



KEEFEKTIFAN
EKSTRAK KULIT BATANG MAHONI
TERHADAP LARVA NYAMUK *Aedes aegypti*

Skripsi
disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi

oleh
Hari Rahmawati
4411413015

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2018

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul **“Keefektifan Ekstrak Kulit Batang Mahoni terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*”** disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 13 April 2018



Hari Rahmawati

NIM 4411413015

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Keefektifan Ekstrak Kulit Batang Mahoni terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

disusun oleh

Hari Rahmawati

4411413015

telah dipertahankan di hadapan sidang panitia ujian skripsi FMIPA Universitas

Negeri Semarang pada tanggal 20 April 2018



Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.
NIP 196412231988031001

Sekretaris

Dra. Endah Peniati, M.Si.
NIP 196511161991032001

Penguji Utama

Prof. Dr. Retno Sri Iswari, S.U.
NIP 195202071979032001

Anggota Penguji/ Pembimbing

Prof. Dr. Sri Ngabekti, M.S.
NIP 195909011986012001

Anggota Penguji/ Pembimbing II

Dr. Ir. Dyah Rini Indriyanti, M.P.
NIP 196304071990032001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Dan orang-orang yang berjuang untuk (mencari keridhaan) Kami, maka sungguh kami akan tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami. Dan sungguh Allah benar-benar bersama orang-orang berbuat baik (Al-Ankabut : 69)

PERSEMBAHAN

Kepada Bapak Sutarno dan Ibu Suprihatin kedua orangtua saya tercinta atas dedikasi selama ini yang selalu mendo'akan, menyayangiku, memberi dukungan, mengajarkan kesabaran, serta memotivasi dalam berkarya.

Untuk adik saya Hari Dwi Kurniawan yang selalu memberi kasih sayang dan dukungan.

Serta seluruh keluarga besar yang tidak putusya mendo'akan dan memberi semangat.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Keefektifan Ekstrak Kulit Batang Mahoni terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*” sebagai salah satu prasyarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada program studi Biologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan studi strata 1 Jurusan Biologi FMIPA Unnes.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Sri Ngabekti, M.S. dan Dr. Ir. Dyah Indriyanti, M.P. selaku pembimbing yang telah memberikan semangat dan bimbingan kepada peneliti, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Prof. Dr. Retno Sri Iswari, S.U. selaku dosen penguji yang berkenan menelaah, dan memberikan masukan serta saran dalam penyusunan skripsi.
6. Dr. Nugrahaningsih W.H., M. Kes. Selaku dosen wali yang telah memberikan arahan, dukungan, dan motivasinya.

7. Bapak Sutarno, Ibu Suprihatin, dan seluruh keluarga tercinta yang selalu mendo'akan, memberikan dukungan, semangat, dan motivasi.
8. Bapak dan Ibu dosen Universitas Negeri Semarang yang telah memberi dedikasi dan ilmunya.
9. Teman-teman saya khususnya Haryati, Haryani, Afrin, Aji, Anita, Annisa, Desy, Ais, Musiyam, Indah yang selalu memberi semangat.
10. Semua teman-teman kos Wisma Sumber Rejeki yang selalu menemani, memberi dukungan, dan hiburan.
11. Teman-teman prodi Biologi 2013 yang banyak memberikan cerita selama kuliah.
12. Teman-teman organisasi, komunitas, dan semua pihak yang selalu mendo'akan, menginspirasi, dan memberi motivasi.

Penulis berharap penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa masih terdapat beberapa kekurangan yang harus terus diperbaiki, oleh karena kritik dan saran yang membangun selalu penulis harapkan untuk menghasilkan karya yang lebih baik.

Semarang, 13 April 2018

Penulis

ABSTRAK

Rahmawati, Hari. 2018. Keefektifan Ekstrak Kulit Batang Mahoni terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. Skripsi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Prof. Dr. Sri Ngabekti, M.S., Dr. Ir. Dyah Indriyanti, M.P.

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor penyakit Demam Berdarah Dengue yang merugikan masyarakat. Penyebaran nyamuk *Aedes aegypti* disebabkan beberapa faktor yaitu perubahan kepadatan penduduk, mobilitas penduduk, dan perubahan iklim. Salah satu cara untuk mengendalikan penyebaran nyamuk adalah dengan pemberantasan larva menggunakan larvasida alami dari kulit batang mahoni. Kulit batang mahoni terdapat beberapa senyawa metabolit sekunder yang dapat membunuh larva nyamuk. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi ekstrak kulit batang mahoni yang efektif terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* (LC₉₀₋₄₈ jam), dan menganalisis perbedaan mortalitas larva antar setiap konsentrasi. Ekstrak kulit batang mahoni diekstraksi dengan metode perkolasi. Uji keefektifan ekstrak kulit batang mahoni dilakukan menggunakan konsentrasi 0 ppm (kontrol negatif), 650 ppm, 750 ppm, 850 ppm, 950 ppm, 1050 ppm, dan 1150 ppm dengan tiga kali ulangan. Berdasarkan presentase keefektifan yang memenuhi 90% larva mortal yaitu konsentrasi 1050 ppm dan 1150 ppm. Data keefektifan menggunakan analisis probit dan *oneway* ANOVA serta uji lanjut LSD. Analisis probit menunjukkan konsentrasi ekstrak kulit batang mahoni yang efektif terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* pada nilai LC₉₀₋₄₈ jam yaitu 1072,685 ppm ± 142,977. Uji *oneway* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan rata-rata yang signifikan konsentrasi ekstrak terhadap mortalitas larva. Uji lanjut LSD menunjukkan perbandingan konsentrasi yang tidak berbeda signifikan kemudian dipilih konsentrasi terendah yang efektif yang memenuhi LC₉₀₋₄₈ jam adalah 1050 ppm.

Kata kunci: ekstrak kulit batang mahoni , keefektifan, larva *Aedes aegypti*, LC₉₀₋₄₈ jam, mortalitas

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Penegasan Istilah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS	
1.6 Tinjauan Pustaka	6
1.7 Kerangka Berpikir	22
1.8 Hipotesis	22

	Halaman
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	23
3.2 Populasi dan Sampel	23
3.3 Variabel Penelitian	24
3.4 Rancangan Penelitian	24
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	25
3.6 Pelaksanaan Penelitian	27
3.7 Analisis Data	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil penelitian	36
4.2 Pembahasan	42
BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Simpulan	50
4.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Daftar alat penelitian	25
2 Daftar bahan penelitian	27
3 Perhitungan konsentrasi ekstrak kulit batang mahoni pada uji pendahuluan	31
4 Perhitungan konsentrasi ekstrak kulit batang mahoni pada uji sebenarnya	33
5 Presentase mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> 48 jam pada uji sebenarnya	37
6 Tabel LSD rata-rata presentase mortalitas larva <i>Aedes aegypti</i> pada tiap konsentrasi selama 48 jam	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 <i>Swietenia mahagoni</i>	6
2 Daun mahoni	8
3 Kulit batang mahoni	8
4 Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dewasa	11
5 Bagian kepala nyamuk <i>Aedes aegypti</i> jantan	12
6 Siklus hidup nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	14
7 Telur <i>Aedes aegypti</i>	15
8 Larva <i>Aedes aegypti</i>	18
9 Pupa <i>Aedes aegypti</i>	19
10 Kerangka berpikir penelitian keefektifan ekstrak kulit Batang mahoni terhadap larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	22
11 Alur pembuatan simplisia kulit batang mahoni	28
12 Alur ekstraksi kulit batang mahoni	29
13 Grafik presentase rata-rata mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> 48 jam pada uji pendahuluan	32
14 Grafik hubungan konsentrasi ekstrak terhadap mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	38
15 Hasil pengamatan larva <i>Aedes aegypti</i>	41
16 Kandungan senyawa metabolit sekunder ekstrak kulit batang mahoni yang berefek pada tubuh larva <i>Aedes aegypti</i>	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Tabel data mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> 48 jam pada uji sebenarnya	57
2 Tabel data mortalitas larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> 48 jam pada uji sebenarnya	58
3 Analisis deskriptive pada variabel larva mortal per konsentrasi	59
4 Analisis deskriptive pada variabel larva mortal pada per replikasi	62
5 Probit analysis	64
6 Perbandingan total larva, larva mati, besar konsentrasi, dan <i>residual</i> ..	65
7 Tabel estimasi pada berbagai probabilitas konsentrasi	66
8 Transformasi respon analisis probit	67
9 <i>Test of normality</i> dan <i>test of homogeneity</i>	68
10 Uji <i>one way</i> ANOVA	69
11 <i>Post Hoc Test</i> (LSD)	70
12 Dokumentasi penelitian	72
12 Surat izin penelitian	75
12 Surat keterangan melaksanakan penelitian	76

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Populasi nyamuk menimbulkan beberapa penyakit yang disebabkan vektor nyamuk. Salah satu vektor nyamuk Demam Berdarah Dengue (DBD) yaitu nyamuk *Aedes aegypti*. Menurut WHO (2012), mendekati 75 % populasi manusia beresiko terinfeksi virus dengue yang berasal dari Asia-Pasifik seperti Indonesia. Indonesia pada tahun 2015 terdapat 126.675 kasus dengan jumlah kematian 1.229 orang, *Incidence Rate* (tingkat kejadian) penyakit DBD yaitu 49,50 per 100.000 penduduk, dan *Case Fatality Rate* (angka kematian) sebesar 1,7 %. Angka-angka tersebut mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya. Jawa Tengah pada tahun 2015 *Incidence Rate* (IR) penyakit DBD mencapai 48,55 per 100.000 penduduk dengan *Case Fatality Rate* sebesar 1,58% (Kemenkes RI, 2016).

Kota Semarang memiliki *Incidence Rate* (IR) penyakit DBD menempati urutan ketiga, yaitu 99,45 per 100.000 (Dinkes Jateng, 2015). Kelurahan Pesantren menempati peringkat pertama di Kota Semarang dengan IR DBD tertinggi yaitu sebesar 376,92 per 100.000 penduduk. Tahun 2010-2015, kota Semarang selalu berada pada peringkat IR tiga besar di Jawa Tengah. Peningkatan dan penyebaran kasus DBD tersebut dapat disebabkan oleh mobilitas penduduk yang tinggi, perkembangan wilayah perkotaan, perubahan iklim, perubahan

kepadatan dan distribusi penduduk, serta faktor epidemiologi lainnya (Dinkes Kota Semarang, 2015).

Salah satu program dunia untuk menekan transmisi nyamuk adalah dengan pemberantasan larva (WHO, 2012). Upaya pemerintah untuk mengendalikan penyebaran larva nyamuk dengan cara Pemantauan Jentik Rutin (PJR), Pemantauan Jentik Berkala (PJB), Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) melalui 3M Plus (menguras, menutup, dan mengubur) plus menabur larvasida, penyebaran ikan pada tempat penampungan air, serta kegiatan-kegiatan lainnya (Harfriani, 2012).

Penggunaan larvasida sintetik yang paling luas digunakan mengendalikan larva *Aedes aegypti* yaitu temephos. Penggunaan temephos di masyarakat menyebabkan dampak negatif (Ponlawat *et al.*, 2005). Penggunaan zat sintetik dalam kurun waktu lama secara terus menerus dapat mengakibatkan kematian hewan yang bukan target, hilang atau matinya musuh alami, kerusakan lingkungan berupa ketidakseimbangan ekosistem, dan menyebabkan sifat resisten pada nyamuk (Panghiyangani, 2012). Untuk mencegah resistensi terhadap larvasida sintetik, penggunaan bahan sintetik harus dibatasi maka solusi pengendalian larva yaitu dengan larvasida alami. Bahan kimia yang berasal dari tanaman telah diproyeksikan sebagai senjata dalam program pengendalian nyamuk di masa mendatang yang ramah lingkungan, tumbuhan yang memiliki senyawa metabolit sekunder dapat mematikan larva nyamuk (Rahuman *et al.*, 2009; Tripathi *et al.*, 2003).

Mahoni merupakan tumbuhan tropis yang banyak terdapat di tepi-tepi jalan sebagai tumbuhan perindang maupun pelindung. Selain itu mahoni digunakan oleh masyarakat sebagai obat tradisional, pewarna alami, dan bahan baku industri mebel. Kulit kayu mahoni merupakan bagian dari tanaman mahoni yang pemanfaatannya belum maksimal dan sering menjadi limbah industri mebel.

Mahoni mengandung berbagai senyawa aktif yang telah berhasil diisolasi, berbagai macam fitokimia seperti swetenin, swietenolida, swietemahonin, khayasin, andirobin, augustineolida, 7-deasetoksi-7- oksogedunin, proseranolida, dan 6-O-asetil swietonolida (Maiti *et al.*, 2008), flavonoid, dan epikatekin (Falah *et al.*, 2008). Kulit batang mahoni mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, tannin, saponin, fenolikhidrokuinon, dan flavonoid (Qodri *et al.*, 2014). Alkaloid merupakan senyawa yang berperan sebagai insektisida, alkaloid yang berlebihan akan menyebabkan kekacauan pada system penghantar impuls ke sel-sel otot yang menyebabkan larva mengalami kekejangan secara terus menerus dan akhirnya terjadi kelumpuhan dan kematian (Latupeirissa, 2005). Senyawa aktif flavonoid dan saponin dapat mengakibatkan perubahan tingkah laku dan kematian pada larva *Aedes aegypti* (Rahmayanti *et al.*, 2016). Saponin dapat menyerang selaput kutikula larva hingga akhirnya menjadi penyebab utama kematian larva (Gutierrez *et al.*, 2014).

Penelitian dari kulit batang mahoni dijadikan sebagai larvasida alami dalam membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti* belum banyak dilakukan di Indonesia dan masih sering menjadi limbah industri mebel. Maka perlu dilakukan

suatu penelitian keefektifan ekstrak kulit batang mahoni sebagai larvasida alami nyamuk *Aedes aegypti*.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Berapa konsentrasi ekstrak kulit batang mahoni yang efektif terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* (LC₉₀₋₄₈ jam) ?
- b. Bagaimana perbedaan rata-rata mortalitas larva *Aedes aegypti* pada setiap konsentrasi ekstrak ?

1.3 Penegasan Istilah

1.3.1 Keefektifan

Keefektifan berasal dari kata efek, efektif, pengaruh, akibat/ dapat membawa hasil. Keefektifan adalah suatu ukuran yang menyatakan seberapa besar target dapat tercapai, dimana semakin besar persentase target yang dicapai akan semakin tinggi keefektifannya. Pada penelitian ini, keefektifan ekstrak diuji di laboratorium untuk menentukan LC₉₀₋₄₈ jam.

1.3.2 Ekstrak kulit batang mahoni

Ekstrak kulit batang mahoni merupakan suatu ekstrak yang didapatkan dari kulit batang mahoni yang telah dihancurkan kemudian ditambahkan pelarut. Pada penelitian ini menggunakan pelarut methanol.

1.3.3 Larva nyamuk *Aedes aegypti*

Larva nyamuk yang digunakan yaitu larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III-IV. Larva didapatkan dari proses perkembangbiakan larva di kediaman salah satu staf pensiunan BBPPVRP Salatiga.

1.4 Tujuan Penelitian

- a. Menentukan konsentrasi ekstrak kulit batang mahoni yang efektif terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* (LC_{90} -48 jam).
- b. Menganalisis perbedaan rata-rata mortalitas larva *Aedes aegypti* pada setiap konsentrasi ekstrak.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

- a. Memberikan bukti ilmiah tentang efek larvasida dari ekstrak kulit batang mahoni terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*.
- b. Menambah inventarisasi jenis tanaman yang mengandung senyawa larvasida nabati sebagai larvasida nyamuk.

1.5.2 Manfaat Aplikatif

- a. Memberikan informasi kepada masyarakat terkait manfaat kulit batang mahoni sebagai larvasida alami.
- b. Masyarakat diharapkan dapat menerapkan penggunaan larvasida alami sehingga dapat mengurangi pengaruh negatif dalam penggunaan larvasida sintetik.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Mahoni (*Swietenia* sp.)

a. Karakteristik dan klasifikasi mahoni

Mahoni tersebar luas di wilayah Indonesia. Fungsi pohon mahoni sebagai peneduh jalan, pelindung, maupun sebagai bahan baku industri mebel. Pohon mahoni dapat tumbuh hingga 30-40 meter (Maiti *et al.*, 2008). Mahoni termasuk Famili Meliaceae, pohon dapat mencapai tinggi 40 meter dan diameter batang mencapai 100 cm, bentuk batang silindris, agak lengkung, berserpih dalam jalur-jalur dengan warna kulit coklat kelabu (Hendramono *et al.*, 2006) (Gambar 1).



Gambar 1 *Swietenia mahagoni*
Sumber: dokumentasi pribadi (2018)

Menurut Yuniarti (2008) mahoni berakar tunggang, berbatang bulat, percabangan banyak dan kayunya bergetah. Daunnya majemuk menyirip genap, helaian daun berbentuk bulat telur, ujung dan pangkalnya runcing, dan tulang

daunnya menyirip. Daun muda berwarna merah, setelah tua berwarna hijau. Bunganya majemuk tersusun dalam karangan yang keluar dari ketiak daun. Buahnya bulat telur, berlekuk lima, berwarna cokelat. Di dalam buah terdapat biji berbentuk pipih dengan ujung agak tebal dan warnanya coklat kehitaman. Klasifikasi mahoni tersusun dengan sistematika sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Kelas : Dicotyledone
Ordo : Retales
Genus : Swietenia
Spesies : *Swietenia mahagoni*

Menurut Hendromono *et al.* (2006) tajuk berbentuk kubah rapat dan menggugurkan daun. Pohon tahan terhadap naungan, daunnya sukar terbakar sehingga digunakan sebagai tanaman sekat bakar. Salah satu yang dimanfaatkan untuk biofarmaka yaitu biji/buah. Buah mahoni memiliki zat flavonoid yang dikenal berguna untuk melancarkan peredaran darah .

Menurut Yuniarti (2008) tanaman mahoni merupakan salah satu tanaman yang dianjurkan untuk pengembangan Hutan Tanaman Industri (HTI). Pada umumnya mahoni dapat ditemukan tumbuh liar di hutan jati, tempat-tempat lain yang dekat dengan pantai, atau ditanam ditepi jalan sebagai pohon pelindung.

Mahoni yang cukup dikenal yaitu mahoni dengan daun kecil / sempit (*Swietenia mahagoni*) (Gambar 2).



Gambar 2 Daun mahoni
Sumber: Ghani (2011)

b. Kulit batang mahoni dan kandungannya

Menurut Joker (2001) mengatakan bahwa kulit batang mahoni berwarna abu-abu dan halus ketika masih muda, kemudian berubah menjadi coklat tua dan menggelembung serta mengelupas ketika sudah tua (Gambar 3). Kulit kayu mahoni telah digunakan untuk meubel, pembuatan perabot kayu, hiasan interior, serta ukiran (Suhesti *et al.*, 2007).



Gambar 3 Batang mahoni a) belum dikelupas b) sudah dikelupas
Sumber: dokumentasi pribadi (2017)

Kayu mahoni tersebar luas di Indonesia. Produksi kayu mahoni di Indonesia dihasilkan beberapa pulau yakni di Pulau Sumatera, Pulau Jawa, dan Bali serta Nusa Tenggara. Pulau Jawa mendominasi jumlah produksi kayu mahoni pada tahun 2014 sebesar 0,17 juta m³ (99,25 %). Sisanya dihasilkan di pulau Bali dan Nusa Tenggara sebesar 933,75 m³ (0,56 %), serta pulau Sumatera sebesar 329,86 m³ (0,20 %) (BPS, 2014).

Mahoni mengandung berbagai senyawa aktif yang telah berhasil diisolasi. Kulit batang mahoni mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder, antara lain katekin, epikatekin, swietemakrofilanin, fenilpropanoid, saponin, terpenoid, flavonoid, alkaloid dan tannin (Darminto, 2010). Bioaktivitas yang dimiliki kulit kayu mahoni berkaitan dengan komponen di dalamnya, senyawa kimia di dalam tanaman merupakan hasil metabolisme sekunder dari tanaman itu sendiri (Harborne, 1987). Kulit mahoni mengandung triterpenoid, limonoid, flavonoid, saponin, dan terpenoid (Suhesti *et al.*, 2007). Kulit batang mahoni telah terbukti mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin (Qodri *et al.*, 2014), katekin, epikatekin, dan swietemakrofilanin (Falah *et al.*, 2008).

Mekanisme fitokimia (metabolit sekunder) yang terdapat di dalam suatu organ tumbuhan dapat membunuh larva. Kulit batang mahoni mengandung metabolit sekunder tanin. Sesuai dengan pendapat Yunita *et al.* (2009), tannin mempunyai kemampuan untuk mempresipitasi protein. Pada larva, tannin dapat menghambat protein yang diperlukan larva untuk pertumbuhan sehingga menyebabkan larva mati. Menurut Widawati & Prasetyowati (2013), metabolit

sekunder saponin dapat menyebabkan korosi dinding traktus digestivus larva dikarenakan kemampuan saponin dapat merusak membran, mengganggu lapisan lipoid pada epikutikula dan lapisan protein pada endokutikula sehingga memudahkan zat toksik masuk kedalam tubuh larva.

2.1.2 Nyamuk *Aedes aegypti*

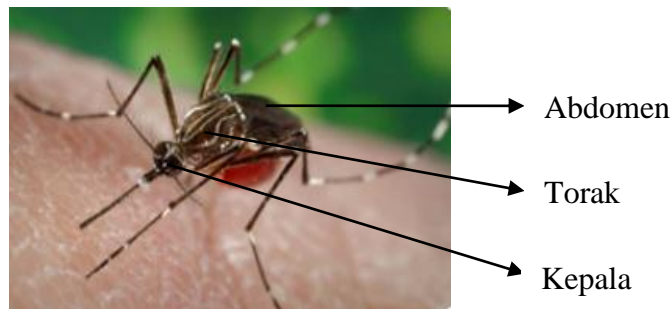
a. Klasifikasi dan morfologi *Aedes aegypti*

Nyamuk merupakan salah satu serangga yang sangat penting dalam masalah kesehatan. Pada manusia, nyamuk *Anopheles* berperan sebagai vektor penyakit malaria, sedangkan *Culex* sebagai vektor Japanese encephalitis, *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit demam berdarah dengue, serta beberapa genus nyamuk yaitu *Culex*, *Aedes*, dan *Anopheles* dapat juga menjadi vektor penyakit filariasis. Nyamuk juga menularkan beberapa penyakit pada hewan (Harfriani, 2012).

Nyamuk *Aedes sp.* diperkirakan mencapai 950 spesies yang tersebar di seluruh dunia (Adifian *et al.*, 2013). Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* menurut Chooi dan Phon (2007) sebagai berikut.

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Diptera
Familia	: Culicidae
Sufamilia	: Culicinae
Genus	: <i>Aedes</i>
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i>

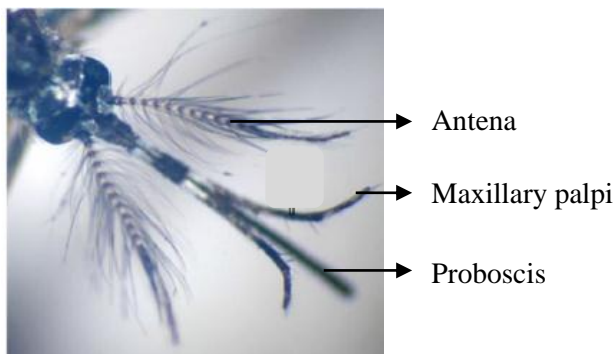
Menurut Rosmayanti (2014) nyamuk *Aedes aegypti* berukuran kecil dan halus (4-13 mm). Tubuh nyamuk dewasa ini ramping dan seluruh badannya berwarna hitam dengan bercak-bercak putih. Bagian-bagian tubuhnya terdiri dari caput atau kepala, torak dan abdomen (Gambar 4).



Gambar 4 Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa

Sumber : Centers for Disease Control (www.cdc.gov/dengue)

Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki kepala berbentuk globular dengan perisai (*clypeus*) pada nyamuk betina berwarna putih keabu-abuan dan nyamuk jantan cenderung polos. Selain itu pada bagian caput juga terdapat *proboscis* yang berbentuk silinder, berwarna hitam, panjang, lurus, dan ramping. *Proboscis* ini pada nyamuk jantan lebih panjang yaitu 0.76 ± 0.04 mm, sedangkan pada betina 0.66 ± 0.03 mm. *Maxillary palpi* (rahang atas) pada mulut nyamuk berwarna putih keabu-abuan, pada nyamuk jantan mempunyai 5 segmen berskala putih dan betina mempunyai *palpi* yang pendek berskala putih. Kepala *Aedes aegypti* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Bagian Kepala nyamuk *Aedes aegypti* jantan
 Sumber: Bar & Andrew (2013)

Bar & Andrew (2013) menyebutkan bahwa bagian torak nyamuk berwarna hitam atau coklat tua. Sayap pada nyamuk jantan maupun betina datar, sempit, dan berselaput. Selaput sayap tidak memiliki sisik berwarna putih. Ukuran panjang dan lebar sayap lebih besar pada nyamuk betina dibandingkan nyamuk jantan. Bagian abdomen (perut) nyamuk *Aedes aegypti* ada 8 segmen yang tertutupi sisik berwarna gelap dan putih. Ukuran abdomen nyamuk jantan lebih besar dibanding nyamuk betina.

b. Habitat dan Perilaku

Nyamuk *Aedes aegypti* hidup dan berkeliaran di rumah-rumah, hinggap di benda-benda yang menggantung seperti pakaian, dan di tempat yang gelap. Tempat perindukan utama adalah air bersih yang tenang dan di tempat gelap di daerah padat penduduk yang rumahnya saling berdekatan antara satu sama lain (Yudhastuti, 2005). Tempat perindukan tersebut berupa tempat perindukan buatan manusia seperti tempayan/ gentong tempat penyimpanan air minum, bak mandi, pot bunga, kaleng, botol, drum, ban mobil yang terdapat di halaman rumah atau kebun yang berisi air hujan, juga berupa tempat perindukan alamiah seperti

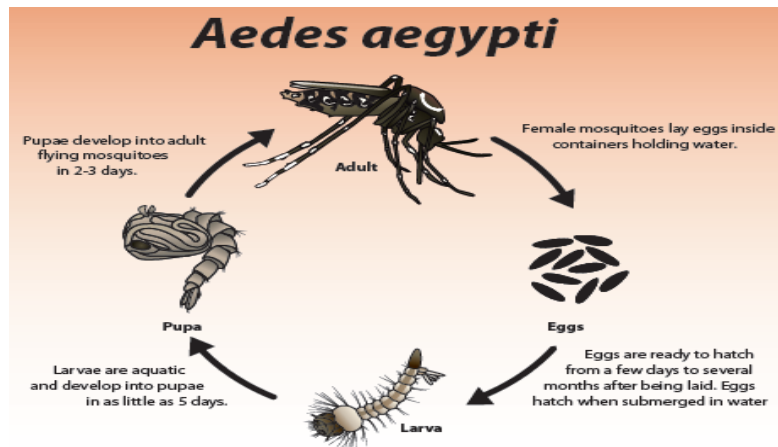
kelopak tanaman (keladi, pisang), tempurung kelapa, tonggak bambu dan lubang pohon yang berisi air hujan (Gandahusada, 2000). Suhu perkembangbiakan nyamuk berkisar antara 25-35 °C. Larva akan mati pada suhu kurang dari 10 °C atau lebih dari 40 °C. Nyamuk dapat berkembang pada pH 4-9 dan dengan kelembaban udara berkisar 81,5-89,5% (Yudhastuti, 2005).

Nyamuk *Aedes aegypti* bersifat aktif pada pagi hingga siang hari (diurnal), jarak terbang nyamuk diperkirakan 50-100 meter (Depkes RI, 2002). Nyamuk *Aedes aegypti* aktif menghisap darah lebih aktif pada malam hari (nokturnal) yang berkisar jam 18:00-05:50 (Hadi *et al.*, 2012) dan lebih suka menghisap darah manusia daripada darah hewan (Dantje, 2009).

Nyamuk betina menggigit dan menghisap darah lebih banyak pada pagi atau sore hari. Nyamuk aktif terbang pada pagi hari pukul 08.00-10.00 dan sore hari pukul 15.00-17.00. Nyamuk dewasa betina menghisap darah vertebrata baik yang berdarah dingin maupun panas. Darah yang dihisap oleh nyamuk selain sebagai makanan juga sebagai sumber protein untuk mematangkan telurnya. Nyamuk dewasa jantan memperoleh makanan bukan dari menghisap darah melainkan mendapat energi dari nektar bunga maupun tumbuhan. Jangka waktu nyamuk disebut siklus gonotropik, yaitu waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan perkembangan telur mulai dari nyamuk menghisap darah sampai telur menetas bervariasi antara 3-4 hari (Wibowo, 2010). Nyamuk ini mempunyai kebiasaan menggigit yang berulang (*multiple bitters*) yaitu menggigit beberapa orang secara bergantian dalam waktu singkat (Supartha, 2008).

c. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Menurut Adifian *et al.* (2013), nyamuk mengalami metamorfosis sempurna (lengkap). Siklus hidupnya terdiri dari telur, larva (jentik), pupa (kepompong), dan nyamuk dewasa (Gambar 6).



Gambar 6 Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti*
Sumber: Centers for Disease Control

Metamorfosis nyamuk *Aedes aegypti* mulai dari telur sampai menjadi larva membutuhkan waktu kurang lebih 2 hari, dari larva menjadi pupa membutuhkan waktu 6-8 hari, sampai menjadi nyamuk dewasa membutuhkan waktu selama 2 hari. Selama masa bertelur, nyamuk betina mampu meletakkan 100- 400 butir telur. Telur-telur tersebut diletakkan satu persatu di bagian yang berdekatan dengan permukaan air (Adifian *et al.*, 2013).

Menurut Dantje (2009) bahwa perkembangan telur sampai menjadi nyamuk dewasa berlangsung selama 10 hari. Pertumbuhan nyamuk dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti temperatur, kelembaban, nutrisi (Clemons *et al.*, 2010). Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti* dapat dijelaskan sebagai berikut.

1) Stadium telur

Supartha (2008) menjelaskan bahwa telur nyamuk berbentuk memanjang dan oval (*elips*), permukaan polygonal, tidak memiliki alat pelampung. Pada bagian tepi luar telur ada sedikit bentuk retikularis. Telur berwarna hitam legam dan mengkilat (Gambar 7). Pada awalnya telur berwarna putih dan lembut ketika pertama dikeluarkan oleh induknya. Tetapi, kemudian telur berubah menjadi hitam dan sedikit keras. Telur diletakkan secara terpisah di permukaan air untuk memudahkan menyebar dan berkembang menjadi larva di dalam media air. Sebelum telur matang, telur ini mengalami penambahan ukuran.



Gambar 7 Telur *Aedes aegypti* a) terlihat berwarna hitam b) berbentuk oval dilihat menggunakan lup

Sumber: Centers for Disease Control

Telur ini berukuran sekitar kurang lebih 0,8 mm. Telur akan menetas dalam kurun waktu 2 hari (Adifian *et al.*, 2013). Proses perkembangan embrionik selesai pada 48 jam dalam suhu hangat dan lembab (Dantje, 2009). Menurut Gandahusada, sebagaimana dikutip oleh Wibowo (2010), bahwa telur *Aedes aegypti* mempunyai dinding yang bergaris-garis dan membentuk bangunan menyerupai gambaran kain kasa. Telur tersebut tahan kekeringan

dan dapat bertahan hingga 1 bulan dalam keadaan kering. Jika terendam air, telur kering dapat menetas menjadi larva.

2) Stadium larva

Morfologi larva *Aedes aegypti* yaitu bagian kepala, leher, torak, dan abdomen. Tahap instar pertama, kepala larva berbentuk segitiga dan sempit. Pada tahap selanjutnya, kepala kapsul larva menjadi lebih besar dan berbentuk bulat (Bar & Andrew, 2013). Larva tubuhnya memanjang tanpa kaki dengan bulu-bulu sederhana yang tersusun bilateral simetris (Wibowo, 2008). Telur menetas menjadi larva instar I dalam waktu 2 hari, kemudian larva akan mengalami 3 kali pergantian kulit (*ecdysis*) berturut-turut menjadi larva instar II, III, dan larva instar IV (Abdullah & Sina, 2003). Variasi waktu bergantung pada suhu dan diet larva. Setiap mengakhiri instar dengan cara *moult* atau *ecdysis*. Salah satu tanda dari *ecdysis* adalah munculnya pita-pita hitam di dadanya yang terbungkus sirkular dan muncul rambut secara lateral di sepanjang kutikula. Ukuran larva sekitar 0,5- 1 cm² (Adifian *et al.*, 2013; Soegijanto, 2004).

Menurut Sivanathan (2006), setiap instar memiliki ciri masing-masing sebagai berikut.

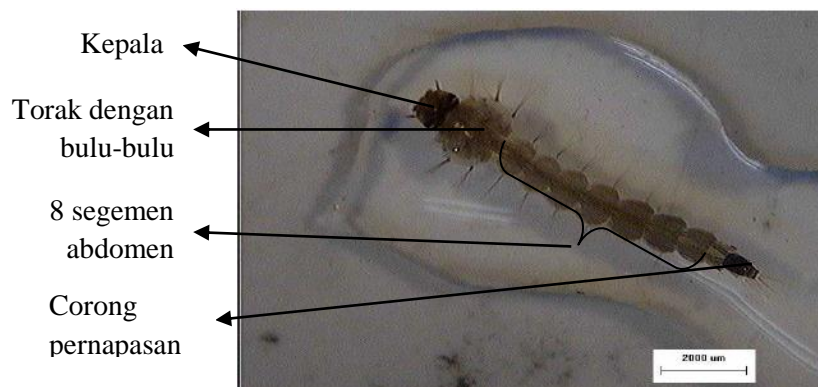
- a) Instar I, ukuran larva memiliki panjang berkisar 1 mm, duri-duri (spine) pada dadanya belum begitu jelas dan corong pernapasan (siphon) belum menghitam. Larva akan terus bertumbuh menjadi 2 kali lipat panjang tubuh awal yaitu berkisar 2 mm. Dibutuhkan waktu 1-2 hari untuk menjadi larva instar I.

- b) Pada instar II, panjang larva mencapai 2-3 mm, ukuran kepala dan bagian terminal larva lebih besar daripada larva instar I. Tubuh dan kepala semakin gelap, terlihat membengkak, dan lebih panjang serta silindris. Trakea mulai membesar, *spine* belum jelas dan *siphon* sudah berwarna hitam. Dibutuhkan waktu 2-3 hari untuk mencapai instar II.
- c) Pada larva instar III, panjang mencapai 4-5 mm. Larva tampak lebih besar dan panjang dari sebelumnya. Duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman. Ukuran kepala lebih bervariasi daripada stadium lainnya sehingga memiliki garis *ecdysis*. Pada kapsul kepala terbuka sebelum *ecdysis*. Struktur yang paling menonjol yaitu *tail comb-spine* (tulang ekor belakang). Dibutuhkan waktu 2-3 hari untuk mencapai instar III.
- d) Pada instar IV, terjadi pengembangan tunas imaginal dada dan akumulasi lemak di tubuh larva sehingga tampak lebih besar dan gemuk. Pada fase ini terdapat struktur yang khas yakni adanya *rudiment of the pupal respiratory trumpets*. Stadium ini sudah bisa lengkap berdasarkan anatominya yaitu bagian caput, torak, dan abdomen. Pada larva ini dibutuhkan waktu 2-3 hari.

Larva bergerak terutama dengan dua cara yaitu dengan tersentak oleh tubuhnya dan dengan *mouth brushes* (Sivanathan, 2006). Larva ini selalu bergerak aktif di air. Gerakannya berulang-ulang dari bawah keatas permukaan air untuk bernapas, kemudian turun kembali dan seterusnya. Pada waktu istirahat, posisinya hampir tegak lurus dengan permukaan air. Biasanya

berada disekitar dinding tempat penampungan air. Setelah 6-8 hari larva atau jentik akan menjadi pupa (Adifian *et al.*, 2013).

Bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena tanpa duri-duri. Pada bagian dada tampak paling besar dan terdapat bulu-bulu yang simetris. Bagian perut tersusun atas 8 ruas, ruas perut yang ke delapan terdapat alat untuk bernapas yang disebut corong pernapasan. Corong pernapasan tidak terdapat duri-duri, berwarna hitam, dan ada seberkas bulu-bulu. Larva *Aedes aegypti* bertubuh langsing, bergerak lincah, dan waktu istirahatnya membentuk sudut hampir tegak lurus dengan bidang permukaan air (Wibowo, 2008) (Gambar 8).



Gambar 8 Larva *Aedes aegypti*
Sumber: Sivanathan (2006)

Larva mengalami perkembangan panjang pada setiap stadiumnya dari stadium I, II, III, dan IV berturut-turut mempunyai rata-rata yaitu 1.75, 2.94, 4.34, dan 7.20 mm (Bar & Andrew, 2011).

3) Stadium pupa

Stadium pupa merupakan fase yang sangat aktif dan sensitif terhadap gerakan dan cahaya (Hadi *et al.*, 2009). Menurut Sivanathan (2006) saat fase

ecdysis mendekati akhir, larva akan menjadi pupa. Pupa merupakan stadium akhir. Bentuk pupa bengkok dan mempunyai kepala yang besar. Fase ini membutuhkan waktu sekitar 2-5 hari (Gambar 9).



Gambar 9 Pupa *Aedes aegypti*
Sumber: Sivanathan (2006)

Saat pertama kali muncul, pupa berwarna putih tetapi dalam waktu yang singkat terjadi perubahan pigmen, setelah 1-2 hari pupa akan menjadi nyamuk baru (Adifian *et al.*, 2013). Kepala-dada (*cephalotorax*) yang lebih besar dibandingkan perutnya membuat pupa tampak seperti tanda baca koma. Bagian punggung terdapat alat bernapas seperti terompet (Wibowo, 2008).

2.1.3 Pengendalian vektor DBD (Demam Berdarah Dengue)

Pengendalian vektor DBD didasarkan belum ditemukannya obat atau vaksin DBD. Program pengendalian vektor DBD untuk menekan penyebaran sumber larva nyamuk *Aedes aegypti*. Metode yang aman digunakan untuk pengendalian larva nyamuk yaitu dengan pengendalian biologis. Pengendalian secara biologi ini menempatkan agen biologis seperti ikan yang memakan jentik atau larva nyamuk, menanam tanaman yang tidak disukai nyamuk (Kardinan, 2003).

Pengendalian dapat ditinjau dari kegiatan lingkungan. Menurut Harfriani (2012) pengendalian vektor nyamuk DBD dapat dilakukan upaya Pemantauan

Jentik Rutin (PJR), Pemantauan Jentik Berkala (PJB), Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN). Menurut Soegijanto (2004) menyatakan bahwa upaya yang dilakukan untuk menekan vektor DBD yaitu dengan cara 3 M yaitu menguras tempat penampungan air, menutup rapat-rapat TPA, mengubur atau menyingkirkan kaleng-kaleng bekas, plastik, dan barang-barang lainnya yang dapat menampung air hujan.

2.1.4 Mekanisme metabolit sekunder dalam membunuh larva *Aedes aegypti*

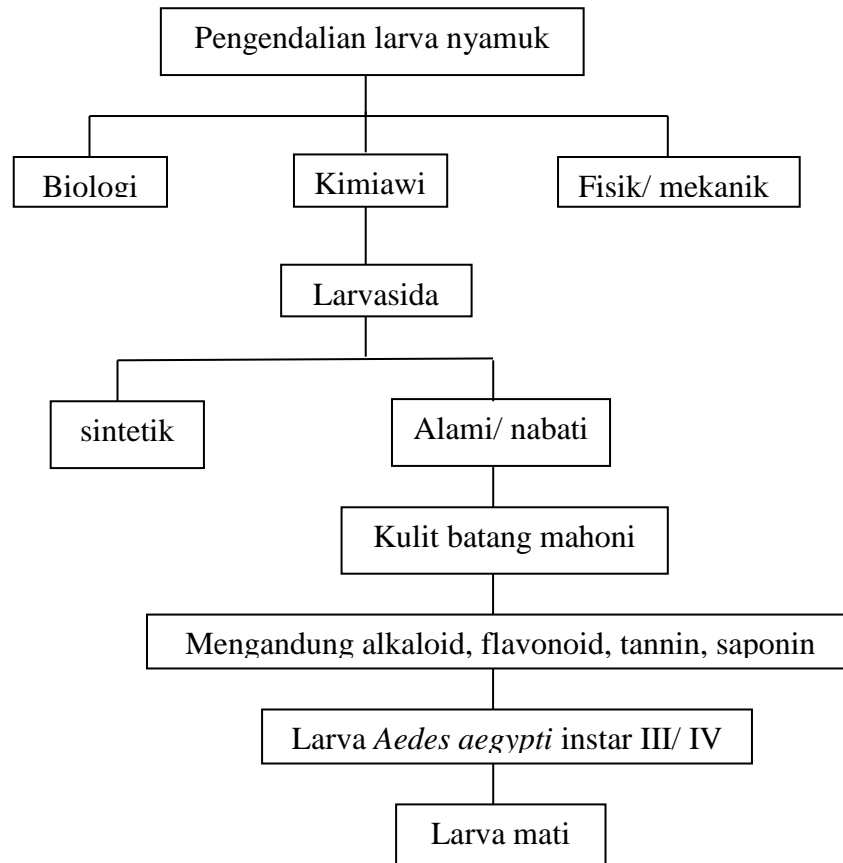
Bahan kimia yang berasal dari tanaman telah diproyeksikan sebagai senjata dalam program pengendalian nyamuk di masa mendatang yang ramah lingkungan, tanaman yang memiliki senyawa metabolit sekunder dapat mematikan larva nyamuk (Rahuman *et al.*, 2009; Tripathi *et al.*, 2003). Saponin dapat berikatan dengan protein dan lipid penyusunan membran sel yang mengakibatkan struktur protein dan lipid mengalami perubahan. Protein dan lipid merupakan komponen penyusun membran sel, apabila salah satu penyusun membran sel rusak maka tegangan permukaan menurun. Hal ini menyebabkan terjadinya osmosis komponen intraseluler sehingga sel mengalami lisis (Widodo, 2005). Saponin menyebabkan korosi dinding traktus digestivus larva dikarenakan kemampuan saponin merusak membran, selain itu saponin juga dapat mengganggu lapisan lipoid pada epikutikula dan lapisan protein pada endokutikula sehingga memudahkan zat toksik masuk ke dalam tubuh larva (Widawati & Heni, 2013).

Flavonoid bekerja sebagai inhibitor kuat pernapasan atau sebagai racun pernapasan. Cara kerja flavonoid masuk ke dalam tubuh larva melalui sistem pernapasan yang kemudian akan menimbulkan kelayuan pada syaraf serta

kerusakan pada sistem pernapasan dan mengakibatkan larva tidak bisa bernapas lalu mengalami kematian (Wardani *et al.*, 2010). Alkaloid berupa garam sehingga dapat mendegradasi membran sel untuk masuk ke dalam dan merusak sel, serta dapat mengganggu sistem saraf larva dengan menghambat enzim asetil kolinesterase. Terjadinya perubahan warna pada tubuh larva menjadi lebih transparan dan gerakan tubuh larva yang melambat apabila di rangsang sentuhan serta selalu membengkokkan badan disebabkan oleh senyawa alkaloid (Cania & Setyaningrum, 2013).

Tanin merupakan “phenolic compounds” yang dapat mempresipitasi protein. Tanin disusun oleh ikatan polimer-polimer dan oligomer-oligomer. Tanin terdapat pada daun, tunas, akar, batang, dan benih tanaman (Antonello, 2009). Kadar senyawa tanin yang ada pada tumbuhan dapat mempengaruhi kemampuan larva dalam mencernakan makanan. Senyawa tanin merupakan penghambat kerja enzim pencernaan makanan, sehingga kemampuan serangga dalam mencernakan makanan menjadi menurun (Howe & Westley, 1988). Senyawa tanin yang terkandung di tumbuhan dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan seperti amilase dan protease sehingga menyebabkan protein dapat terganggu dan mengakibatkan kematian pada larva karena adanya gangguan penyerapan nutrisi dan menurunnya laju pertumbuhan pada larva (Harborne, 1987).

2.2 Kerangka Berpikir



Gambar 10 Kerangka berpikir penelitian keefektifan ekstrak kulit batang mahoni terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*

2.3 Hipotesis

- a. Pada konsentrasi tertentu ekstrak kulit batang mahoni efektif terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* (LC_{90-48} jam).
- b. Terdapat perbedaan rata-rata mortalitas larva *Aedes aegypti* antar konsentrasi ekstrak kulit batang mahoni

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- a. Konsentrasi ekstrak kulit batang mahoni yang efektif terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* pada nilai LC_{90-48} jam adalah $1072,685 \text{ ppm} \pm 142,977$
- b. Tidak adanya perbedaan signifikan antar konsentrasi terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* pada konsentrasi rendah diantaranya yaitu konsentrasi 650 ppm, 750 ppm, 850 ppm, 950 ppm, dan 1050 ppm. Tidak adanya perbedaan signifikan, digunakan sebagai penetapan konsentrasi yang efisien harga dan ramah lingkungan dengan berdasarkan LC_{90} yang memenuhi konsentrasi efektif dan terendah yaitu konsentrasi 1050 ppm.

5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji kuantitatif fitokimia pada ekstrak kulit batang mahoni.
- b. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan hewan uji coba spesies larva nyamuk yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F. & I. Sina. 2003. The Potential of Soursop Seed Extract *Annona muricata* Linn as A Biopesticide Against Aphids *Aphis Gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on Chilly. *Malaysian Journal of Science*, 22 (1). Malaysia
- Adifian, H. Ishak, & R.L. Ane 2013. *Kemampuan Adaptasi Nyamuk Aedes aegypti Dan Aedes Albipictus Dalam Berkembang Biak Berdasarkan Jenis Air*. Artikel Karya Ilmiah. Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat. Makasar: Universitas Hasanudin
- Antonello, C. 2009. *Tannins: Fascinating but Sometimes Dangerous Molecules*. Cornell University Departement of Animal Science. <http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin.html>. Diakses 27 Januari 2018
- Badan POM RI. 2012. *Pedoman Teknologi Formulasi Sediaan Berbasis Ekstrak*.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Statistik Produksi Kehutanan*. Jakarta: BPS
- Bar, A. & J. Andrew. 2013. Morphology and Morphometry of *Aedes aegypti* Larvae. *Annual review and Research in Biology*, 3 (1): 1- 21
- Cania, E., & E. Setyaningrum. 2013. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Legundi (*Vitex trifolia*) terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Medical Journal of Lampung University*, 2 (4): 56-60
- Center for Disease Control. www.cdc.gov/dengue. Diakses 17 Mei 2017
- Chooi, K. & Phon. 2007. *Bionomics of Aedes aegypti and Aedes albopictus in Relatio to Dengue Incidence on Penang Island and The Application of Sequential Sampling in The Control of Dengue Vectors*. Tesis. Malaysia: University Sains Malaysia
- Clemons, A., A. Mari, M. Haugen, D. Severson, & M. Duman. 2010. *Aedes aegypti Culturing & Egg Collection*. PMC
- Dantje, T.S. 2009. *Entomologi Kedokteran*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Darminto, B. 2010. *Khasiat Antihiperurisemia Ekstrak Kulit Batang Mahoni (Swietenia macrophylla King) pada Tikus Putih Galur Sprague Dawley*. Bogor: Institusi Pertanian Bogor

- Departemen Kesehatan RI. 2002. *Pedoman Survey Entomologi DBD*. Dirjen P2M dan PL. <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/> Diakses 27 Maret 2017
- Dinkes Jateng. 2015. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah*: Semarang
- EPA. 1989. *Proposal Guidelines for Registering Biorational Pesticides*. Environmental Protection Agency. Federal Register Vol. 40. Pesticide Program Part 163. AGROLOGIA.
- Falah, S., T. Suzuki, & T. Katayama. 2008. Chemical Constituent from *Swietenia macrophylla* Bark and Their Antioxidant Activity. *Pakistan Journal of Biological Sciences*: 11
- Fatmawati, T., S. Ngabekti, & B. Priyono. 2014. Distribusi dan Kelimpahan Populasi *Aedes spp.* di Kelurahan Sukorejo Gunungpati Semarang Berdasarkan Peletakan Ovitrap. *Unnes J Life Sci*, 3 (2): 130-138
- Gandahusada, S. 2000. *Parasitologi Kedokteran*. Edisi II : 235. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Gutierrez, P.M., A.N. Antepuesto, B.A.L. Eugenio, & M.F.L. Santos. 2014. Larvicidal Activity of Selected Plant Extracts against the Dengue vector *Aedes aegypti* Mosquito. *International Research Journal of Biological Sciences*, 3 (4): 23-32. Philippines: Departement of Biology, College of Arts and Sciences Cebu Normal University
- Hadi, M., U. Tatwotjo, & R. Rahadian 2009. *Biologi Insekta Entomologi*. Yogyakarta: PT. Graha Ilmu
- Hadi, U.K., S. Soviana, & D.D. Gunandhi. 2012. Aktivitas Nokturnal Vektor Demam Berdarah Dengue di Beberapa Daerah di Indonesia. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 9 (1): 1-16. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia : Penuntun dan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Alih bahasa: Kosasih Padmawinata, dan Soediro. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Harfriani, H. 2012. Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Sirsak Dalam Membunuh Jentik Nyamuk. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7 (2): 164-169
- Hendromono, Y., Heryati, & N. Mindawati. 2006. *Teknik Silvikultivar Hutan Tanaman Industri*: 68. Dalam Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.

- Howe, F.H., & L.C. Westley. 1988. *Ecological of Plant and Animal*. New York: Oxford University Press
- Ishaaya, I. 1986. *Nutritional and Allelochemic Insect Plant Interaction Reting to Digestion and Food Intake*. Miller. London: Sringer-Verlag
- Jamal, S.A.H. 2016. Efektivitas Larvasida Ekstrak Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* var. Raja) terhadap Larva *Aedes sp.* Instar III. *Higiene*, 2 (2): 67-73
- Joker, D. 2001. *Informasi Singkat Benih Swietenia sp.* Direktorat. Penelitian Tanaman Hutan. Bandung
- Kementerian Kesehatan RI. 2016. *Infodatin : Situasi DBD*. Jakarta: 4-10
- Keputusan Menteri Pertanian No.434.1/Kpts.270/7/2001,Peraturan Pemerintah No.7 Tahun 1973. *Pengawasan Atas Peredaran, Penyimpanan, dan Penggunaan Pestisida*. <http://www.deptan.go.id/pesantren/> / Diakses 18 Desember 2017
- Komansilan, A. 2012.Isolation and Identification of Biolarvacide from Soursop (*Annona muricata* Linn) Seeds to Mosquito (*Aedes aegypti*) Larvae.*International Journal of Engineering and Technology* ,2 (1)
- Komisi Pestisida. 1995. *Metode Standar Pengujian Efikasi Pestisida*, 4 : 9-95. Departemen Pertanian RI: Jakarta
- Koneri, R. & H.H. Pontororing. 2016. Uji Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla*) terhadap Larva *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah. *Jurnal MKMI*, 2 (4): 216-223
- Kumoro A.C.2015. *Teknologi Ekstraksi Senyawa Bahan Aktif dari Tanaman Obat*. Plantaxia
- Latupeirissa, Y. 2005. *Uji Daya Bunuh Ekstrak Etanol Biji Sirsak (A. muricata.L) Terhadap Mortalitas Larva Aedes aegypti*. Skripsi.Ambon: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pattimura
- Maiti, A., S. Dewanjee., G. Jana, & S.C. Mandal. 2008. Hypoglucemic effect of *Swietenia macrophylla* seeds against type II diabetes. *Int J Green Pharmacy*, 2: 224-227
- Massebo, F., M. Tadesse, T. Bekele, M. Balkew, & G.T. Michael. 2009. Evaluation on Larvacidal Effects of Essential Oils of Some Local Plants

Against *Anopheles arabiensis* Patton and *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera Culicidae) in Ethiopia. *Afr J Biotechnol*, 8 (17): 4183- 4188

- Mulyono, H.A.M. 2011. *Membuat Reagen Kimia di Laboratorium*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Nursal & E.S. Siregar. 2005. *Kandungan Senyawa Kimia Ekstrak Daun Lengkuan (Lactuca indica L.), Toksisitas, dan Pengaruh Sub Letalnya terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Aedes aegypti*. Medan: FMIPA Universitas Sumatera Utara
- Nyffeler, M., D.A. Dean, & W.L. Sterling. 1987. Feeding Ecology of the Orbweaving Spider *Niphella Aurantia* (Aranaeae, Araneidae) in a Cotton Agroecosystem. *Entomophaga*, 32: 367-376
- Pangaribuan, M., T.A. Pribadi, & D.R. Indriyanti. 2017. Uji Ekstrak Daun Sirsak Terhadap Mortalitas Ektoparasit Benih Udang Windu *Penaeus monodon*. *Unnes J Life Sci*, 1 (1): 22- 28
- Panghiyangani. 2012. Potential of Turmeric Rhizome Essential Oils Against *Aedes aegypti* Larvae. *Universa Medicina*, 31 (1)
- Polson, K.A., C. Curtis., C.M. Seng., J.G. Olson., N. Chantha, & S.C. Rawlins. 2011. Susceptibility of Two Cambodian Populations of *Aedes aegypti* Mosquito Larvae to Temephos During 2001. *Dengue Bulletin*, 25: 79-83.
- Ponlawat, A., J.G. Scott. L.C., & Harrington. 2005. Insecticide Susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Across Thailand. *Journal of Medical Entomology*, 4 (2): 821-825
- Qodri, U.K., Masruri, & E.P. Utomo. 2014. Skrining Fitokimia Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol dari Kulit Batang Mahoni (*Swietenia mahagony* Jacq.). *Kimia Student Journal*, 2 (2): 480-484. Malang: Universitas Brawijaya
- Rahmayanti, S.K. Putri, & F. Fajarna. 2016. Uji Potensi Kulit Bawang Bombay (*Allium cepa*) sebagai larvasida terhadap kematian larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *JESBIO*, 5 (1). Banda Aceh
- Rahuman, A.A., A. Bagavan., C. Kamaraj., E. Saravanan., A.A.Zahir, & G.Elango. 2009. Efficacy of Larvicidal Botanical Extracts Against *Culex Quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 104 (6): 1365- 1372.

- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Edisi VI : 191-216. *Alih bahasa*:Kosasih Padmawinata. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Rosmayanti, K. 2014. *Uji Efektivitas Ekstrak Biji Sirsak (Annona muricata L) sebagai Larvasida pada Larva Aedes aegypti Instar III/IV*.Skripsi. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah Semarang
- Salunke, B.K., H.M. Kotkar, P.S. Mendki, S.M. Upasani, & V.L. Maheshwari. 2005. *Efficacy of Flavonoids in Controlling Callosbruchus chinensis (Coleoptera: Bruchidae) A post-Harvest Pest of Grain Legumes*. Crop Prot, 24: 888-893
- Sashi, B.M., & K.N Ashooke. 1991. Tripenoid Saponins Discovered between 1987 and 1989. *Phytochemistry*, 30 (5): 57-85
- Septian, R.E., & Isnawati, E. Ratnasari. 2013. Pengaruh Kombinasi Ekstrak Biji Mahoni dan Batang Brotowali terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Grayak pada Tanaman Cabai Rawit. *LenteraBio*, 2 (1): 107-112
- Sivanathan, M.M. 2006. *The Ecology and Biology of Aedes aegypti (L) and Aedes albopictus (Skuse) Diptera : Culicidae and The Resistance Status of Aedes albopictus (Field Strain) Against Organophosphates in Penang Malaysia*. Thesis. Malaysia
- Soegijanto, S. 2004. *Demam Berdarah Dengue*. Artikel Karya Ilmiah. Surabaya: Universitas Airlangga Press
- Suhesti, T.S.D.W., Kurniawan,& Nuryanti. 2007.Penjaringan Senyawa Antikanker pada Kulit Batang Kayu Mahoni (*Swieteniamahagoni* Jacq.) dan Uji Aktivitasnyaterhadap Larva Udang *Artemia Salina* Leach. *Jurnal Ilmiah kesehatan Keperawatan*, Vol 3. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman.
- Supartha, W.I. 2008. *Pengendalian Terpadu Vektor Virus DBD, Aedes aegypti (Linn.) dan Aedes albopictus (Skuse) (Diptera : Culicidae)*. Artikel Ilmiah. Denpasar: Universitas Udayana
- Tripathi, A.K., V. Prajapati., N. Verma., J.R. Bahl., R.P. Bansal, & S.P.S. Khanuja. 2003. Bioactivities of The Leaf Essential Oil of *Curcuma Longa* on Three Species of Stored- Product Beetles (*Coleoptera*). *Journal of Economic Entomology*, 95: 183-189.

- Van, B.T.A., & A. Groot. 1986. *Terpenoid Antifeedant, Part I. An overview of Terpenoid Antifeedant of Natural Origin*. Recl. Trav. Chim. Pays Bass, 105: 513-527
- Wardani, R.S., K. Mifbakhuddin, & K. Yokorinanti. 2010. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Tembelekan (*Lantana camara*) terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 6 (2): 30-38
- WHO. 2005. *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvacides*. World Health Organization Communicable Disease Control, Prevention, and Eradication WHO Pesticide Evaluation Scheme. Geneva: WHO press
- WHO. 2012. *Global Strategy for Dengue Prevention and Control, 2012-2020*. Geneva: WHO Press
- Wibowo, H.A. 2008. *Demam Berdarah Dengue*. Website: <http://www.ajangberkarya.wordpress.com>. Diakses pada 2 Juni 2017
- Wibowo, T.N. 2010. *Efek Mortalitas Ekstrak Biji Jarak (*Ricinus communis L*) Terhadap Larva *Aedes aegypti**. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Widawati, M., & H. Prasetyowati. 2013. Efektifitas Ekstrak Buah *Beta vulgaris L.* (Buah Bit) dengan berbagai Fraksi Pelarut terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *J. Aspirator*: 23-29
- Widawati, M., & P. Heni. 2013. Efektivitas Ekstrak Buah *Beta vulgaris L.* (Buah Bit) dengan Berbagai Fraksi Pelarut terhadap Mortalitas Larva *Aedes aegypti*. *Aspirator*: 23-29
- Widodo, W. 2005. *Tanaman Beracun dalam Kehidupan Tenak*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press
- Yudhastuti, R. 2005. *Hubungan Kondisi Lingkungan, Kontainer, dan Perilaku Masyarakat dengan Keberadaan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti* di Daerah Endemis DBD Surabaya*. Artikel Ilmiah. Surabaya: Universitas Airlangga
- Yuniarti, T. 2008. *Ensiklopedia Tanaman Obat Tradisional*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Penerbit Media Pressindo
- Yunita, A.E., N. H. Suprati, & W.J. Hidayat. 2009. .Pengaruh Ektstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparum*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *BIOMA*. Juni: 11-17