *Culex* terkadang ditemukan di dalam rumah untuk mencari makan. Nyamuk *Culex*

memilih tempat untuk beristirahat seperti di dalam kamar mandi, kolong tempat tidur, dan pada pakaian yang menggantung (Cecep Dani Sucipto, 2011: 233).

2.1.2.4.2. Kesenangan Menggigit (*Feeding Habit*)

Nyamuk memiliki tipe mencari makan saat senja atau saat malam hari (*nocturna*). Nyamuk jantan dan betina sama-sama mencari makan dari cairan tumbuhan dan nektar. Namun, nyamuk betina membutuhkan darah sebagai makanannya dari manusia. Hal ini dilakukannya untuk dapat bertahan hidup dan bertelur. Karena hanya nyamuk betina yang mampu menghisap darah, maka alat penusuk (mulut) betina lebih panjang (P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2002: 9).

2.1.2.4.3. Kesenangan Tempat Hinggap/Istirahat (*Resting Habit*)

Culex quinquefasciatus adalah nyamuk domestik. Dimana fase dewasanya menggigit manusia dan juga hewan sepanjang malam, baik di dalam ruangan maupun diluar ruangan. Pada siang hari, nyamuk *Culex* tidak bergerak aktif dan beristirahat di pojok ruangan yang gelap, gudang, dan comberan. Nyamuk ini juga dapat beristirahat diluar ruangan pada vegetasi dan di lubang-lubang pada pohon di kawasan perhutanan (Jan A. Rozendaal, 1997: 15).

Nyamuk memiliki kesenangan untuk beristirahat di tempat yang teduh, gelap seperti di semak-semak di halaman rumah, di dalam rumah yang gelap seperti di bawah tempat tidur, tempat yang lembab seperti kamar mandi (tempat perindukannya seperti saluran pembuangan air, rawa-rawa, dan tempat lainnya yang kaya akan bahan-bahan organik) (Cecep Dani Sucipto, 2011: 233).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ike Ani Windyastuti dkk. pada tahun 2013 di Kota Pekalongan, dilakukan identifikasi terhadap spesies nyamuk penyebab filariasis dan proporsi larva filaria dengan cara menangkap nyamuk di sekitar rumah pada pukul 05.00 hingga pukul 07.00 WIB. Penangkapan nyamuk pada resting pagi hari meliputi penangkapan nyamuk yang istirahat di dinding, sekitar kandang, semak-semak, gantungan baju, dan alat maupun perabotan rumah tangga yang berwarna gelap. Penelitian ini memiliki hasil terdapat hubungan yang bermakna antara habitat nyamuk dengan kejadian penyakit filariasis. Responden yang rumahnya terdapat habitat nyamuk memiliki risiko 8,707 kali lebih besar menderita filariasis dibandingkan dengan responden yang rumahnya tidak memiliki habitat nyamuk. Asosiasi ini terjadi karena genangan air di sekitar rumah akan menjadi *breeding places* bagi nyamuk *Cx. quinquefasciatus*.

Dalam daur hidupnya, nyamuk membutuhkan air yang jumlahnya sangat sedikit (50 cc), nyamuk sudah dapat menggunakannya sebagai habitat. Jarak terbang nyamuk pada umumnya adalah 1-2 km. Jadi dengan keberadaan genangan air pada jarak tersebut akan mendekatkan manusia dengan nyamuk vektor filariasis sehingga risiko terkena filariasis pada orang yang tinggal dekat genangan air lebih tinggi dibandingkan orang yang tinggal jauh dari genangan air.

2.1.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Umur Nyamuk

2.1.3.1. Suhu

Nyamuk dikelompokkan sebagai insekta golongan bermetamorfosa sempurna (holometabola). Stadium telur dan pupa berada di dalam air. Telur menetas setelah 1-2 hari dalam keadaan normal. Telur yang dihasilkan berkisar antara 100 sampai 300 butir dengan rata-rata 150 butir sekali bertelur. Stadium larva mengalami perkembangan tahapan 4 instar yang masing-masing tahapan instar dengan pergantian kulit. Proses ini berlangsung selama 4 sampai 8 hari tergantung pada persediaan makanan dan kondisi lingkungan. Total durasi perkembangan larva berbeda-beda tergantung jenis, temperatur, dan ketersediaan makanan. Suhu optimum untuk pertumbuhan larva adalah antara 25 - 27°C dan periode larva berlangsung 5-10 hari (Amrul Munif dan Moch. Imron TA., 2010: 21).

2.1.3.2. Kelembaban

Pada musim hujan tempat perkembangbiakan nyamuk yang pada musim kemarau tidak terisi air, mulai terisi air. Telur-telur nyamuk 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. Oleh karena itu, pada musim hujan populasi nyamuk meningkat (Depkes RI, 2005: 8 dalam Rini Listiani, 2011: 29).

Nyamuk termasuk serangga yang melangsungkan siklus kehidupan di air. Kelangsungan hidup nyamuk akan terputus apabila tidak ada air. Lingkungan fisik

manusia yang mencakup keadaan iklim (temperatur, kelembaban, curah hujan), keadaan geografis, struktur geografis, struktur geografi, dan sebagainya. Lingkungan fisik ini penting artinya untuk tempat perindukan dan tempat peristirahatan nyamuk. Suhu dan kelembaban mempengaruhi pertumbuhan dan umur nyamuk. Curah hujan mempengaruhi kebiasaan tempat perindukan nyamuk (Cecep Dani Sucipto, 2011: 234). Kelembaban ruangan yang optimal untuk pertumbuhan nyamuk adalah 84 – 92% (Boewono dan Widiarti, 2012 dalam Lulus Susanti dan Hasan Boesri, 2012: 162).

2.1.3.3. pH Air Tempat Perindukan

Menurut hasil penelitian yang dilakukan Ikwi Wijaya tahun 2007, menyebutkan bahwa banyak larva yang hidup pada pH yang berkisar 7 yakni merupakan pH optimum untuk pertumbuhan larva *Cx. quinquefasciatus*. Larva *Cx. quinquefasciatus* mempunyai kemampuan hidup paling tinggi pada pH 7 dengan rentang suhu yang berbeda dan pada pH 6 dengan suhu 26°C (Permono, 1985 dalam Ikwi Wijaya, 2007: 33-34).

2.1.3.4. Ketersediaan Makanan

Saat telur menetas menjadi larva, maka stadium aktif bergerak dan mencari makanan dimulai. Larva nyamuk terkadang makan dengan posisi badan paralel dengan permukaan air dan spirakel yang digunakan untuk mengambil oksigen dari udara. Larva makan dengan cara menyaring partikel-partikel kecil dan mikroorganisme yang ada di dalam air melalui mulutnya (P.J. Gullan dan P.S. Cranston, 2002: 15).

2.1.3.5. Predator Alami

Di alam komponen biotik dari bakteri, parasit dan predator secara pasti menekan populasi larva nyamuk dan bila tidak ada komponen tersebut kemungkinan di suatu daerah populasi nyamuk akan lebih tinggi. Pengendalian alam dapat mengukur dan memelihara keseimbangan populasi nyamuk yang berfluktuasi pada suatu batas bawah dan atas tertentu selama periode yang relatif lama setiap bulannya (Amrul Munif dan Moch. Imron TA., 2010: 25).

Predator alami/musuh alami nyamuk yang biasa dijumpai dan digunakan untuk pengendalian vektor adalah *Bacillus thuringiensis*, *Romanomermis iyengari*, *Mesocyclops aspericornis*, dan ikan pemangsa jentik yaitu *Aploceclus pancak*, *Cupang*, dan *Guppy* (Cecep Dani Sucipto, 2011: 59).

2.1.4. Pengendalian Vektor

Pengendalian vektor menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 374 tentang Pengendalian Vektor adalah semua kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk menurunkan populasi vektor serendah mungkin, sehingga keberadaannya tidak lagi berisiko untuk terjadinya penularan penyakit tular vektor di suatu wilayah atau menghindari kontak masyarakat dengan vektor sehingga penularan penyakit tular vektor dapat dicegah.

Pengendalian nyamuk baik sebagai pengganggu atau vektor penyakit telah dilakukan dengan berbagai macam cara sejak beberapa abad yang lalu dengan tujuan untuk mengurangi terjadinya kontak antara nyamuk dengan manusia. Pengendalian nyamuk dilakukan dengan pendekatan pengurangan sumber (*source*

reduction), pengelolaan lingkungan (*environmental management*), dan perlindungan pribadi (*personal protection*) (Cecep Dani Sucipto, 2011: 56).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 374 Tahun 2010 tentang Pengendalian Vektor, upaya penyelenggaraan pengendalian vektor dapat dilakukan oleh pemerintah, pemerintah daerah, dan/atau pihak swasta dengan menggunakan metode pendekatan Pengendalian Vektor Terpadu (PVT). Upaya PVT merupakan pendekatan pengendalian vektor yang dilakukan berdasarkan pertimbangan keamanan, rasionalitas, dan efektivitas pelaksanaannya, serta berkesinambungan. Pengendalian vektor dapat dilakukan dengan pengelolaan lingkungan secara fisik atau mekanis, penggunaan agen biotik, kimiawi, baik terhadap vektor maupun tempat perkembangbiakannya dan/atau perubahan perilaku masyarakat, serta dapat mempertahankan dan mengembangkan kearifan lokal sebagai alternatif pengendalian vektor.

Pengelolaan lingkungan sebagai upaya pengendalian vektor memegang peranan yang penting, sebab lingkungan yang sesuai dengan kesenangan memilih tempat untuk berkembangbiak dan istirahat nyamuk menjadi awal berkembangbiaknya nyamuk sebagai vektor penyakit. Pengendalian vektor dengan cara memodifikasi atau memanipulasi lingkungan, sehingga tidak cocok untuk dijadikan tempat istirahat dan tempat perindukan nyamuk. Salah satu tindakan yang bisa dilakukan dan dikenal yaitu PSN (Pemberantasan Sarang Nyamuk). Pelaksanaan PSN dilakukan dengan cara 3M, yaitu menguras tempat-tempat penampungan air dan bak mandi secara teratur, menutup tempat-tempat penampungan air agar nyamuk tidak meletakkan telur di air tersebut, dan

mengubur barang-barang bekas yang berpotensi menjadi tempat tergenangnya air yang dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk.

Pengendalian biologi/hayati yaitu pengendalian larva nyamuk dengan cara menggunakan bakteri parasit dan musuh alami. Predator alami/musuh alami nyamuk yang biasa dijumpai dan digunakan untuk pengendalian vektor adalah *Bacillus thuringiensis*, *Romanomermis iyengari*, *Mesocyclops aspericornis*, dan ikan pemangsa jentik yaitu *Aplocheilichthys pancak*, *Cupang*, *Guppy* (Cecep Dani Sucipto, 2011: 59).

Penanggulangan penyakit tular vektor adalah selain dengan pengobatan terhadap penderita, juga dilakukan upaya-upaya pengendalian vektor termasuk upaya mencegah kontak dengan vektor guna mencegah penularan penyakit. Satu diantaranya adalah cara pengendalian vektor adalah dengan menggunakan insektisida.

Penggunaan insektisida ditujukan untuk mengendalikan vektor sehingga populasi vektor dapat ditekan seminimal mungkin. Penggunaan insektisida baik kimia maupun biologis memerlukan indikasi yang tepat dan berbasis pada hasil studi, yaitu studi mikroepidemiologis, studi KLB, studi bionomik vektor, dan studi kasus kerentanan atau resistensi nyamuk sasaran, baik stadium larva atau dewasa. Hasil analisis semua komponen tersebut akan menjadi bahan pertimbangan atau indikasi yang lebih tepat untuk aplikasi insektisida yang tersedia atau akan disediakan dalam perencanaan (Cecep Dani Sucipto, 2011: 56-57).

Karena pada dasarnya semua insektisida adalah racun, maka penggunaannya harus penuh dengan kehati-hatian dengan mempertimbangkan aspek keamanan bagi kesehatan masyarakat, petugas, serta lingkungannya. Selain itu, upaya pengendalian vektor juga perlu mempertimbangkan aspek-aspek efektivitas dan efisiensi serta bioekologi vektor dan dinamika penularan penyakit di masing-masing wilayah (Kemenkes RI, 2012: 1-2).

2.1.5. Tinjauan Tentang Insektisida

2.1.5.1. Pengertian Insektisida

Menurut Peraturan Pemerintah nomor 7 tahun 1973 tentang Pengawasan atas Peredaran, Penyimpanan dan Penggunaan Insektisida, insektisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik, serta virus yang dipergunakan untuk memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia.

Insektisida kesehatan masyarakat adalah insektisida yang digunakan untuk pengendalian vektor penyakit dan hama permukiman seperti nyamuk, serangga pengganggu lain (lalat, kecoak/lipas), tikus, dan lain-lain yang dilakukan di daerah permukiman endemis, pelabuhan, bandara, dan tempat-tempat umumnya lainnya (Kemenkes RI, 2012: 3).

Secara harfiah insektisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan serangga hama. Pengertian secara luas yaitu semua bahan atau campuran bahan yang digunakan untuk mencegah, membunuh, menolak, atau mengurangi serangga (Cecep Dani Sucipto, 2011: 239).

Insektisida rumah tangga adalah insektisida yang diformulasikan untuk pengendalian vektor skala rumah tangga, memiliki toksisitas yang lebih rendah terhadap manusia, namun masih cukup efektif untuk pengendalian vektor skala rumah tangga.

2.1.5.2. Cara Masuk Insektisida (*Mode of Entry*) dalam Tubuh Serangga

Insektisida masuk ke dalam tubuh serangga (*mode of entry*) melalui pernafasan, termakan, dan kontak langsung. Menurut cara masuknya ke dalam tubuh serangga, maka insektisida digolongkan menjadi racun kontak, racun pernafasan, dan racun perut. Suatu insektisida ada kemungkinan mempunyai satu atau lebih cara masuk ke dalam tubuh serangga.

1. Racun kontak, sebagai racun kontak insektisida yang diaplikasikan langsung menembus integumen serangga (kutikula), trakhea, atau kelenjar sensorik dan organ lain yang berhubungan dengan kutikula. Misalnya minyak atau komponen lain, dalam formulasi insektisida membasahi lemak atau lapisan lilin pada kutikula sehingga mengakibatkan bahan aktif mampu menembus tubuh serangga. Minyak yang digunakan dalam formulasi kadang beracun terhadap serangga. Bahan aktif insektisida dapat larut pada lapisan lemak kutikula dan masuk ke dalam tubuh serangga, meskipun insektisida tidak diaplikasikan secara langsung, seperti pada formulasi: serbuk (*dust*), WP (*Wettable Powder*), dan SC (*Suspension Concentrate*). Insektisida untuk rumah tangga umumnya merupakan racun kontak.
2. Racun pernafasan, sebagai racun pernafasan insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui lubang pernafasan (*sprirakel*). Semua fumigan,

termasuk racun pernafasan. Insektisida ini aktif karena berada dalam bentuk gas di udara/atmosfer yang tertutup pada saat di aplikasikan baik secara *thermal fogging* maupun *ultra low volume* (ULV).

3. Racun perut, sebagai racun perut insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pencernaan, sehingga bahan aktif harus tertelan/termakan oleh serangga. Pada serangga rumah tangga, seperti rayap, semut, dan lipas formulasi umpan (*bait*) sangat efektif (Cecep Dani Sucipto, 2011: 239-240).

2.1.5.3. Bahan Asal Pestisida

Bahan pembuat pestisida yang digunakan terbuat dari berbagai bahan, baik alami maupun sintesis di laboratorium.

2.1.5.3.1. Bahan Alami

Pestisida yang berasal dari bahan alami dikelompokkan ke dalam pestisida alami. Bahan alami penyusun pestisida dapat berupa ekstrak tumbuhan, jasad renik, maupun bahan lain.

1. Tumbuhan

Banyak sekali jenis tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai insektisida karena sifat racun yang dimilikinya bagi hama dan patogen (penyebab penyakit tumbuhan). Ekstrak dari tumbuhan ini dapat dimanfaatkan sebagai insektisida ataupun fungisida. Pestisida alami yang berasal dari tumbuhan secara khusus disebut pestisida botani atau pestisida nabati.

Berikut beberapa insektisida yang dihasilkan dari tumbuh-tumbuhan, diantaranya: (1) Nikotin, dihasilkan dari ekstrak daun tembakau (*Nicotiana tabacum*). Pestisida ini bisa digunakan untuk mengendalikan serangga hama, nematoda, dan cendana (2) Piretrium, dihasilkan dari ekstrak semacam bunga krisan (*Chrysanthemum cinerariaefolium*). Pestisida ini bisa digunakan untuk mengendalikan serangga hama dan tungau pada tanaman buah, sayuran, hama gudang, dan sebagainya (3) Rotenon, dihasilkan dari akar tuba (*Derris elliptica*), untuk mengendalikan kutu daun, thrips, ulat, dan kumbang. Rotenon juga digunakan sebagai piscisida untuk memberantas ikan-ikan buas.

2. Mikroorganisme

Jasad renik (jamur, bakteri, virus) berpotensi menghasilkan senyawa tertentu yang beracun bagi hama atau patogen penyebab penyakit tanaman. Ada pula jasad renik (misalnya virus) yang mampu “menyakiti” dan membunuh hama tanaman. Pestisida yang dibuat dari jasad renik semacam ini disebut dengan pestisida biologi (biopestisida) atau secara spesifik disebut bio-insektisida, biofungisida, bioherbisida.

Berikut beberapa mikroorganisme yang digunakan sebagai biopestisida: bakteri (*Bacillus thuringiensis* sebagai insektisida), nematoda (*Steinermata* sp., sebagai insektisida), virus (SeNPV dan HeNPV sebagai insektisida), jamur (*Beauveria bassiana* sebagai insektisida, *Trichoderma koningii* sebagai fungisida, *Phytophthora palmivora* patotype MWV sebagai herbisida).

3. Bahan Alam Selain Tumbuhan dan Mikroorganisme

Bahan alam yang bisa dimanfaatkan untuk membuat pestisida diantaranya minyak bumi, tanah diatom, dan bubuk karbon. Saat ini dikenal dua jenis pestisida dari minyak bumi, yaitu *Agricultural Mineral Oil (Broad-range Petroleum Sprays Oils)* dan *Horticultural Mineral Oil (Narrow-range Petroleum Oils)*. Kedua pestisida dari minyak bumi yang dimurnikan ini digunakan sebagai insektisida serta fungisida dalam spektrum yang lebih sempit.

2.1.5.3.2. Hasil Fermentasi

Proses fermentasi yang berlangsung dengan bantuan jasad renik menghasilkan senyawa kimia yang berguna bagi manusia. Dalam bidang perlindungan tanaman, terdapat dua macam hasil fermentasi yang bisa mengendalikan OPT, yaitu antibiotik dan makrolida.

1. Antibiotik

Antibiotik merupakan senyawa yang bisa menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan protozoa. Contohnya validamisin sebagai hasil fermentasi dari *Streptomyces hygroscopicus*, untuk mengendalikan busuk pelepah daun padi dan jagung (*Rhizoctonia solani*).

2. Makrolida

Sebenarnya, makrolida merupakan salah satu kelompok senyawa dari antibiotik. Senyawa ini terdiri atas cincin lakton besar yang bisa disubstitusi oleh berbagai gugus fungsional seperti gula amino. Namun, untuk keperluan praktis, senyawa ini dipisahkan menjadi kelompok tersendiri. Contohnya

avermektin sebagai hasil fermentasi dengan memanfaatkan bakteri tanah *Streptomyces avermitilis*.

2.1.5.3.3. *Senyawa Kimia Sintetik*

Pestisida yang bahan aktifnya dibuat dari senyawa kimia sintetik disebut dengan pestisida kimia sintetik. Pestisida ini dibuat di laboratorium secara kimiawi dan diproduksi secara massal di pabrik. Dalam kelompok senyawa kimia sintetik ini dikenal beberapa subkelompok senyawa berikut:

1. Senyawa Kimia Sintetik Anorganik

Senyawa anorganik tidak mengandung unsur karbon dalam struktur molekulnya. Contoh senyawa kimia sintetik anorganik untuk insektisida yaitu fosfin (PH_3), fungisida belerang (S , SO_2F_2), tembaga (CuOH_2 , $3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4$) dan arsen (*arsenious oxide*) yang digunakan sebagai fungisida, serta aluminium fosfida yang digunakan sebagai fumigan.

2. Senyawa Kimia Sintetik Organik

Senyawa organik selalu mengandung unsur karbon dalam struktur molekulnya. Contoh pestisida kimia sintetik organik di antaranya insektisida dari kelompok organofosfat, karbamat, hidrokarbon berklor, urea, dan tiourea; fungisida dari kelompok tiokarbamat, imidazol, triazol, piridin, pirimidin, dan fenilamid; serta herbisida dari kelompok urasil, urea, sulfonilurea, triazin, dan senyawa fenoksi.

3. Senyawa Kimia Sintetik Organik dengan Struktur Seperti Senyawa Alami

Senyawa ini disintesis di laboratorium dengan meniru struktur kimia senyawa yang ada di alam dengan beberapa perubahan untuk meningkatkan efikasinya. Jadi, pestisida yang dibuat dari senyawa ini sama sekali bukan pestisida alami. Sebagai contohnya yaitu insektisida kelompok piretroid (tiruan piretrin), nikotinoid (tiruan nikotin), dan rotenoid (tiruan rotenon). Dari kelompok ini, piretroid memiliki anggota paling banyak.

4. Senyawa Kimia dengan Struktur Seperti Feromon Serangga

Feromon merupakan sejenis hormon yang dikeluarkan oleh serangga dan berfungsi sebagai alat komunikasi dengan sesamanya. Senyawa ini juga disebut sebagai senyawa semiokimia (*semiochemicals*). Ada beberapa kelompok semiokimia, diantaranya feromon jejak, feromon tanda bahaya, dan feromon seks.

Feromon jejak merupakan hormon yang dikeluarkan oleh semut dan rayap untuk menandai jalur yang dilewati. Sementara feromon seks dikeluarkan oleh serangga untuk menarik lawan jenisnya.

Feromon tiruan yang banyak digunakan adalah metil *eugenol*, yaitu senyawa tiruan feromon seks yang dikeluarkan lalat buah betina. Metil *eugenol* telah digunakan secara luas untuk mengendalikan hama lalat buah dengan cara menjebak atau menangkap lalat jantan lewat perangkap.

5. Senyawa Kimia dengan Struktur Seperti Hormon Tumbuhan

Beberapa hormon tumbuhan dapat dibuat tiruannya di laboratorium. Senyawa ini diperdagangkan sebagai zat pengatur tumbuh (ZPT), diantaranya

IAA (indol asam asetat) dan IBA (indol asam butirat) (Panut Djojoseumarto, 2008: 31-39).

2.1.5.4. Jenis-jenis Insektisida

Dalam pengendalian vektor, penggunaan zat kimia bukanlah hal yang baru. Orang-orang Sumeria di Mesopotamia telah menggunakan belerang untuk mengendalikan serangga sejak tahun 2500 SM. Homerus (Yunani, 850 SM) menyebutkan tentang penggunaan belerang sebagai fumigan untuk mengendalikan hama rumah tangga.

Jenis-jenis insektisida yang umum digunakan dan dikelompokkan sebagai berikut:

2.1.5.4.1. Insektisida Nabati

Insektisida nabati memiliki daya tarik bagi banyak pihak, karena merupakan insektisida alami yaitu insektisida yang didapatkan dari tanaman. Meningkatnya pamor “kembali ke alam” (*back to nature*) membuat segala sesuatu yang berasal dari alam menjadi diminati, demikian juga dengan insektisida nabati ini. Di industri PHP ada beberapa insektisida nabati yang umum dan masih digunakan yaitu *piretrium*, *nikotin*, *rotenon*, *limonene* atau *d-limonene*, dan *azadirachtin* (Cecep Dani Sucipto, 2011: 270).

Insektisida ini sebenarnya telah lama dikenal orang. Berikut beberapa insektisida nabati yang penting:

1. Azadiraktin

Merupakan zat aktif bersifat insektisida yang diekstrak dari biji tanaman mimba (*Azadirachta indica, neem*). Ekstrak ini mengandung zat-zat lain seperti nimbold, nimbin, dan salanin yang bekerja sebagai antagonis *ecdyson*. Oleh karena itu, pestisida ini sangat memengaruhi pergantian kulit serangga. Oral LD₅₀ (tikus) >5.000 mg/kg, LD₅₀ dermal (kelinci) >2.000 g/kg, LC₅₀ inhalasi (tikus) 0,0235 mg/l udara.

2. Nikotin

Merupakan zat bersifat insektisida yang dikandung oleh tembakau (*Nicotiana tabacum*). Bubuk tembakau (*tobacco dust*) telah digunakan sebagai insektisida sejak tahun 1763. Nikotin merupakan racun syaraf yang bekerja sebagai antagonis dari reseptor nikotin asetil kolin. Nikotin merupakan insektisida non-sistemik dan bekerja sebagai racun inhalasi dengan sedikit efek sebagai racun perut dan racun kontak. Nikotin bekerja sangat cepat dan merupakan racun yang sangat toksik bagi hewan tingkat tinggi. LD₅₀ (tikus) 50-60 mg/kg, dosis oral yang mematikan untuk manusia sekitar 40-60 mg. Nikotin juga bersifat toksik jika berkontak dengan kulit, karena nikotin mudah diserap kulit. Nikotin cepat sekali terurai di lingkungan, sehingga tidak bisa melindungi tanaman dalam jangka waktu yang panjang.

3. Piretrum

Adalah nama umum dari serbuk bunga *Chrisantemum (Tanacetum)* spp. yang dikeringkan (*dalmatian powder*). Beberapa spesies *Chrisantemum* yang digunakan untuk memproduksi piretrum yang utama adalah *C. cinerariaefolium*, *C. coccineum*, *C. roseum*, *C. carneum*. Beberapa zat aktif yang mengandung piretrum adalah piretrin I dan II, sinerin I dan II, serta jasmolin I dan II. Piretrum merupakan racun kontak non-sistemik, bekerja sebagai racun saraf, serta menyebabkan paralisis dan kematian serangga. Pada kondisi normal, serbuk ini tidak berbahaya bagi mamalia. Piretrin cepat terurai di lingkungan dan peka terhadap sinar matahari sehingga kurang cocok untuk penggunaan di lapangan. Oral LD₅₀ (tikus) sebesar 1.030 (betina)-2.370 (jantan) mg/kg, LD₅₀ dermal (tikus) >1.500 mg/kg (menyebabkan iritasi kulit dan mata ringan), LC₅₀ inhalasi (4 jam, tikus) 3,4 mg/l udara, NOEL (tikus) 100 mg/kg diet, dan ADI 0,04 g/kg bb.

4. Rotenon

Diperoleh dari akar tuba (*Derris elliptica* dan *D. Malaccensis*) serta tanaman lain seperti *Lonchocarpus* sp. dan *Teprhosia* sp. Rotenon merupakan insektisida selektif, non-sistemik, bersifat racun kontak dan racun perut, serta bekerja sebagai racun saraf yang bekerja pada transpor elektron. Rotenon juga memiliki efek sebagai akarisisida. Dari rotenon, bisa diisolasi 4 senyawa aktif insektisida, yaitu deguelin, illipton, sumatrol, dan toksikarol. Rotenon juga mudah terurai di lingkungan. Oral LD₅₀ (tikus putih) 132-1.500 mg/kg, LD₅₀

dermal (kelinci) >5 g/kg, LC₅₀ inhalasi (tikus) 0,0235 mg/l udara (Panut Djojoseumarto 2008: 74-75).

2.1.5.4.2. Insektisida Kimia Sintetik

1. Organoklorin atau Hidrokarbon Berklor (*Chlorinated Hydrocarbon*)

Kelompok senyawa ini sering disebut organoklorin, meskipun beberapa ahli menganggap nama ini kurang tepat karena dalam organoklorin termasuk pula fosfat organik yang mengandung klor. Insektisida dari kelas hidrokarbon berklor umumnya merupakan racun kontak dan racun perut yang efektif untuk mengendalikan larva, nimfa, dan serangga dewasa.

Kelompok hidrokarbon berklor bekerja dengan mempengaruhi saraf serangga lewat berbagai cara, sehingga disebut dengan racun saraf. Kelompok ini umumnya sangat persisten, tidak mudah didekomposisi, dan cenderung menumpuk pada jaringan lemak hewan. Oleh karena itu, banyak negara-negara termasuk Indonesia melarang penggunaan sebagian besar insektisida dari kelompok hidrokarbon berklor ini.

Kelompok insektisida ini dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan berikut:

- a) DDT dan analognya, misalnya BHC, dicofol, klorobenzilat, TDE, dan *metoxychlor*.
- b) Senyawa siklodien, misalnya aldrin, dieldrin, endrin, endosulfan, dan hepatoklor.
- c) Terpena berklor, misalnya toksafen

Aldrin, dieldrin, dan endrin ditemukan pada tahun 1949 dan dikenal dengan julukan “*The Drins*”. Ketiganya termasuk siklodien organoklorin yang tidak banyak atau tidak digunakan lagi (Panut Djojsumarto, 2008: 84-85).

2. Organofosfor atau Fosfor Organik (OP)

Meskipun sering disebut sebagai pestisida generasi kedua, insektisida *organophosphorus*-yang sehari-hari disebut organofosfat (OP)-sebenarnya dikembangkan pada waktu yang hampir bersamaan dengan hidrokarbon berklor. Dengan beberapa pengecualian, insektisida dari kelompok organofosfat umumnya sangat beracun, tetapi mudah didekomposisi di alam. Organofosfat bekerja sebagai racun perut, racun kontak, dan beberapa diantaranya racun inhalasi (Panut Djojsumarto, 2008: 87).

Insektisida ini bekerja dengan menghambat enzim kolinesterase. OP banyak digunakan dalam kegiatan pengendalian vektor, baik untuk *space spraying*, IRS, maupun larvasidasi. Contoh: malation, fenitrothion, termefos, metil-pirimifos, dan lain lain (Kemenkes RI, 2012: 9).

Sudah disinggung bahwa organofosfat dikenal sebagai insektisida yang sangat toksik (sangat beracun), meskipun pada kenyataannya daya racun atau toksisitasnya berkisar antara sangat toksik seperti *paration* (LD_{50} pada tikus >2 mg/kg berat badan), hingga kurang toksik pada termefos (LD_{50} pada tikus >4.000 mg/kg). Organofosfat umumnya cepat didekomposisi di lingkungan dan tidak bersifat bioakumulatif. Kebanyakan insektisida organofosfat merupakan insektisida non-sistemik, meskipun beberapa di antaranya

memiliki sifat sistemik seperti demeton, disulfoton, fosfamidon, monokrotofos, dan tiometon.

OP merupakan kelompok kimia yang memiliki anggota sangat banyak (mungkin paling banyak) dan terdiri dari beberapa subkelompok. Menurut rantai karbon yang menyusunnya, insektisida oragnofosfat bisa di klasifikasikan ke dalam beberapa kelompok berikut:

- a) Derivat alifatik, yang ditandai dengan rantai karbon lurus. Contohnya asefat, forat, dimetoat, dikrotofos, malation, metamidofos, triklorfon, dan terbufos.
- b) Derivat heterosiklik, contohnya azinfos-metil, fention, klorpirifos, metidation.
- c) Derivat fenil, ditandai dengan adanya cincin fenil pada rantai struktur molekulnya, contohnya paration-etil, paration-metil, izofenfos, dan profenofos.

Pestisida yang termasuk dalam kelompok organofosfat juga bisa dikelompokkan dalam kelompok berikut:

- a) Kelompok pirofosfat, contohnya etion, schradan (OMPA), tetraetil dithiofosfat (TEDTP).
- b) Fosforohalida dan sianida, contohnya dimetoks dan mipafoks.
- c) Dialkilarilfosfat, fosforotioat dan fosforoditioat, contohnya abate, azinos-metil, diazinon, paration-etil, paration-metil, fenitrothion, fention, quinalfos, klorpirifos, dan metamidofos.

d) Trialkilfosfat dan tiofosfat, contohnya diklorvos (DDVP), dimeton, dimetoat, dikrotofos, fosfamidon, malation, mevinfos, dan metidation (Panut Djojsumarto, 2008: 87-88).

3. Karbamat

Cara kerja insektisida ini identik dengan OP yakni dengan cara menghambat kolin esterase (ChE), namun bersifat *reversible* (pulih kembali) sehingga relatif lebih aman dibandingkan OP. Contoh: bendiocarb, propoksur, dan lain lain (Kemenkes RI, 2012: 9).

Pestisida dari kelompok karbamat relatif mudah diurai di lingkungan (tidak presisten) dan tidak terakumulasi oleh jaringan lemak hewan. Karbamat juga merupakan insektisida yang banyak anggotanya dan bisa diklasifikasikan menjadi beberapa sub-kelompok. Berikut ini beberapa insektisida karbamat:

- a) Naftil karbamat, contohnya karbaril.
- b) Fenil karbamat, contonya metiokarb dan propoksur.
- c) Karbamat pirazol, contohnya dimetilan, isolan, dan pirolan.
- d) Karbamat metil heterosiklik, contohnya bendiokarb dan karbofuran.
- e) Oksim, contohnya aldikarb dan metomil (Panut Djojsumarto, 2008: 97-98).

4. Piretroid (SP)

Insektisida dari kelompok piretroid merupakan insektisida sintetik yang merupakan tiruan atau analog dari piretrum. Efikasi biologis piretroid bervariasi, tergantung pada bahan aktif masing-masing. Banyak piretroid

yang memiliki efek sebagai racun kontak yang sangat kuat. Beberapa diantaranya adalah tetrametrin, yang memiliki sifat *knock-down effect* sangat kuat (Panut Djojsumarto, 2008: 104).

Insektisida ini lebih dikenal dengan *Synthetic Pyretroid* (SP) yang bekerja mengganggu sistem syaraf. Golongan SP banyak digunakan dalam pengendalian vektor untuk serangga dewasa (*space spraying* dan IRS), kelambu celup atau *Insecticide Treated Net* (ITN), *Long Lasting Insecticidal Net* (LLIN), dan berbagai formulasi insektisida rumah tangga. Contoh: metoflutrin, transflutrin, d-fenotrin, lama-sihalotrin, permetrin, sipermetrin, deltametrin, etofenproks, dan lain lain (Kemenkes RI, 2012: 9-10).

2.1.5.5. Formulasi Insektisida

Bahan aktif pestisida tidak dijual begitu saja dalam bentuknya yang murni. Harga bahan aktif teknis, apalagi bahan aktif murni, sangat mahal. Selain itu, bahan tersebut sangat berbahaya, sangat beracun, dan umumnya sulit digunakan secara praktis di lapangan (misalnya tidak larut dalam air). Oleh karena itu, bahan aktif ini harus diformulasikan terlebih dahulu dengan cara dicampur bahan-bahan lain agar mudah diaplikasikan (Panut Djojsumarto, 2008: 55).

Formulasi adalah proses “pengolahan” bahan teknis untuk memperbaiki berbagai aspek seperti: efektivitas, penyimpanan, kemudahan aplikasi, keamanan, serta lainnya. Pemilihan jenis formulasi sangat berperan penting dalam keberhasilan pengendalian serangga penular penyakit.

Komponen formulasi secara mendasar terdiri dari bahan aktif (bahan teknis), bahan pembantu (*adjuvant*), dan bahan pembawa (*carrier*).

1. Bahan Aktif

Bahan aktif merupakan senyawa kimia atau bahan-bahan lain yang memiliki efek sebagai pestisida. Bahan aktif pestisida dapat berbentuk padatan, cairan, atau gas. Bahan aktif yang digunakan dalam produksi komersial disebut bahan aktif teknis. Tidak seperti bahan aktif murni yang digunakan untuk analisis laboratorium, bahan teknis umumnya mengandung bahan-bahan ikutan (*impurities*) dalam jumlah kecil.

Bahan aktif yang digunakan dalam formulasi bisa berasal dari bahan aktif teknis dalam bentuk aslinya, yang kemudian dicampur dengan bahan-bahan pembantu lain dan bahan pembawa (Panut Djojoseumarto, 2008: 55-56).

Di Indonesia, persentase bahan aktif dapat dilihat dari angka di belakang nama dagang. Kadar bahan aktif untuk formulasi cair dinyatakan dalam g/l, sedangkan formulasi padat, setengah padat, kental, atau campuran cair dan padat dinyatakan dalam persen bobot. Sebagai ilustrasi Indro 25EC berarti kadar bahan aktif insektisidanya adalah 25 gram/liter, sedangkan Dira 10WP kadar bahan aktifnya 10% atau 100g/kg (Cecep Dani Sucipto, 2011: 251).

2. Bahan-bahan Pembantu (*Adjuvant*)

Bahan-bahan pembantu merupakan bahan-bahan atau senyawa kimia yang ditambahkan ke dalam pestisida dalam proses formulasinya agar mudah diaplikasikan atau digunakan untuk memperbaiki efikasi pestisida tersebut. Bahan-bahan pembantu yang sering ditambahkan pada formulai adalah *solvent* atau bahan pelarut (contohnya *xylol*, alkohol, keton dan berbagai produk minyak bumi), *emulsifier* (bahan pembuat emulsi), *diluent* (bahan

pembasah atau pengencer), dan *synergist* (bahan untuk meningkatkan efikasi pestisida. Termasuk ke dalam bahan pembantu adalah bahan pewarna, penambah bau, serta bahan pemuntah (*emetik*) (Panut Djojsumarto, 2008: 57).

- a) Pelarut (*solvent*) : adalah bahan yang digunakan untuk “melarutkan” bahan aktifnya. Umumnya pelarut insektisida berupa minyak (hidrokarbon), talk, dan air.
- b) Pengencer (*diluent*) : pelarut harus dibedakan dengan pengencer. Pengencer adalah bahan yang digunakan untuk mengencerkan formulasi, sehingga siap untuk diaplikasikan. Contoh pengencer adalah air dan solar.
- c) Surfaktan : terdapat bahan aktif dalam suatu formulasi untuk memperbaiki sifat-sifat seperti kebasahan, penyebaran (*spreading*), dispersibilitas, dan pembentukan emulsi. Emulsifier membantu tercampurnya larutan berdasar minyak/air. Tanpa surfaktan minyak dan air tidak akan bercampur dan penambahan emulsifier akan membuat larutan seperti susu. Bahan pembasah membantu tercampurnya insektisida yang berbentuk partikel padat dengan air. Bahan pembasah umumnya ditambahkan untuk formulasi berbentuk padatan seperti WP dan WG.
- d) Sinergis : adalah bahan kimia meskipun tidak harus mempunyai sifat insektisida, namun dapat meningkatkan potensi insektisida dari bahan yang ditambahkan (Cecep Dani Sucipto, 2011: 250-252).

3. Bahan Pembawa (*Carrier*)

Bahan pembawa digunakan untuk menurunkan konsentrasi produk pestisida, tergantung pada cara penggunaan yang diinginkan. Bahan pembawa bisa berupa air (pada *water based formulation*), minyak (pada *oil based formulation*), talk, attapulgit, bentonit, tepung *diatome* (pada formulasi tepung), pasir (pada formulasi butiran), dan sebagainya (Panut Djojsumarto, 2008: 61).

2.1.6. Tinjauan Piretroid

2.1.6.1. Sejarah Singkat Pengembangan Piretroid

Insektisida kimia dapat berupa sintetik atau produk alami. Produk yang berasal dari tanaman biasanya disebut insektisida botanik, diantaranya:

- a) *Alkaloids*, termasuk nikotin dan tembakau.
- b) *Rotenone* dan *rotenoids* dari akar polong-polongan.
- c) *Pyrethrins*, berasal dari bunga *Tanacetum cinerariifolium* (dalam bentuk *pyrethrum* dan kemudian *chrysanthemum*)
- d) *Neem*, contohnya ekstrak dari pohon *Azadirachta indica* yang mempunyai sejarah yang panjang sebagai insektisida (N.R.H. Burgess dan G.O. Cowan, 2007: 404).

Pada tahun 1970-an, senyawa piretroid (*pyrethroids*) menjadi buruan para ahli kimia perlindungan tanaman. Piretroid merupakan senyawa kimia yang meniru struktur kimia (analog) dari piretrin (*pyrethrine*). Piretrin sendiri merupakan zat kimia bersifat insektisida yang terdapat dalam piretrium, kumpulan

senyawa yang diekstrak dari bunga semacam krisan (*Chrysanthemum spp.*) (Panut Djojosumarto, 2008: 15).

Piretroid memiliki beberapa keunggulan, di antaranya diaplikasikan dengan takaran relatif sedikit, spektrum pengendaliannya luas, tidak presisten, dan memiliki efek melumpuhkan (*knock down effect*) yang sangat baik. Namun, karena sifatnya yang kurang atau tidak selektif, banyak piretroid yang tidak cocok untuk program Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

Sejarah piretroid dimulai sejak tahun 1949, ketika Schechter dan kawan-kawannya berhasil mensintesis *allethrin*, yaitu piretroid komersial pertama yang memiliki efek insektisida. Pada tahun 1964, *Sumitomo Chemical Co.* (Jepang) mengenalkan tetrametrin yang memiliki efek *knock down* lebih baik. Senyawa ini kemudian digunakan, terutama di bidang kesehatan masyarakat.

Tahun 1967, Elliot dan koleganya di *Rothamsted Experimental Station*, UK, mensintesis resmetrin. Salah satu isomernya, bioresmetrin, memiliki kekuatan seratus kali dibandingkan dengan piretrin alami. Namun, senyawa-senyawa piretroid tersebut ternyata tidak stabil terhadap cahaya matahari di lapangan. Oleh karena itu, penggunaannya hanya dibatasi di dalam ruangan, yaitu di bidang kesehatan masyarakat untuk pengendalian lalat, nyamuk, dan kecoa.

Pada tahun 1973, Elliot dan koleganya berhasil mensintesis permetrin, yang merupakan terobosan penting bagi pengembangan piretroid. Permetrin ternyata 20 kali lebih stabil terhadap sinar matahari dibandingkan dengan piretroid sebelumnya. Permetrin merupakan piretroid sintetik pertama yang bisa digunakan sebagai produk perlindungan tanaman di luar ruangan.

Tonggak penting lainnya dalam sejarah pengembangan piretroid adalah diluncurkannya sipermetrin, deltametrin, dan fenvalerat yang memiliki rantai sianida dalam struktur molekulnya. Sipermetrin dan deltametrin dikembangkan oleh *Rothamsted Experiment Station*, sedangkan fenvalerat oleh Sumitomo. Ketiganya merupakan insektisida piretroid terkuat terhadap berbagai serangga pada tahun 1974 (Panut Djojoseumarto, 2008: 15-16).

2.1.6.2. Cara Kerja Piretroid (*Mode of Action*) dalam Tubuh Serangga

Pyrethrins (dan sintetik *pyrethroids*) sangat efektif membunuh larva lepidopteran, membunuh dengan kontak walaupun dalam dosis yang rendah dan memiliki tingkat presisten yang rendah. Keuntungan dari kebanyakan *pyrethrins*, *pyrethroid*, dan derivat *neem* adalah daya toksisitasnya yang rendah bagi mamalia kecil dan unggas dibandingkan insektisida sintetis, namun *pyrethroids* sangat toksik bagi ikan. Sudah banyak hama serangga yang telah menjadi resisten terhadap *pyrethroids* (N. R.H. Burgess dan G.O. Cowan, 2007: 405).

Piretroid adalah racun *axononik*, yaitu beracun terhadap serabut syaraf. Mereka terikat pada suatu protein dalam syaraf yang dikenal sebagai *voltage-gated sodium channel*. Pada keadaan normal, protein ini membuka untuk memberikan rangsangan pada syaraf dan menutup untuk menghentikan sinyal syaraf. Piretroid terikat pada gerbang ini dan mencegah penutupan secara normal yang menghasilkan rangsangan syaraf berkelanjutan. Hal ini yang mengakibatkan tremor dan gerakan inkoordinasi pada serangga yang keracunan (Cecep Dani Sucipto, 2011: 241).

2.1.6.3. Bahan Aktif Piretroid

Bahan aktif yang termasuk dalam golongan piretrin dan piretroid adalah *allethrin*, *barthrin*, *bioresmethrin*, *cypermethrin*, *decamethrin*, *dimethrin*, *fenopropathrin*, *fenvalerate*, *flucythrinate*, *fluvalinate*, *jasmolin*, *permethrin*, *phenothrin*, *pyrethrin*, *resmethrin*, *tetramethrin*, *d-transallethrin* (William H. Hallenbeck dan Kathleen M. Cunningham-Burns, 1985: 119).

a) *Allethrin*

Allethrin merupakan insektisida piretrum sintetis dengan LD50 oral tikus adalah 680 mg/kg. Merupakan racun inhalasi, racun perut, dan racun kontak. *Allethrin* pertama kali disintesis tahun 1949. *Allethrin* dibuat oleh Sumitomo Company Jepang. Penggunaan *allethrin* tidak menimbulkan fitotoksik, tetapi menimbulkan alergi kepada beberapa orang, sering diperdagangkan dengan *piperonyl butoxide*. Insektisida ini dipergunakan untuk mengendalikan lalat rumah, nyamuk, aphid, kumbang meksiko, dan untuk kepentingan kesehatan masyarakat.

b) *Resmethrin*

Resmethrin adalah *pyrethrum* sintetis sebagai racun kontak selektif. Insektisida ini dikembangkan untuk mengendalikan lalat rumah, nyamuk, laba-laba, dan lainnya. LD₅₀ untuk tikus adalah 1.500 mg/kg. Pemakaian dengan rekomendasi tidak menimbulkan fitotoksik, tidak menimbulkan iritasi pada kulit, mata, dan tenggorokan. Jangan disimpan pada suhu di bawah 32°F.

c) *Barthrin*

Barthrin merupakan insektisida piretroid sintetis dengan berat molekul 336,82. Insektisida ini berwarna kuning pucat, dan mempunyai toksisitas rendah pada manusia.

d) *Cypermethrin*

Insektisida ini ditemukan pada tahun 1975. Insektisida non-sistemik ini bekerja sebagai racun kontak dan racun perut, efektif terutama untuk mengendalikan Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, dan kelas-kelas lainnya. Sipermetrin digunakan di bidang pertanian, rumah tangga, kesehatan masyarakat, dan kesehatan hewan. LD₅₀ (tikus) sekitar 250-4.150 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) > 4.920 mg/kg agak menimbulkan iritasi kulit dan mata; LC₅₀ inhalasi (4 jam, tikus) 2,5 mg/liter udara; NOEL (2 tahun, tikus) 7,5 mg/kg; dan ADI 0,05 mg/kg bb (Panut Djojoseumarto, 2008: 109).

Sipermetrin merupakan insektisida piretroid sintetis yang telah diformulasi dengan berbagai merk. Insektisida ini dapat dipakai *Spodoptera exigua*, *Heliothis* sp, *Earias* sp, *Plutella xylostella*, dan *Crociodomia binotalis*.

e) *Permethrin*

Permethrin diperkenalkan pertama kali pada tahun 1973 dan merupakan piretroid sintetis yang bersifat *fotostable*, sehingga bisa digunakan untuk pengendalian hama di luar ruangan. Insektisida non-sistemik ini bekerja sebagai racun kontak dan racun perut. *Permethrin* memiliki spektrum luas untuk berbagai jenis hama (seperti Lepidoptera, Coleoptera, dan Diptera). LD₅₀ (tikus) sekitar 6.000 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) >2.500 mg/kg

menyebabkan iritasi ringan pada kulit dan mata; LC₅₀ inhalasi (3 jam, tikus) 0,685 mg/liter udara; NOEL (2 tahun, tikus) 100 mg/kg diet; dan ADI 0,05 mg/kg berat badan (Panut Djojsumarto, 2008: 110).

f) Tetrametrin

Tetrametrin diperkenalkan pertama kali pada tahun 1964. Insektisida non-sistemik ini bekerja sebagai racun kontak dengan *knock down effect* yang sangat kuat. Tetrametrin banyak digunakan sebagai insektisida rumah tangga dan kesehatan masyarakat. LD₅₀ (tikus) sebesar > 5.000 mg/kg; LD₅₀ dermal (kelinci) > 2.000 mg/kg tidak menyebabkan iritasi kulit; LC₅₀ inhalasi (4 jam, tikus) 2, 73 mg/liter udara. Tetrametrin bersifat non-onkogenik.

2.1.6.4. Tingkatan Toksisitas Golongan Sintetik Piretroid

Piretroid dapat digunakan secara tunggal atau kombinasi dengan isomer piretroid lain atau dengan suatu sinergis. Belum ada penelitian yang merekomendasikan kombinasi-kombinasi bahan aktif yang paling efektif (Pemband and Kadangwe, 2012 dalam Arum Sih J. Et al, 2012: 7). Hal yang membedakan tiap bahan aktif insektisida adalah toksisitas terhadap organisme target, maupun organisme lain. Toksisitas sangat berkaitan dengan dosis, yang biasanya dinyatakan dengan lethal dose (LD₅₀) atau lethal concentration (LC₅₀), yaitu jumlah racun per unit berat badan yang akan menyebabkan kematian sebanyak 50% dari total populasi hewan uji (Matsumura, 1975 dalam Arum Sih J. Et al, 2012: 7). Semakin kecil dosis yang diperlukan untuk membunuh, maka semakin toksik insektisida tersebut. Berdasarkan toksisitasnya insektisida digolongkan menjadi golongan IA (sangat berbahaya sekali), IB (sangat berbahaya), II

(berbahaya), III (cukup berbahaya), dan golongan IIIU (tidak berbahaya jika digunakan secara normal) (Sigit and Hadi, 2006). Data bahan aktif insektisida piretroid digolongkan berdasarkan toksisitasnya ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Penggolongan Toksisitas Insektisida Sintetik Piretroid.

Bahan Aktif	Tingkat Toksisitas
Sipermetrin	IIIU
Imiprotin	III
Transflutrin	IIIU
Pralletrin	III
Sifenotrin	II
d-Alletrin	III
Permetrin	II
Siflutrin	II
d-Fenotrin	IIIU
Metoflutrin	IIIU
DEET	IIIU
Deltametrin	II

Sumber : Becker et al., 2010 dalam Arum Sih J. Et al, 2012; 7.

2.1.7. Efikasi

Insektisida merupakan salah satu alat yang telah terbukti mampu mengendalikan serangga kesehatan termasuk vektor. Penggunaan insektisida untuk pengendalian vektor dapat berperan ganda atau bagaikan pedang bermata dua, dapat memutus rantai penularan penyakit dengan mematikan vektor, menurunkan populasi dan umur vektor dengan cepat, namun bila penggunaanya

kurang bijak akan memberikan dampak negatif antara lain menimbulkan masalah lingkungan dan menimbulkan resistensi bagi vektor (Kemenkes RI, 2012: 93).

Efikasi merupakan kemampuan/daya bunuh insektisida yang akan diukur dengan serangkaian tes uji efikasi untuk insektisida yang diuji. Insektisida yang digunakan dalam penelitian ini adalah insektisida rumah tangga, yang artinya insektisida tersebut memiliki formulasi yang sudah disesuaikan untuk pengendalian vektor skala rumah tangga. Uji efikasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektivitas insektisida dalam membunuh yang akan diuji terhadap vektor, terutama nyamuk yang ada di lingkungan rumah.

Uji efikasi juga dilakukan untuk mengetahui apakah nyamuk sampel yang dipakai masih menunjukkan kepekaan terhadap insektisida rumah tangga yang banyak digunakan oleh masyarakat.

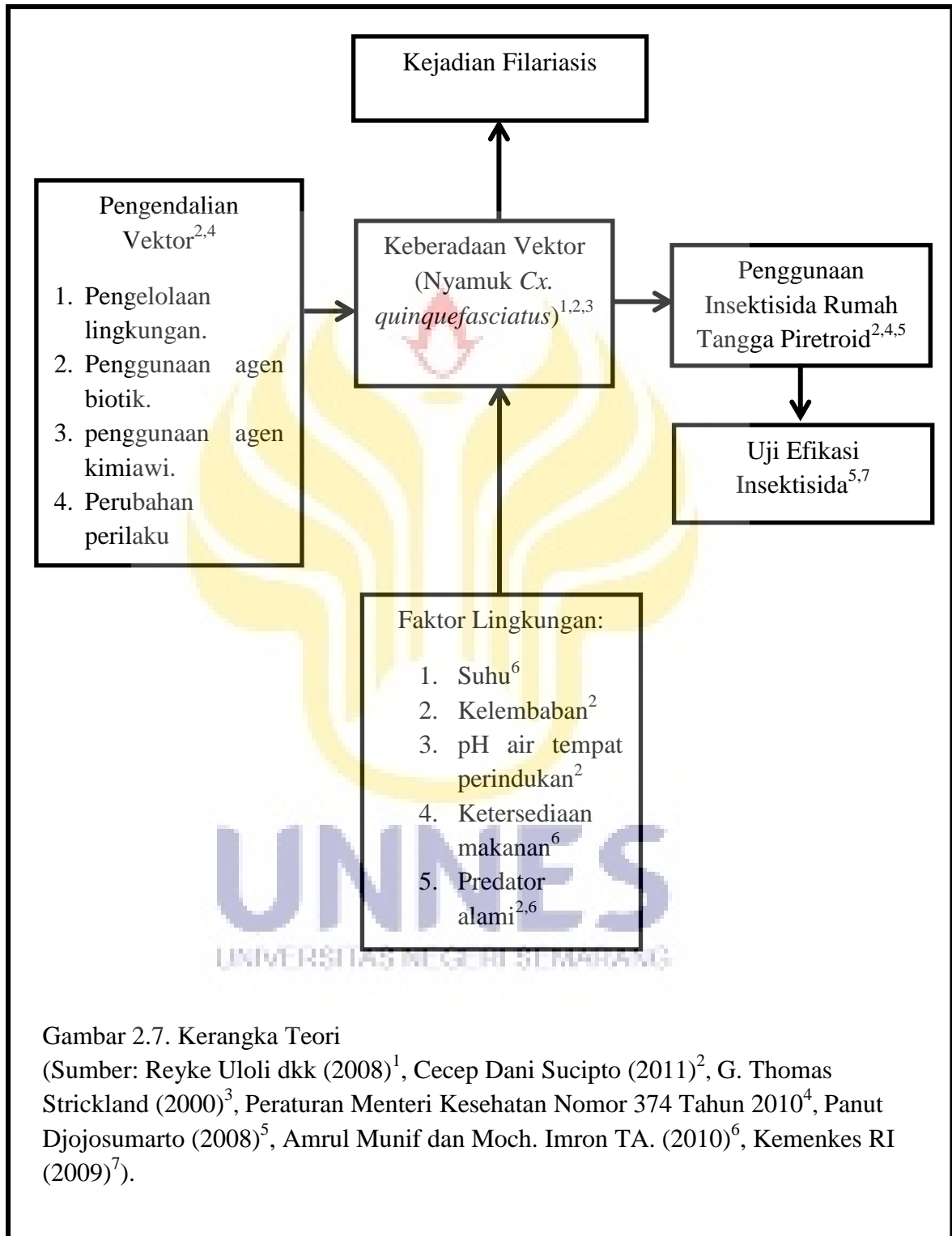
Penggunaan insektisida pada pengendalian populasi nyamuk menyebabkan tekanan seleksi atas individu nyamuk yang memiliki kemampuan untuk bertahan hidup bila kontak dengan insektisida dengan mekanisme berbeda (Cecep Dani Sucipto, 2011: 278).

Dengan adanya kasus resistensi nyamuk terhadap golongan insektisida piretroid di berbagai wilayah di dunia bahkan di Indonesia, dikhawatirkan nyamuk, khususnya nyamuk *Culex quinquefasciatus* yang ada di Kota Pekalongan menjadi resisten pula terhadap insektisida piretroid. Hal ini dapat menyebabkan menyebarnya penyakit tular vektor salah satunya adalah filariasis dimana Kota Pekalongan merupakan salah satu kota yang menjadi wilayah endemis filariasis di Indonesia. Apabila pemberantasan vektor menjadi tidak efektif dikarenakan

rendahnya efektivitas pengendalian secara kimiawi menggunakan insektisida, maka program pemberantasan penyakit filariasis di Pekalongan yang telah dilaksanakan akan menjadi sia-sia.



2.2. Kerangka Teori



Gambar 2.7. Kerangka Teori

(Sumber: Reyke Uloli dkk (2008)¹, Cecep Dani Sucipto (2011)², G. Thomas Strickland (2000)³, Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 374 Tahun 2010⁴, Panut Djojsumarto (2008)⁵, Amrul Munif dan Moch. Imron TA. (2010)⁶, Kemenkes RI (2009)⁷).

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1. Simpulan

1. Nilai efikasi insektisida rumah tangga uji berbahan aktif piretroid sipermetrin 1.00 g/l terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Kota Pekalongan memiliki hasil tidak baik.
2. Nilai efikasi insektisida rumah tangga uji berbahan aktif piretroid d-alletrin 3.245 g/l terhadap nyamuk *Culex quinquefasciatus* di Kota Pekalongan memiliki nilai efikasi baik.
3. Terdapat perbedaan kematian nyamuk secara signifikan (*p-values* sebesar 0,0001) antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l, d-alletrin 3,245 g/l, dan asam salisilat 0,4 g/l.
4. Terdapat perbedaan bermakna (*p-values* sebesar 0,010) rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l dan d-alletrin 3,245 g/l.
5. Terdapat perbedaan bermakna (*p-values* sebesar 0.0001) rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid sipermetrin 1,00 g/l dan asam salisilat 0,4 g/l.
6. Terdapat perbedaan bermakna (*p-values* sebesar 0.0001) rata-rata kematian nyamuk antara kelompok perlakuan dengan bahan aktif piretroid d-alletrin 3,245 g/l dan asam salisilat 0,4 g/l.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang dapat disampaikan yaitu:

1. Masyarakat khususnya yang tinggal di daerah endemis filariasis di Kota Pekalongan, dapat menggunakan insektisida rumah tangga dengan kandungan bahan aktif d-allevrin untuk pengendalian nyamuk *Culex quinquefasciatus* karena memiliki efektifitas yang lebih tinggi dalam membunuh nyamuk sesuai pengujian di laboratorium.
2. Untuk Dinas Kesehatan Kota Pekalongan, dapat menggunakan insektisida d-allevrin dalam program pengendalian vektor filariasis.
3. Untuk peneliti selanjutnya, demi kesempurnaan penelitian yang berkaitan dengan uji efikasi insektisida rumah tangga dapat dilakukan penelitian dengan variasi kadar bahan aktif dari insektisida piretroid.

Daftar Pustaka

- Boesri, Hasan dan Lulus Susanti, 2012, *Insektisida Sipermethrin 100 g/l terhadap Nyamuk dengan Metode Pengasapan*, (Online), Jurnal Kesehatan Masyarakat, Vol. 7, No. 2, hal 156-163, diakses 7 Januari 2015, (<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kemas/article/viewFile/2812/2867>).
- Dani, Sucipto Cecep, 2011, *Vektor Penyakit Tropis*, Gosyen Publishing, Yogyakarta.
- Dinas Kesehatan Kota pekalongan, 2013, *Profil Kesehatan Kota Pekalongan Tahun 2012*, Dinas Kesehatan Kota Pekalongan.
- _____, 2013, *Hasil Kegiatan Pemberian Obat Massal Pencegahan (POMP) Filariasis Tahun II di Kota Pekalongan*, Seksi Pengendalian dan Penanggulangan Penyakit, Dinas Kesehatan Kota Pekalongan.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, 2011, *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2010*, Dinkes Provinsi Dati I Jateng, Semarang.
- _____, 2012, *Profil Dinas Kesehatan Jawa Tengah*, Dinkes Provinsi Jawa Tengah.
- Departemen Kesehatan RI, 2008, *Pedoman Program Eliminasi Filariasis di Indonesia*, Ditjen P2 & PL Depkes RI, Jakarta.
- Djojosumarto, Panut, 2008, *Pestisida dan Aplikasinya*, PT Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Dwijanti, Setyowati Retno dan Wiratno, 2011, *Evaluasi Pemanfaatan Formula Pestisida Nabati Cengkeh dan Serai Wangi untuk Pengendalian Busuk Rimpang Jahe >50%*, (Online), diakses 25 Juni 2015, ([https://http://balitro.litbang.pertanian.go.id/ind/images/publikasi/prosiding/pesnabi/v/19.Retno%20\(2\)%20pesnabbusukrimpangjahe2011%20213-223.pdf](https://http://balitro.litbang.pertanian.go.id/ind/images/publikasi/prosiding/pesnabi/v/19.Retno%20(2)%20pesnabbusukrimpangjahe2011%20213-223.pdf)).

- Fiany, Siska, 2014, *Pengendalian Nyamuk Aedes aegypti dengan Menggunakan Metode Ovitrap di B2P2VRP Salatiga*, diakses tanggal 28 Juni 2015, (https://www.academia.edu/12340958/Hasil_dan_Pembahasan_ovitrap).
- Gullan, P.J. dan P.S. Cranston, 2002, *The Insects, An Outline of Entomology*, Blackwell Publishing, USA.
- Hadidjaja, Pinardi, 2002, *Atlas Parasitologi Kedokteran*, PT, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- H. Burgess, N.R. dan G.O. Cowan, 2007, *Colour Atlas of Medical Entomology*, Chapman and Hall Medical, London.
- H. Hallenbeck William dan M. Cunningham-Burns Kathleen, 1985, *Pesticides and Human Health*, Springer-Verlag, New York.
- Global Health, Division of Parasitic Diseases and Malaria, 2015, *Vectors of Lymphatic Filariasis*, diakses tanggal 15 April 2015, (http://www.cdc.gov/parasites/lymphaticfilariasis/gen_info/vectors.html).
- Izah, Khotimatul, 2010, *Daya Bunuh Buah Lerak (Sapindus Rarak De Candole) terhadap Larva Nyamuk Aedes aegypti*, Skripsi, Univeristas Negeri Semarang.
- Juriastuti, Puji, Maya Kartika, I Made Djaja, Dewi Susanna, 2010, *Faktor Risiko Kejadian Filariasis di Kelurahan Jati Sampurna*, (Online), MAKARA, Kesehatan, Vo. 14, No. 1, hal 31-36, diakses tanggal 02 Juni 2014, (<http://journal.ui.ac.id/health/article/>).
- Kemenkes RI, 2012, *Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor*, Kemenkes RI.
- Listiani, Rini, 2011, *Hubungan Antara Pelaksanaan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) dengan Keberadaan Jentik (Studi di Wilayah Kerja Puskesmas Gabus 1 Kecamatan Gabus Kabupaten Pati Tahun 2010)*, Skripsi, Univeristas Negeri Semarang.

- Mansjoer, Ali, 2000, *Kapita Selekta Kedokteran*, Penerbit Media Aersculapius, Jakarta.
- Munif, Amrul, Moch. Imron TA, 2010, *Panduan Pengamatan Nyamuk Vektor Malaria*, CV. Sagung Seto, Jakarta.
- Nainggolan, Minarti, 2012, *Uji Patogenitas Konsentrat Bacillus thuringiensis untuk Menyebabkan Mortalitas pada Larva Nyamuk*, Skripsi, Universitas Negeri Semarang.
- Nasrin, 2008, *Faktor-faktor Lingkungan dan Perilaku yang Berhubungan dengan Kejadian Filariasis di Kabupaten Bangka Barat*, Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Notoatmodjo, Soekidjo, 2010, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Pradani, Firda Yanuar, Mara Ipa, Rina Mariana, Yuneu Yuliasih, 2011, *Penentuan Status Resistensi Aedes aegypti dengan Metode Susceptibility di Kota Cimahi Terhadap Cypermethrin*, (Online), Jurnal Vektora, Vol III, No. 1, hal 35-43, diakses tanggal 14 Januari 2015, (<http://bpk.litbang.depkes.go.id/index.php/vk/article/view/3322/pdf>).
- Permenkes Nomor 374 Tahun 2010 *Tentang Pengendalian Vektor*, diakses tanggal 11 Maret 2015, (http://pppl.depkes.go.id/asset/regulasi/57_Buku%20Permenkes_ppbb-1.pdf).
- Prawesty, Ratih, 2008, *Efikasi Beberapa Obat Nyamuk Elektrik Matt terhadap Nyamuk Aedes aegypti dengan Metode Glass Chamber di Laboratorium*, Skripsi, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.
- Pusat Data Surveilans Epidemiologi Kementerian Kesehatan RI. *Filariasis di Indonesia*. *Buletin Jendela Epidemiologi*, (Online), Juli 2010, Vol. 1,

diakses 6 Februari 2015,
 (www.depkes.go.id/download.php?file.../buletin/buletin-filariasis.pdf).

Ramar, M., S. Ignacimuthu, M. Gabriel Paulraj, 2014, *Mosquito Knock-Down and Adulticidal Activities of Essential Oils by Vaporizer, Impregnated Filter Paper and Aerosol Methods*, (Online), Vol. 1, No. 3, hal 26-32, diakses 7 Maret 2015,
 (<http://www.dipterajournal.com/vol1issue3/august2014/15.1.pdf>)

Rozendaal, Jan. A., 1997, *Vector Control Methods for Use by Individuals and Communities*, Alden Press, England.

Safar, Rosdiana, 2009, *Parasitologi Kedokteran : Protozoologi, Entomologi, dan Helminologi*, CV. Yrama Widya, Bandung.

Seksi Pengendalian dan Penanggulangan Penyakit, 2012, *Hasil Kegiatan Pemberian Obat Massal Pencegahan (POMP) Filariasis Tahun II di Kota Pekalongan*, Dinas Kesehatan Kota Pekalongan.

Sembel, Dantjie T., 2009, *Entomologi Kedokteran*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.

Service, M.W., 1995, *Mosquito Ecology, Field Sampling Methods*, Applied Science Publishers LTD, London.

Shinta dan Supratman Sukowati, 2013, *Penggunaan Metode Survei Pupa untuk Memprediksi Risiko Penularan Demam Berdarah Dengue di Lima Wilayah Endemis di DKI Jakarta*, Media Litbangkes Vol. 23 No.1, hal 31-40, diakses 02 Juni 2014, (<http://ejournal.litbang.depkes.go.id/>).

Sih J, Arum dan Siti Alifah, 2012, *Analisis Deskriptif Insektisida Rumah Tangga yang Beredar di Masyarakat*, Jurnal Vektora Vol. IV No.1, hal 23-32, diakses 4 Desember 2015,

<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=160336&val=4885&title=DESCRIPTIVE%20ANALYSIS%20OF%20HOUSEHOLD%20INSECTICIDE%20IN%20COMMUNITY>)

Slamet, Juli Soemirat. 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

_____, 2011, *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Strickland, G Thomas, 2000, *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases*, W.B. Saunders Company, Philadelphia.

Sunaryo dan Tri Ramadhani, 2008, *Distribusi Filariasis Limfatik di Kelurahan Pabean, Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah*, BALABA, Ed.007, No. 02, hal 2-6, diakses 02 Juni 2014, (<http://ejournal.litbang.depkes.go.id/>)

Susanti, Lulus, 2011, *Residu Insektisida Rumah Tangga Aerosol (Bahan Aktif: Kelompok Piretroid) terhadap Nyamuk Culex quinquefasciatus di Lingkungan Pemukiman Kecamatan Tingkir Kota Salatiga*, Tesis, Universitas Diponegoro, online (repository.ugm.ac.id/90924/)

Tri Boewono, Damar dan Hasan Boesri, 2009, *Pedoman Teknis Uji Insektisida*, Widya Sari Press, Salatiga.

Wahyono, Tri Yunis Miko, 2010, *Buletin Jendela Epidemiologi: Filariasis di Indonesia*, (Online) diakses tanggal 15 Maret 2014, (<http://www.depkes.go.id>).

Uloli, Reyke, Soeyoko, Sumarni, 2008, *Analisis Faktor-Faktor Risiko Kejadian Filariasis*, (Online), Berita Kedokteran Masyarakat, Vol. 24, No. 1, hal 44-50, diakses 02 Juni 2014, (<http://berita-kedokteran-masyarakat.org/>)

Watik Pratiknya, Ahmad, 2010, *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.

WHO *Expert Commitee on Vector Biology and Control*, 1992, *Vector Resistance to Pesticides*, Switzerland, Geneva.

WHO, 2015, *Lymphatic Filariasis, Epidemiology* , diakses tanggal 14 Maret 2015, (http://www.who.int/lymphatic_filariasis/epidemiology/en/).

Windiastuti, Ike Ani, Suhartono, Nurjazuli. 2013, *Hubungan Kondisi Lingkungan Rumah, Sosial Ekonomi, dan Perilaku Masyarakat dengan Kejadian Filariasis di Kecamatan Pekalongan Selatan Kota Pekalongan*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia: Volume 12 Nomor 1.

Wijaya, Ikwi, 2007, *Kemampuan Hidup Larva Culex quinquefasciatus Say. Pada Habitat Limbah Cair Rumah Tangga*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Yuliani Titik S, Septiva Elin, 2012, *Pestisida Rumah Tangga: Petunjuk Penggunaan Bagi Konsumen*, (Online), diakses tanggal 25 Juni 2015, (<http://pei-pusat.org/berita-artikel-entomologi/artikel-entomologi/103>).