

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor penyakit Demam Berdarah (DB). Nyamuk *Ae. aegypti* dapat ditemukan hampir di seluruh wilayah di Indonesia, terutama di daerah perkotaan.^{47,48}

1. Klasifikasi²

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Unimaria

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

Sub-ordo : Nematocera

Superfamili : Culicoidea

Famili : Culicidae

Sub-famili : Culicinae

Genus : *Aedes*

Spesies : *Aedes aegypti*

2. Morfologi nyamuk *Ae. aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* berukuran lebih kecil dibandingkan nyamuk rumah (*Culex quinquefasciatus*)¹ dan nyamuk jantan memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dibanding betina.⁴⁹ Probosis nyamuk *Ae. aegypti* seluruhnya gelap.⁵⁰ Tubuh dan kaki *Ae. aegypti* berwarna hitam kecoklatan dan terdapat bercak putih.⁵¹ Vertex nyamuk *Ae. aegypti* baik jantan maupun betina terdapat sisik datar berwarna perak.^{50,51} Antena nyamuk *Ae. aegypti* jantan terdapat rambut-rambut tebal.⁴⁹

3. Siklus Hidup

Nyamuk *Ae. aegypti* mengalami metamorfosis sempurna yang terdiri dari empat stadium yaitu telur, larva, pupa dan dewasa (nyamuk). Selama stadium telur sampai pupa berlangsung di air, sedangkan pada stadium dewasa berada di udara.⁴⁹ Waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan *Aedes aegypti* dari telur sampai menjadi dewasa (nyamuk) adalah 10 hari.¹



Gambar 2.1 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*¹

a. Stadium Telur

Telur *Aedes* berwarna putih saat dikeluarkan dan berubah menjadi hitam.⁴⁹ Telur berbentuk bulat memanjang (oval) dan dinding bergaris-garis menyerupai sarang lebah dan berwarna kecoklatan.^{2,49} Telur nyamuk diletakkan terpisah menempel pada dinding tempat perindukan di atas permukaan air. Seekor nyamuk betina dapat mengeluarkan rata-rata 10 butir dalam sekali bertelur. Telur dapat bertahan sampai berbulan-bulan dalam suhu yang optimal yaitu antara 2-24°C, namun akan menetas dalam waktu 1-3 hari dalam suhu 30°C.^{2,52}



Gambar 2.2 Telur Nyamuk⁵³

b. Stadium Larva

Setelah 2-4 hari telur menetas menjadi larva yang hidup di dalam air. Larva berukuran 0,5 – 1 cm, bentuknya memanjang tanpa kaki dengan bulu-bulu yang tersusun bilateral. Larva *Ae. aegypti* bertahan hidup di tempat yang mengandung air dengan pH sedang sekitar 4-8. Sifatnya yang selalu bergerak aktif dalam air akan bergerak secara berulang-ulang dari bawah ke atas permukaan air. Saat mengambil udara atau bernafas, larva Aedes akan bergerak ke atas dan menempatkan sifonnya di atas permukaan air, sehingga abdomennya terlihat menggantung pada permukaan air seolah badan larva berada pada posisi membentuk sudut dengan permukaan air. Larva *Aedes aegypti* aktif mencari makan di dasar air, oleh karena itu larva *Aedes aegypti* bisa disebut sebagai *bothom feeder*. Pada waktu istirahat posisi larva hampir tegak lurus dengan permukaan air dan kepala berada di bawah.⁴⁹

Selama pertumbuhan dan perkembangannya larva *Aedes aegypti* mengalami pelepasan kulit (*moult*) yang dinamakan stadium instar, yaitu terdiri instar I, instar II, instar III, instar IV.^{2,49}

- 1) Instar I : Perkembangan dari telur \pm 1 hari, tubuhnya kecil, warna transparan, panjang 1-2 mm, duri-duri (*spine*) pada dada (*thorax*) dan corong nafas (*siphon*) belum jelas.
- 2) Instar II : Perkembangan dari instar I ke instar II \pm 1-2 hari, ukurannya 2,5-3,9 mm, duri dada tetap belum jelas dan corong nafas sudah berwarna hitam.
- 3) Instar III : Perkembangan dari instar II ke instar III \pm 2 hari, sudah lengkap dan jelas struktur anatominya, tubuhnya bisa jelas dibagi menjadi bagian kepala (*chepal*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*).

4) Instar IV : \pm 2-3 hari, yang kemudian melakukan pengelupasan kulit dan kemudian berubah menjadi pupa.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan larva adalah suhu dan ketersediaan pangan.⁵⁴ Suhu yang baik untuk pertumbuhan larva adalah 22-28⁰ Celcius.⁵⁴ Pada suhu dibawah 10⁰ Celcius dan diatas 40⁰ Celcius larva akan mati. Pertumbuhan larva juga dipengaruhi oleh volume air dalam tempat perindukan, karena semakin banyak air maka semakin banyak pula makanan yang dibutuhkan. Habitat alami larva jarang ditemukan, tetapi larva Aedes dapat hidup di lubang pohon, pangkal daun dan tempurung kelapa yang terdapat air didalamnya. Di daerah yang panas dan kering, tanki penyimpanan air yang berada di atas, tanki penyimpanan air yang ada di tanah dapat juga menjadi habitat utama larva.²



Gambar 2.3 Larva Aedes⁵³

c. Stadium Pupa

Selain telur dan larva, pertumbuhan dan perkembangan pupa juga di air. Pupa adalah fase inaktif yang tidak membutuhkan makan, namun tetap membutuhkan oksigen untuk bernafas. Untuk keperluan pernafasannya pupa berada di dekat permukaan air.⁵⁵ Setelah berumur 1-2 hari pupa akan berubah menjadi nyamuk dewasa jantan atau betina.⁴⁹



Gambar 2.4 Pupa Aedes⁵³

d. Stadium Dewasa (Nyamuk)

Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki ukuran sedang dengan tubuh berwarna hitam kecoklatan. Tubuh dan kakinya ditutupi sisik dengan garis-garis putih keperakan. Dibagian punggung tampak dua garis melengkung vertikal dibagian kiri dan kanan yang menjadi ciri spesies ini.⁴⁹ Umur nyamuk jantan lebih pendek dari pada nyamuk betina, dan terbang tidak jauh dari tempat perindukannya. Nyamuk betina perlu menghisap darah untuk pertumbuhan telurnya.⁵² Suhu optimal nyamuk untuk dapat bertahan hidup adalah 29°C dan akan mati bila berada pada suhu 6°C selama 24 jam. Nyamuk dapat hidup pada suhu 7-9°C. Rata-rata nyamuk betina *Aedes aegypti* akan hidup selama 10 hari.^{2,49}



Gambar 2.5 Nyamuk *Ae. aegypti*⁵³

B. Pengendalian Vektor

1. Pengendalian Vektor Secara Umum

Beberapa metode pengendalian vektor sebagai berikut^{18,56}:

- a. Metode pengendalian fisik dan mekanis adalah upaya-upaya untuk mencegah, mengurangi, menghilangkan habitat perkembangbiakan dan populasi vektor secara fisik dan mekanik, contohnya adalah modifikasi dan manipulasi lingkungan tempat perindukan (3M, pembersihan lumut, penanaman bakau, pengeringan, pengaliran/drainase, pemasangan kelambu, memakai baju lengan panjang,

- penggunaan hewan sebagai umpan nyamuk (*cattle barrier*), pemasangan kawat kasa pada ventilasi.
- b. Metode pengendalian biologi dilakukan dengan menggunakan agen biotik sebagai hewan predator, misalnya untuk predator pemakan jentik seperti ikan, bakteri dan jamur atau juga bisa menggunakan manipulasi gen (penggunaan jantan mandul)
 - c. Metode pengendalian secara kimia, dilakukan menggunakan bahan kimia seperti *surface spray* (IRS), kelambu berinsektisida, larvasida, *space spray* (pengkabutan panas/fogging dan dingin/ULV), insektisida rumah tangga (penggunaan obat nyamuk oles (*reppellent*), anti nyamuk bakar, *liquid vaporizer*, *paper vaporizer*).

2. Pengendalian terhadap Larva

Upaya pengendalian vektor khusus larva dapat dilakukan dengan cara :

- a. Pengendalian biologi, yang dapat dilakukan dengan hewan lain sebagai predator larva. Hewan yang dapat digunakan antara lain:
 - 1) Ikan. Jenis ikan yang dapat digunakan sebagai predator adalah:
 - a) Ikan cupang (*Ctenops vittatus*). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan cupang lebih efektif digunakan sebagai predator dibanding ikan nila dan ikan mas⁵⁷, dan yang berukuran 4 atau 5 cm lah yang efektif sebagai predator larva Aedes.⁵⁸
 - b) Ikan nila merah (*Oreocromis niloticus*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan nila merah lebih efektif digunakan sebagai predator larva *Ae. aegypti* dibanding ikan nila dan ikan tombro.⁵⁹
 - c) Ikan mujaer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan mujaer lebih efektif sebagai predator larva Aedes dibandingkan ikan nila dan ikan kepala timah.⁶⁰
 - 2) Nimfa *Labellula*. Nimfa *Labellula* mampu memangsa larva dan pupa *Ae. aegypti*.⁶¹

- 3) Jamur yang tumbuh dalam tubuh larva nyamuk. Jenis jamur yang efektif membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* adalah *Mucor haemalis*, *Geotrichum candidum* dan *Beauveria bassiana*.⁶¹
- b. Pengendalian fisika, dilakukan dengan cara modifikasi dan manipulasi suatu benda atau lingkungan yang berpotensi untuk menampung air agar tidak digunakan nyamuk untuk bertelur sehingga bisa tumbuh dan berkembang menjadi larva. Modifikasi dan manipulasi lingkungan ini bisa dilakukan dengan cara Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) yaitu dengan menguras tempat-tempat yang dijadikan tempat penampungan air, menutup rapat tempat penampungan air yang susah untuk dikuras, dan mendaur ulang barang bekas yang dapat digunakan sebagai penampungan air.⁵⁶
- c. Pengendalian secara kimiawi
- 1) Abate yang berbahan seperti *temephos*, *permethrin*, *malathion*, *pyriproksifen* dan *metophren*, namun hasil penelitian telah menunjukkan bahwa larva *Ae. aegypti* telah resisten terhadap beberapa bahan kimia tersebut.^{27,28,62}
- 2) Larvasida Nabati
- Selain larvasida secara kimiawi yang berasal dari bahan kimia, terdapat juga larvasida nabati (menggunakan bagian dari suatu tanaman tertentu) yang mengandung senyawa kimia yang dapat membunuh larva *Ae. aegypti*. Bagian tanaman yang diekstrak menjadi larvasida nabati adalah daun, akar, buah atau biji, batang, kulit, rimpang.^{63,64} Beberapa macam tanaman yang dapat digunakan sebagai larvasida alami *Ae. aegypti* adalah *Curcuma aromatica*, *Cybistax antisiphilitica*, *Eucalyptus citriodora*, *Feronia limonia*, *Millettia dura*, *Cassia obtusifolia*, *Atlantia monophylla*, *Solanum villosum*, *Azadirachta indica*, *Ocimum gratissimum*,

Citrus citratus, *Apium graveolens*, *Rhizophora mucronata*, *Piper longum* dan *Annona crassiflora*.⁶⁴

Ekstrak tanaman lain yang juga dapat digunakan sebagai larvasida *Aedes aegypti* dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Ekstrak tanaman yang berpotensi sebagai larvasida *Aedes aegypti*

Ekstrak tanaman	<i>Lethal Concentration</i>	Konsentrasi
serai dapur (<i>Cymbopogon citratus</i>) ⁶³	50	38,30 ppm
	90	51,57 ppm
daun zodia (<i>Evodia suaveolens</i>) ⁶³	50	1,94 ppm
	90	6,28 ppm
bunga melati (<i>Jasminum sambac</i> L.) ⁶³	50	0,999 ppm
daun nilam (<i>Pogostemon cablin</i>) ⁶³	50	46,40 ppm
daun tembakau (<i>Nicotiana tabacum</i>) ⁶³	50	1,94 ppm
	90	6,28 ppm
lengkuas (<i>Alpinia galanga</i>) ⁶³	50	29,8 ppm
	90	82,16 ppm
rimpang serai wangi (<i>Andropogon nardus</i>) ⁶³	50	10,68 ppm
	90	48,98 ppm
kayu jati (<i>Tectona grandis</i> L.F.) ⁶³	50	27,66 ppm
	90	36,19 ppm
batang pohon tanjung (<i>Mimusops elengi</i> L.) ⁶³	50	59,36 ppm
daun kayu putih (<i>Melaleuca cajuputi</i>) ⁶³	50	78,64 ppm
daun sirih (<i>Piper betle</i> Linn) ⁶³	50	309,03 ppm
kulit jeruk manis (<i>Citrus sinensis</i>) ⁶³	50	731 ppm
daun sirsak (<i>Annona mucicata</i>) ⁶³	50	631 ppm
daun legundi (<i>Vitex trifolia</i>) ⁶³	50	837 ppm
biji karika (<i>Carica pubescens</i>) ⁶³	50	148,30 ppm
buah pare (<i>Momordica charantia</i> L.) ⁶³	50	130 ppm
daun ceremai (<i>Phyllanthus acidus</i>) ⁶³	50	505 ppm
	90	922 ppm
daun dewa (<i>Gynura pseudochina</i> L.Dc.) ⁶³	50	6271 ppm
akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>) ⁶³	50	1373,6 ppm
daun jinten (<i>Coleus</i>)	50	2467,23 ppm

<i>amboinicus</i>) ⁶³		
daun mangkokan (<i>Nothopanax scutellarium</i>) ⁶³	50	1338 ppm
daun kemangi (<i>Ocimum sanctum Linn</i>) ⁶³	50	1290,39 ppm
	90	3173,53 ppm
daun nimba (<i>Azadirachta indica</i>) ⁶³	50	8236 ppm
biji kamandrah (<i>Croton tiglium</i>) ⁶³	50	769,52 ppm
	90	2700 ppm
akar tuba (<i>Derris eliptica</i>) ³⁸	100	2%
kulit duku (<i>Lansium domesticum Corr</i>) ⁶⁵	90	7%
daun mulwo (<i>Anona reticulata L.</i>) ³⁵	100	25%
kulit batang pepaya (<i>Carica papaya L.</i>) ³⁶	50	0,8%
umbi gadung (<i>Dioscorea hispida</i> Dennts) ³⁴	90	0,07%-0,09%
biji alpukat (<i>Persea americana Mill.</i>) ³⁷	50	37,89 ppm
daun binahong (<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis) ⁶⁶	50	1%
daun sambang colok (<i>Aerva sanguinolenta</i>) ⁶⁷	50	494,47 ppm
daun singkong (<i>Manihot utilissima Pohl</i>) ⁴⁰	90	2,613%
daun tembelekan (<i>Lantana camara L.</i>) ⁶⁸	50	379,161 ppm
	99	3307,558 ppm

Cara kerja dari insektisida nabati tergantung pada senyawa kimia yang terkandung dalam masing-masing tanaman, antara lain:

- a) Rotenon. Rotenon merupakan salah satu anggota dari isoflavin sehingga rotenon termasuk dalam golongan flavonoid. Rotenon bisa masuk ke dalam tubuh larva melalui kulit dengan cara osmosis yang kemudian masuk ke dalam sel epidermis yang akhirnya akan mengalami kelumpuhan (paralysis) dalam proses pergantian kulit. Rotenon juga bisa masuk melalui saluran pernafasan (*siphon*), kemudian melalui trakhea yang bercabang-cabang rotenon akan masuk dan mengganggu

seluruh jaringan tubuh larva yang akhirnya pertumbuhan larva terganggu dan mati.³⁸

b) Saponin. Zat kimia saponin yang masuk ke dalam tubuh larva akan menyebabkan keracunan pada larva *Aedes* yang ditandai dengan perubahan warna, ukuran dan aktivitasnya. Larva yang teracuni oleh saponin akan berubah warna menjadi transparan dan ukurannya menjadi kecil (mengkerut), serta akan diam di dasar air dengan tidak ada pergerakan. Dengan demikian, sudah dapat dipastikan bahwa larva tersebut mati.^{37,69}

c) Tanin. Tanin berperan untuk mengganggu sistem pencernaan yang akan memberikan rasa pahit sehingga larva tidak mau makan dan akhirnya akan mati. Tanin juga berfungsi untuk mengikat protein yang berperan dalam proses pertumbuhan larva. Dengan demikian, pertumbuhan larva akan terganggu dan akan mati.^{68,69}

d) Alkaloid. Tanaman yang mengandung senyawa alkaloid akan berasa pahit dan jika masuk ke dalam tubuh larva akan memberikan efek racun dan akan mengganggu sistem syaraf larva.⁷⁰

C. Singkong Pahit (*Manihot glaziovii* M.A)

1. Gambaran Umum Singkong Pahit

Singkong pahit juga dikenal sebagai singkong karet. Singkong pahit ini tidak bernilai jual tinggi karena mengandung 4 kali lebih banyak karbohidrat dibanding singkong pada umumnya. Masyarakat juga sudah mengetahui bahwa singkong pahit ini mengandung racun. Para pemilik ternak menggunakan singkong pahit ini sebagai pakan ternak, yang sebelum diberikan pada ternak singkong pahit ini telah diolah dengan cara dipanaskan atau dicuci untuk mengurangi kadar racun.^{42,44,71}

2. Taksonomi Singkong Pahit⁴⁴

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Trachaobionta

Super Divisi : Spermatophyta

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Sub Kelas : Rosidae

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus : Manihot

Spesies : *Manihot glaziovii* M.A

3. Mekanisme Asam Sianida dan Saponin dapat Mematikan Larva *Aedes aegypti*

Tanaman singkong memiliki dua bentuk sianogenik glukosida, yaitu linamarin dan lotaustralin. Kedua bentuk sianogenik ini akan dirombak oleh enzim linamerase menjadi glukosa, aldehid / keton dan HCN (asam sianida). Asam sianida dalam singkong pahit lebih dari 50mg/kg.⁴⁴ Jika asam sianida ini dikonsumsi, maka akan menyebabkan tidak aktifnya enzim sitokrom oksidase dalam mitokondria dan akan terjadi penurunan dalam pemanfaatan oksigen pada jaringan sehingga semua organ akan kekurangan oksigen, terutama otak. Organ-organ vital yang kekurangan oksigen (hipoksi) akan mengakibatkan kematian.⁴³ Berdasarkan hasil uji fitokimia, singkong pahit juga mengandung senyawa kimia saponin.⁴² Jika digunakan sebagai larvasida nabati, saponin dapat menyebabkan perubahan warna, ukuran dan gerakan dari larva, yang akhirnya akan menyebabkan kematian larva.^{37,69}

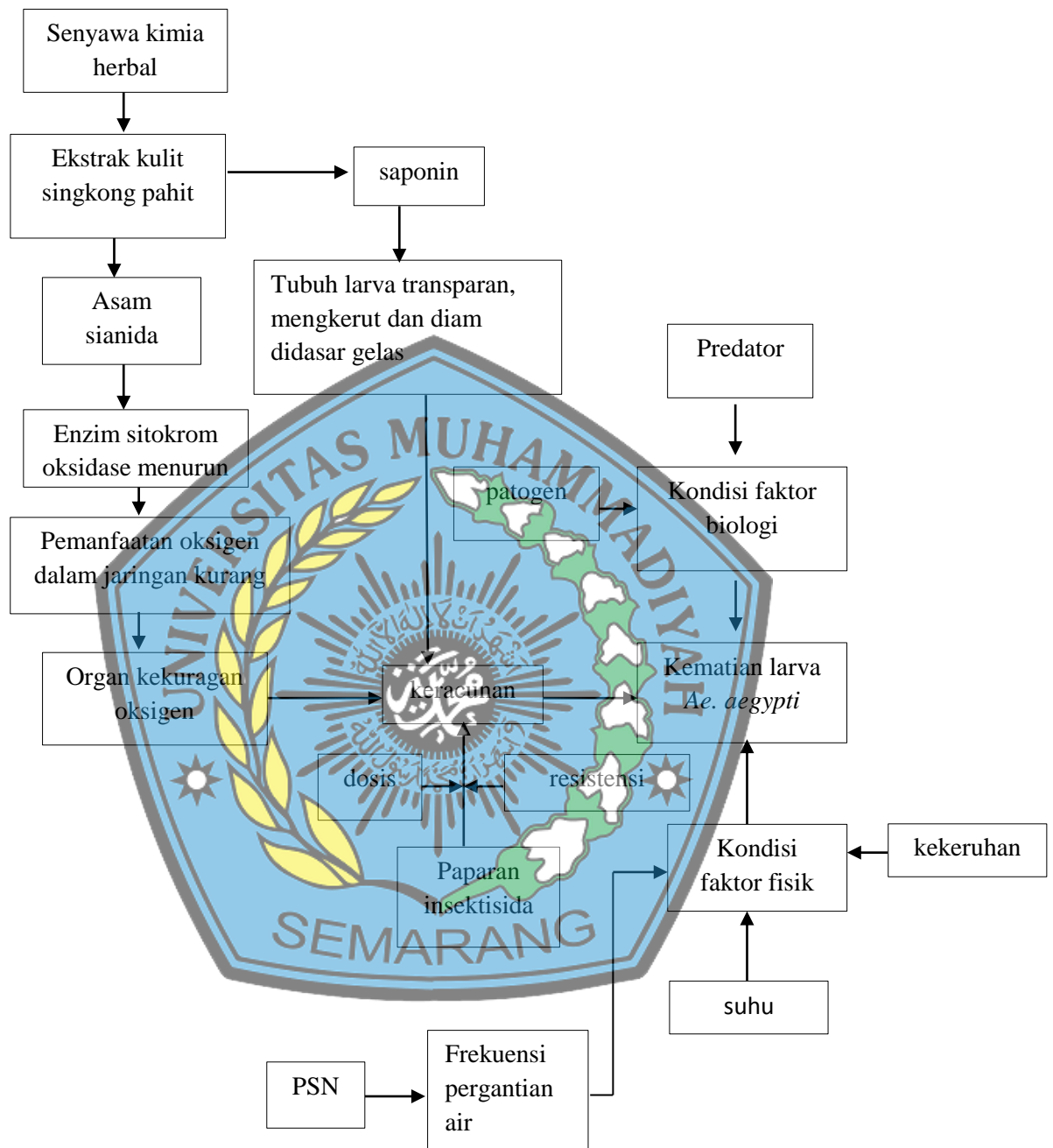
4. Kandidat Larvasida Nabati dengan Kemiripan Kandungan Kimia dengan Singkong Pahit (*Manihot glaziovii* M.A)

Ekstrak etanol daun singkong (*Manihot utilissima*) efektif sebagai larvasida *Ae. aegypti* dengan nilai LC₉₀ pada konsentrasi 2,613%.

Menurut hasil penelitian ini, daun singkong mengandung saponin dan flavonoid.⁴⁰ Pada konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dan 3,5% ekstrak etanol daun singkong dapat mematikan larva *Ae. aegypti* rata-rata untuk masing-masing konsentrasi sebanyak 3,8, 8, 13,8, 18, 21, 24, 25 ekor.⁴⁰ Penelitian lain menyebutkan bahwa ekstrak daun singkong (*Manihot utilissima*) dapat dijadikan sebagai insektisida nyamuk *Ae. aegypti* dengan nilai LC₅₀ pada konsentrasi 39,32%.⁴¹ Daun singkong mengandung sianida, flavonoid, saponin dan tanin.⁴¹ Tanaman ini berasal dari satu genus yang sama dengan singkong pahit yaitu genus *Manihot*.

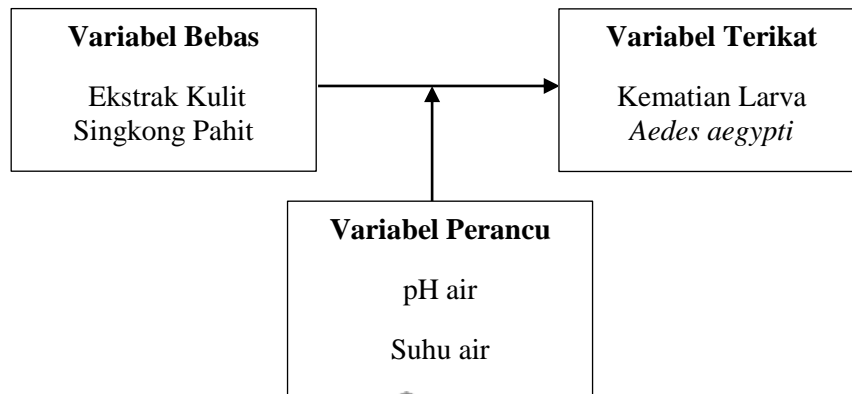
Tanaman dari famili yang sama dengan singkong pahit dalam hal ini famili Euphorbiaceae yang dapat digunakan sebagai larvasida *Ae. aegypti* adalah minyak biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L) dengan nilai LC₅₀ pada konsentrasi 1366,07 ppm, ekstrak batang dan daun *Croton nepetaefolius* dan *C. zehntneri* masing-masing dengan nilai LC₉₀ pada konsentrasi 8,3% dan 7,8%,³⁹ ekstrak petroleum ether *Jatropha curcas*, *Pedilanthus tithymaloides*, *Phyllanthus amarus*, *Euphorbia hirta* dan *E. Tirucalli* dengan nilai LC₅₀ masing-masing pada konsentrasi 8.79, 55.26, 90.92, 272.36, dan 4.25 ppm dapat mematikan larva *Aedes aegypti*.⁴⁶

D. Kerangka Teori



Skema 2.1 Kerangka Teori

E. Kerangka Konsep



Skema 2.2 Kerangka Konsep

F. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis mayor dalam penelitian ini adalah “Ekstrak kulit singkong pahit (*Manihot glaziovii* M.A) berpengaruh terhadap kematian larva *Aedes aegypti*”.
2. Hipotesis minor dalam penelitian ini adalah
 - a. Ekstrak kulit singkong pahit berpotensi sebagai larvasida *Aedes aegypti*.
 - b. Ada perbedaan rata-rata kematian larva *Aedes aegypti* berdasarkan masing-masing konsentrasi.
 - c. Didapat *Lethal Concentration 90* ekstrak kulit singkong pahit yang setara dengan *temephos* yang berpengaruh terhadap kematian larva *Aedes aegypti*.