

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Penularan malaria sebagian besar disebabkan oleh gigitan vektor yaitu nyamuk *Anopheles maculatus* yang menyebarkan *Plasmodium* (Laurent *et al.*, 2017). Kejadian luar biasa (KLB) malaria dilaporkan terjadi di pulau Jawa pada tahun 2009 dengan total sebanyak 1.869 orang dan pasien meninggal sebanyak 11 orang (Kemenkes RI, 2016). Tingginya angka kejadian malaria membutuhkan penanganan malaria yang serius. Pemutusan rantai penularan malaria dan pencegahannya dapat dilakukan dengan pengendalian vektornya menggunakan larvasida.

Insektisida berdasarkan asalnya digolongkan menjadi insektisida sintetik dan bioinsektisida atau insektisida alami. Contoh bioinsektisida ekstrak tanaman yang telah terbukti efektif adalah ekstrak cabe jawa (Komalasari, 2013), daun lengkuas (Husna *et al.*, 2012), daun legundi (Cania dan Setyaningrum, 2013), dan jarak pagar (Astuti *et al.*, 2011). Biji srikaya telah ditelusuri potensinya sebagai larvasida. Wahyuni dan Loren (2015) melakukan penelitian mengenai aktivitas larvasida ekstrak etanol biji srikaya (EEBS) pada larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Lethal concentration* (LC₅₀) EEBS terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* yaitu 20,62 ppm. Aktivitas larvasida EEBS terhadap larva nyamuk *Anopheles maculatus* belum diketahui.

Ravaomanarivo *et al.* (2014) mengemukakan hasil identifikasi senyawa kimia dalam ekstrak air biji srikaya yaitu flavonoid, triterpenoid, sterol, polifenol, tanin, dan polisakarida. Biji srikaya positif mengandung saponin (Tando, 2018). Selain itu, biji srikaya juga positif mengandung senyawa alkaloid (Rianto *et al.*, 2015).

Pemilihan metode ekstraksi didasarkan pada ketahanan senyawa target dengan pemanasan. Senyawa target dalam EEBS yang diharapkan terekstraksi adalah flavonoid, tanin, alkaloid, dan saponin. Flavonoid merupakan metabolit sekunder yang mudah mengalami peruraian karena panas (Riyanto, 1990). Majinda (2012) menyatakan bahwa saponin merupakan senyawa yang termolabil. Metode ekstraksi biji srikaya yang dilakukan dalam penelitian adalah metode tanpa panas. Ekstraksi dengan ultrasonik merupakan salah satu metode ekstraksi cara dingin yang membutuhkan waktu yang lebih singkat dan rendemen yang dihasilkan lebih besar dibandingkan ekstraksi maserasi (Cravotto dan Cintas, 2005). Metode ultrasonik dapat menarik senyawa flavonoid dan tanin yang lebih banyak dibandingkan metode maserasi (Dukic *et al.*, 2017).

Berdasarkan penjabaran latar belakang masalah di atas, maka dipandang perlu dilakukan penelitian untuk menguji aktivitas larvasida EEBS. Saponin, flavonoid, tanin, dan alkaloid yang kemungkinan berkontribusi sebagai larvasida diperiksa keberadaannya secara kualitatif.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah EEBS mempunyai aktivitas larvasida pada larva nyamuk *Anopheles maculatus* ?
2. Berapakah potensi EEBS sebagai larvasida pada larva nyamuk *Anopheles maculatus* yang dinyatakan sebagai LC_{50} ?
3. Apakah EEBS mengandung senyawa aktif golongan saponin, flavonoid, tanin, dan alkaloid yang diduga berkontribusi dalam memberikan aktivitas larvasida pada larva nyamuk *Anopheles maculatus*?

C. Tujuan Penelitian

1. Membuktikan adanya aktivitas larvasida EEBS pada larva nyamuk *Anopheles maculatus*.
2. Menetapkan potensi EEBS sebagai larvasida pada larva nyamuk *Anopheles maculatus* yang dinyatakan sebagai LC_{50} .
3. Mengidentifikasi senyawa aktif golongan saponin, flavonoid, tanin, dan alkaloid dalam EEBS yang diduga berkontribusi dalam memberikan aktivitas larvasida pada larva nyamuk *Anopheles maculatus*.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai biji srikaya (*Annona squamosa* Linn.) sebagai larvasida. Penelitian ini juga diharapkan dapat membuka peluang usaha bagi masyarakat untuk

membudidayakan tanaman srikaya sebagai bahan baku pembuatan produk larvasida nabati.

E. Tinjauan Pustaka

1. Nyamuk *Anopheles*

Nyamuk *Anopheles* merupakan vektor malaria. Malaria pada manusia hanya dapat ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* betina. Nyamuk *Anopheles* dapat dikatakan sebagai vektor malaria apabila kontakannya dengan manusia cukup tinggi. Nyamuk *Anopheles* merupakan spesies yang selalu dominan. Populasi *Anopheles* pada umumnya berumur cukup panjang, sehingga memungkinkan perkembangan dan pertumbuhan *Plasmodium* menjadi sporozoit (Prasetyowati *et al.*, 2013).

a. Klasifikasi Nyamuk *Anopheles*

Klasifikasi nyamuk *Anopheles* menurut Soedarto (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Diptera

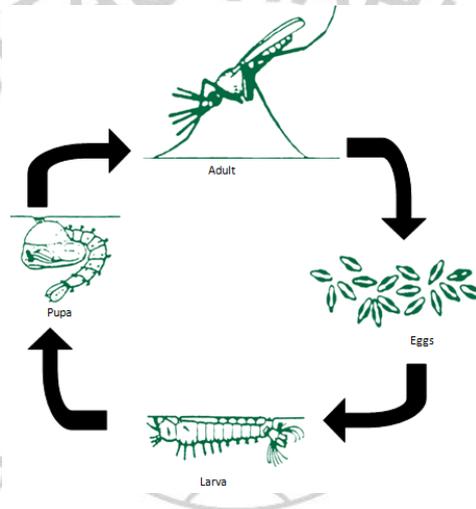
Famili : Culicidae

Tribe : Anophelini

Genus : *Anopheles*

b. Morfologi dan Daur Hidup Nyamuk

Nyamuk *Anopheles* mengalami metamorfosis sempurna yaitu mengalami perubahan dari telur, larva, pupa, hingga menjadi nyamuk dewasa. Waktu pertumbuhan dari telur sampai menjadi dewasa antara 2 – 5 minggu. Waktu pertumbuhan tersebut tergantung dari spesiesnya, makanan yang tersedia, dan suhu udara (Hoedojo dan Zulhasril, 1998). Daur hidup nyamuk *Anopheles* mulai dari telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Daur hidup nyamuk *Anopheles* (UNICEF, 2000)

Telur nyamuk *Anopheles* mempunyai bentuk seperti perahu. Bagian bawah telur berbentuk konveks dan bagian atasnya berbentuk konkaf. Telur *Anopheles* mempunyai sepasang pelampung yang terletak pada sebuah lateral. Sepasang pelampung tersebut membuat telur dapat mengapung pada permukaan air. Nyamuk *Anopheles* meletakkan telurnya satu persatu di atas permukaan air pada malam hari. Jumlah telur yang dikeluarkan oleh nyamuk *Anopheles* betina antara 100 – 150

butir. Telur *Anopheles* tidak dapat bertahan lama di bawah permukaan air dan akan gagal menetas bila di bawah permukaan air dalam waktu lama (melebihi 92 jam). Suhu optimal bagi telur *Anopheles* adalah 28°C – 36°C. Suhu di bawah 20°C dan di atas 40°C adalah suhu yang tidak menguntungkan bagi perkembangan telur (Santoso, 2002).

Larva atau jentik nyamuk *Anopheles* memiliki kepala yang dilengkapi sikat mulut untuk makan, dada (*thorax*) yang besar, dan abdomen yang terdiri dari sembilan segmen perut. Larva *Anopheles* tidak mempunyai kaki dan tidak mempunyai sifon (*siphon*). Larva lebih sering berada di dekat permukaan air untuk mencari makanan berupa algae, bakteri, dan mikroorganisme (Soedarto, 2011).

Larva mengalami pergantian kulit sebanyak empat kali yaitu instar I membutuhkan waktu kurang lebih 1 hari, instar II kurang lebih 1 – 2 hari, instar III kurang lebih 2 hari, dan instar IV kurang lebih 2 – 3 hari. Larva *Anopheles* banyak dijumpai pada rawa, sawah, dan ladang. Larva nyamuk *Anopheles* menyukai genangan-genangan air yang baru. Kepadatan larva pada genangan air yang baru lebih tinggi dibandingkan pada genangan air yang sudah lama karena pada genangan air yang baru belum banyak ditemukan musuh-musuh alamiah larva (Depkes RI, 2004).

Larva instar I dan II berkumpul pada tempat telur-telur diletakkan, sedangkan larva instar III dan IV bergerak beberapa meter dari tempat penetasan dan berkumpul di bagian-bagian yang disenangi,

misalnya bagian yang teduh dan terang. Larva instar III dan IV lebih tahan terhadap pengeringan dan dapat bertahan hidup beberapa hari dalam air berlumpur di tempat keteduhan. Larva *Anopheles* yang terlalu padat di satu tempat perkembangbiakan dapat terjadi kanibalisme. Larva instar IV dapat memakan larva dari jenis yang lain atau yang masih muda (Depkes RI, 2004).

Penelitian Setyaningrum *et al.* (2008) menyatakan bahwa larva nyamuk vektor malaria dapat berkembangbiak pada suhu tidak lebih dari 33,5⁰C dan pH 6 – 7. Larva akan berkembangbiak pada genangan air yang tidak terdapat predator bagi larva, misalnya ikan dan udang. Larva *Anopheles* cenderung menempati air yang tidak mengalir sehingga dapat berkembangbiak dengan jumlah yang banyak. Gambar larva nyamuk *Anopheles* tersaji pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Larva *Anopheles* (Soedarto, 2011)

Pupa *Anopheles* jika dilihat dari samping berbentuk koma. Kepala dan *thorax*-nya menyatu menjadi *cephalothorax*, sedangkan abdomennya melengkung ke bawah. Pupa akan selalu berenang menuju permukaan air untuk bernapas dengan menggunakan alat pernapasan. Alat pernapasan pupa berbentuk terompet yang terdapat pada bagian *cephalothorax*. Kulit bagian dorsal *cephalothorax* dalam bentuk pupa

beberapa hari akan terkelupas dan nyamuk dewasa akan ke luar dari kepompongnya. Perubahan dari pupa menjadi dewasa biasanya antara 24 jam sampai dengan 48 jam tergantung pada kondisi lingkungan, terutama suhu (Santoso, 2002).

Tubuh nyamuk dewasa dibagi menjadi 3 bagian yaitu kepala, dada, dan perut. Bagian kepala terdiri dari probosis, palpus, dan *antenna*. Bagian dada terdiri dari *scutellum*, *halter*, sayap dan urat-uratnya, sedangkan bagian perut tersusun oleh ruas-ruas abdomen (Soedarto, 2011). Palpus nyamuk jantan dan nyamuk betina dewasa mempunyai panjang hampir sama dengan panjang probosisnya. Perbedaan palpus nyamuk jantan dan nyamuk betina adalah ruas palpus. Ruas palpus bagian apikal nyamuk jantan berbentuk gada (*club form*), sedangkan pada nyamuk betina ruas tersebut mengecil. Sayap pada bagian pinggir (kosta dan vena I) ditumbuhi sisik-sisik sayap yang berkelompok membentuk gambaran belang-belang hitam dan putih. Bagian ujung sisik sayap membentuk lengkung (tumpul). Bagian posterior abdomen nyamuk *Anopheles* yang mempunyai bentuk yang tidak seruncing nyamuk *Aedes* dan juga tidak setumpul nyamuk *Mansonia*, tetapi sedikit melancip (Hoedoyo dan Zulhasril, 1998).

c. Usaha Pencegahan dan Pengendalian Nyamuk

Pengendalian vektor nyamuk *Anopheles* bertujuan untuk memberantas populasi nyamuk. Upaya pengendalian vektor dapat dilakukan pada stadium larva dan stadium dewasa. Pengendalian

terhadap larva atau jentik nyamuk dilakukan dengan *larviciding* yaitu tindakan pengendalian larva *Anopheles* secara kimiawi menggunakan insektisida, *biological control* (menggunakan ikan pemakan jentik), manajemen lingkungan, dan lain-lain (Kemenkes RI, 2011).

Pengendalian terhadap nyamuk dewasa dilakukan dengan penyemprotan dinding rumah dengan insektisida *indoors residual spraying* (IRS), kelambu berinsektisida, dan penggunaan *repellent* (Kemenkes RI, 2012). Pengendalian vektor perlu ditekankan harus dilakukan secara REESAA (*rational, effective, efisien, sustainable, affective, dan affordable*), mengingat kondisi geografis Indonesia yang luas dan bionomik vektor yang beraneka ragam, sehingga pemetaan *breeding places* dan perilaku nyamuk menjadi sangat penting (Kemenkes RI, 2011).

2. Larvasida

Larvasida adalah bahan kimia yang digunakan untuk membunuh larva atau stadium pradewasa serangga. Penggunaan larvasida bertujuan untuk membunuh larva atau membuat larva tidak bisa menjadi nyamuk dewasa. Bahan kimia larvasida yang digunakan dapat berupa bahan kimia buatan atau kimia bahan alam (ekstrak tumbuhan) (Wahono dan Riandi, 2014). Bahan kimia buatan yang digunakan sebagai larvasida adalah insektisida jenis *organophosphat*. Salah satu larvasida *organophosphat* adalah Abate 1G yang mengandung temephos 1%. Aplikasi penggunaannya adalah dengan menaburkan Abate ke dalam tempat penampungan air

(1 gram Abate dalam 10 liter air) (Sukana, 1993). Selain larvasida bahan kimia buatan, sekarang banyak dilakukan penelitian menggunakan larvasida dengan bahan alam (ekstrak tumbuhan). Bahan ini lebih dianjurkan karena tidak menimbulkan efek merugikan terhadap lingkungan. Penggunaan ekstrak tanaman terbukti efektif sebagai larvasida pada berbagai penelitian seperti ekstrak tumbuhan zodia dan tembakau (Susanti dan Boesri, 2012), daun lengkuas (Husna *et al.*, 2012), daun legundi (Cania dan Setyaningrum, 2013), dan jarak pagar (Astuti *et al.*, 2011).

Pemilihan larvasida perlu mempertimbangkan beberapa faktor terkait dengan daya racunnya. Larvasida diharapkan mempunyai daya racun terhadap larva target. Larvasida yang ditujukan untuk membunuh larva nyamuk akan lebih baik bila mempunyai daya bunuh pada pupa. Keefektifan larvasida seharusnya dapat bertahan pada berbagai kondisi tempat perindukan nyamuk (payau, kotor, asam, basa, dan lain-lain) (Kemenkes RI, 2012).

Larvasida yang ideal mempunyai daya sebar yang baik di dalam larutan di tangki alat semprot dan di air tempat perkembangbiakan, selain itu larvasida yang ideal juga mudah didapat, harganya murah, mudah dalam pengangkutan dan penggunaannya. Segi keamanan penggunaan larvasida yang perlu diperhatikan adalah selektivitasnya. Larvasida hendaknya tidak membahayakan makhluk hidup yang bukan sasaran (manusia, tanaman, ternak, ikan, dan pemangsa larva nyamuk). Keracunan akibat penggunaan larvasida dapat diminimalkan bila larvasida tidak meninggalkan residu pada

tanaman pangan dan tidak menimbulkan polusi yang permanen pada lingkungan (Kemenkes RI, 2012).

3. Penyakit Malaria

Malaria adalah suatu penyakit infeksi dengan demam berkala yang disebabkan oleh parasit *Plasmodium* dan ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* betina (Zulkoni, 2010). Genus *Plasmodium* yang hidup sebagai penyebab malaria manusia yaitu *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, dan *Plasmodium ovale* (Safar, 2009).

a. Gejala Klinis Malaria

Gejala klinik terpenting yang disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang menginfeksi manusia terdiri dari demam, splenomegali, dan anemia (Sorontou, 2014). Demam pada infeksi malaria terjadi sehubungan dengan pecahnya sejumlah skizon matang secara periodik dan merozoit masuk ke dalam aliran darah (sporulasi). Serangan demam malaria biasanya dimulai dengan gejala prodromal yaitu lesu, sakit kepala, tidak nafsu makan, kadang-kadang disertai mual dan muntah. Serangan demam khas terdiri dari 3 stadium yaitu stadium menggigil, stadium *acme* (stadium puncak demam), dan stadium *sudoris* (stadium berkeringat) (Safar, 2009).

Anemia yang terjadi pada penderita malaria terjadi karena pecahnya sel darah yang terinfeksi maupun tidak terinfeksi. *Plasmodium falciparum* menginfeksi semua jenis sel darah merah. Anemia dapat terjadi pada infeksi akut dan kronis. Jenis anemia yang disebabkan oleh

penyakit malaria adalah anemia hemolitik, anemia normokrom, dan anemia normositik. Anemia tampak jelas pada malaria kronis (Sorontou, 2014).

Splenomegali yaitu pembesaran limpa, merupakan gejala khas malaria menahun. Perubahan pada limpa biasanya disebabkan oleh kongesti, kemudian limpa berubah warna menjadi hitam. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh pigmen yang ditimbulkan eritrosit dalam kapiler dan sinusoid yang mengandung parasit. Jaringan ikat limpa pada penderita malaria menahun akan makin bertambah, sehingga konsistensi limpa menjadi keras. Pembesaran limpa merupakan tanda fisik yang penting pada malaria. Pembesaran limpa dapat diraba secara palpasi pada minggu kedua (Safar, 2009).

b. Patofisiologi

Patofisiologi pada penderita malaria berhubungan dengan gangguan aliran darah setempat sebagai akibat melekatnya eritrosit yang mengandung parasit pada endotelium. Patofisiologi malaria merupakan multifaktorial dan berhubungan dengan hal-hal sebagai berikut :

1) Penghancuran eritrosit

Penghancuran eritrosit yang mengandung parasit dan fagosit eritrosit yang mengandung parasit dan yang tidak mengandung parasit menyebabkan terjadi anemia dan anoksia jaringan. Hemolisis intravaskuler yang berat dapat menimbulkan hemoglobinuria (*black water fever*) dan dapat mengakibatkan gagal ginjal (Safar, 2009).

2) Mediator endotoksin-makrofag

Eritrosit yang mengandung parasit pada saat skizogoni memacu makrofag yang sensitif terhadap endotoksin untuk melepaskan mediator yang menyebabkan perubahan patofisiologi malaria. Parasit menghasilkan *tumor necrosis factor* (TNF). TNF merupakan monoksin yang terdapat dalam peredaran darah manusia dan hewan yang terinfeksi malaria. TNF dapat menghancurkan *P. falciparum* secara *in vitro* dan dapat meningkatkan perlekatan eritrosit yang dihindangi parasit dengan endotel kapiler. Konsentrasi TNF dalam serum pada anak dengan malaria *falciparum* akut berhubungan langsung dengan mortalitas, hipoglikemia hiperparasitemia, dan beratnya penyakit (Sorontou, 2014).

3) Sekuestrasi eritrosit yang terinfeksi

Eritrosit yang terinfeksi dengan stadium lanjut *P. falciparum* membentuk tonjolan (*knobs*) pada permukaannya yang mengandung antigen malaria. Antigen malaria akan bereaksi dengan antibodi malaria dan berhubungan dengan afinitas eritrosit yang mengandung *P. falciparum* terhadap endotelium alat dalam. Hal tersebut menyebabkan skizogoni berlangsung di sirkulasi alat dalam, bukan di sirkulasi perifer. Eritrosit yang terinfeksi menempel pada endotel kapiler alat dalam hingga terjadi gumpalan (*sludge*) yang membendung kapiler-kapiler alat dalam. Protein dan cairan merembes melalui membran kapiler yang bocor (menjadi

permeabel) akan menimbulkan anoksia dan edema jaringan. Anoksia jaringan yang luas dapat menyebabkan kematian (Safar, 2009).

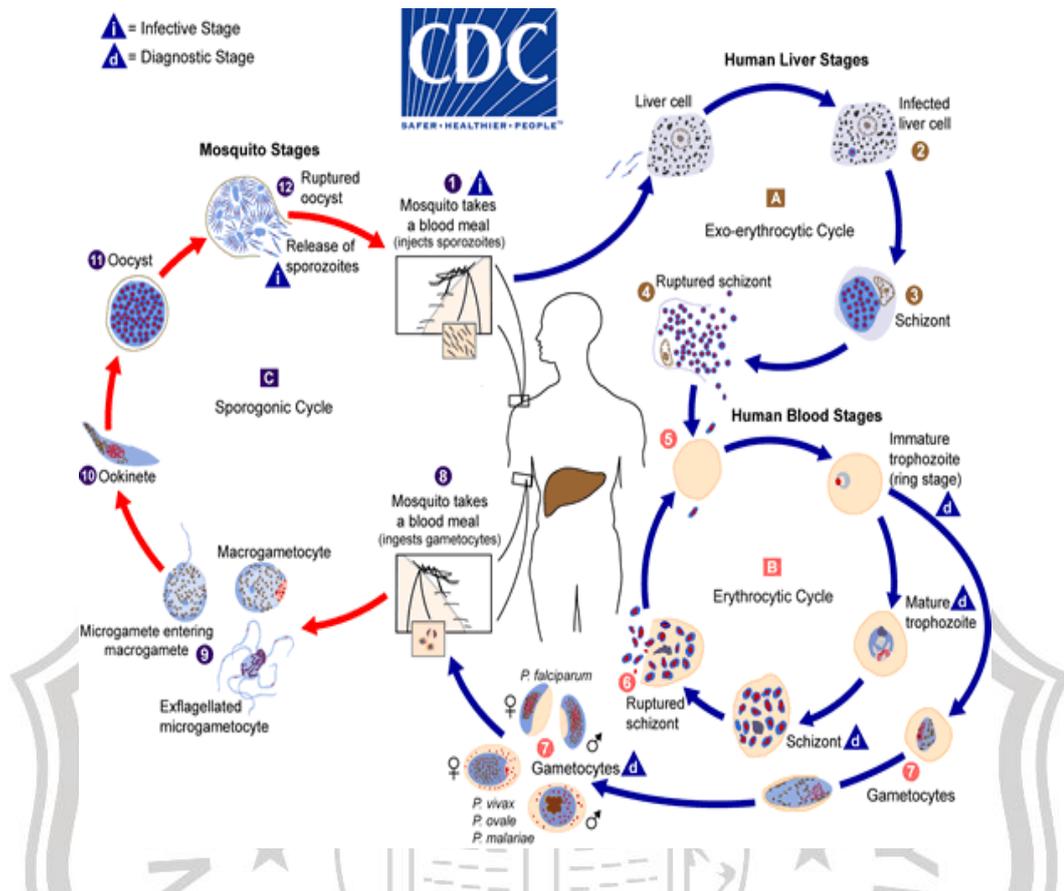
c. Siklus Hidup *Plasmodium*

Siklus hidup *Plasmodium* berlangsung pada manusia dan nyamuk. Menurut Sorontou (2014) siklus hidup *Plasmodium* dibagi menjadi dua yaitu siklus seksual (sporogoni) dan siklus aseksual (skizogoni). Siklus seksual terjadi di dalam tubuh nyamuk *Anopheles* yang berperan sebagai pejamu atau *host* definitif, sedangkan siklus aseksual terjadi dalam tubuh manusia yang berperan sebagai pejamu intermediet.

Siklus aseksual dimulai ketika nyamuk *Anopheles* betina yang mengandung *Plasmodium* menggigit manusia sambil memasukkan sporozoit ke dalam tubuh manusia. Sporozoit yang masuk dalam tubuh manusia menginfeksi sel hati. Sporozoit yang ada di dalam sel hati kemudian menjadi matang dan berkembang menjadi *schizont* hati. *Schizont* hati *Plasmodium vivax* dan *Plasmodium ovale* kadang berkembang menjadi bentuk dorman. *Schizont* hati yang berkembang menjadi bentuk dorman disebut *hypnozoit* dapat bertahan di sel hati yang telah terinfeksi selama berminggu-minggu bahkan bertahun-tahun. Kondisi kekebalan tubuh manusia yang menurun dapat menyebabkan *hypnozoit* mengalami perkembangan lebih lanjut menjadi *schizont* hati, kemudian ruptur (CDC, 2017).

Schizont hati yang ruptur melepaskan merozoit. Merozoit masuk ke aliran darah dan menginfeksi sel darah merah. Merozoit yang masuk dalam sel darah merah berubah menjadi trofozoit muda. Trofozoit muda kemungkinan mengalami salah satu dari dua proses. Trofozoit muda dapat berkembang menjadi trofozoit matang, kemudian menjadi *schizont* darah. *Schizont* darah akan pecah dan melepaskan merozoit yang menginfeksi sel darah merah kembali dan akan terus mengalami proses yang sama. Trofozoit muda dapat pula berkembang menjadi gametosit. Gametosit yang terbentuk ada dua yaitu gametosit jantan (mikrogametosit) dan gametosit betina (makrogametosit) (CDC, 2017).

Nyamuk *Anopheles* betina yang menggigit penderita malaria akan menghisap darah yang mengandung gametosit (mikrogametosit maupun makrogametosit). Mikrogametosit yang ada di dalam perut nyamuk berkembang menjadi mikrogametosit berflagella (*exflagellated microgametocyt*). Mikrogametosit tersebut akan masuk ke makrogametosit dan terbentuk ookinet. Ookinet berkembang menjadi *oocyst*. *Oocyst* kemudian ruptur melepaskan sporozoit yang berpindah ke kelenjar saliva nyamuk (CDC, 2017). Siklus hidup *Plamodium* tersaji pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Siklus hidup *Plasmodium* (CDC, 2017)

4. Srikaya

Tanaman srikaya merupakan tanaman golongan genus *Annona* yang berasal dari daerah tropis. Tanaman srikaya termasuk pohon buah-buahan kecil yang tumbuh di tanah berbatu, kering, dan terkena cahaya matahari (Alex, 2011). Gambar 4 adalah gambar buah srikaya.



Gambar 4. Buah srikaya (Radi, 1997)

a. Klasifikasi tanaman srikaya

Klasifikasi tanaman srikaya adalah sebagai berikut (Molika, 2013):

- Kingdom : Plantae (tumbuhan)
 Subkingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
 Superdivisi : Spermatophyta (menghasilkan biji)
 Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
 Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua atau dikotil)
 Subkelas : Magnoliidae
 Ordo : Magnoliales
 Famili : Annonaceae
 Genus : *Annona* L.
 Spesies : *Annona squamosa* L.

b. Morfologi

Tanaman srikaya merupakan pohon yang mempunyai bentuk tegak dan dapat hidup bertahun-tahun. Pohon srikaya tingginya bisa mencapai 8 m dan batangnya berbentuk perdu dengan banyak cabang.

Daun srikaya berselang-seling, ujungnya meruncing, berwarna hijau muda, panjang 7 – 12 cm dan lebarnya 3 – 4 cm. Tanaman srikaya mempunyai bunga yang berwarna kuning keputih-putihan dan keluar dari ketiak daun pada ujung cabang atau ranting. Bunga tanaman srikaya mempunyai lebar 2 – 3 cm, dengan enam daun bunga atau kelopak. Mahkota bunga srikaya panjang, terdiri atas 3 lembar, dan tersusun secara *acyclic* dengan pistil majemuk (Molika, 2013).

Buah srikaya mempunyai bentuk bulat dengan kulit bermata banyak (serupa sirsak) (Alex, 2011). Buah srikaya bersisik halus dan setiap sisik berisi satu butir biji. Buah srikaya muda berwarna hijau, sedangkan buah yang sudah tua berwarna hijau kekuningan, pecah, lembek, dan mengeluarkan aroma harum yang khas (Radi, 1997). Daging buah srikaya berwarna putih (Alex, 2011). Biji srikaya berwarna coklat kehitaman, halus, keras, dan bagian ujungnya tumpul. Satu buah srikaya terdapat sekitar 20 – 40 butir biji dengan berat rata-rata 0,6 gram per biji (Radi, 1997).

c. Kandungan Kimia

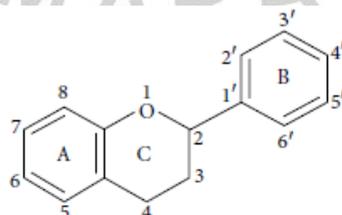
Komponen utama yang terkandung dalam ekstrak air biji srikaya adalah flavonoid, triterpenoid, sterol, polifenol, tanin, dan polisakarida (Ravaomanarivo *et al.*, 2014). Hasil identifikasi senyawa kimia dalam EEBS positif mengandung flavonoid dan alkaloid (Rianto *et al.*, 2015).

d. Kegunaan

Penelitian Khasanah (2009) menyatakan bahwa ekstrak biji srikaya bermanfaat sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama daun kubis. Ekstrak biji srikaya menyebabkan kematian pada serangga hama akibat kandungan senyawa alkaloid annonain yang dapat berperan sebagai larvasida, insektisida, dan *repellent* dengan kerja sebagai racun kontak dan racun perut (Kadja, 2010). Wahyuni dan Loren (2015) menyatakan dalam penelitiannya EEBS pada larva nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai aktivitas larvasida dengan LC_{50} sebesar 20,62 ppm.

5. Flavonoid

Flavonoid merupakan satu golongan fenol alam terbesar yang tersusun oleh 15 atom karbon pada kerangka dasarnya dengan konfigurasi $C_6-C_3-C_6$ yaitu dua cincin aromatik yang dihubungkan oleh satuan tiga karbon yang dapat atau tidak dapat membentuk cincin ketiga. Flavonoid merupakan senyawa yang terdapat pada tumbuhan tingkat tinggi dan tersebar di semua bagian tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, biji, dan kulit batang (Markham, 1998). Struktur dasar flavonoid tertera pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Struktur dasar flavonoid (Kumar dan Pandey, 2013)

Flavonoid dalam tumbuhan berada dalam bentuk flavonoid glikosida atau aglikon flavonoid (Riyanto, 1990). Flavonoid glikosida mudah larut

dalam air atau campuran pelarut polar karena adanya pengaruh gula yang terikat pada inti flavonoid. Flavonoid glikosida bersifat polar sehingga lebih mudah larut dalam air atau campuran pelarut polar seperti metanol, etanol, butanol, dan aseton. Aglikon flavonoid yang bersifat kurang polar lebih mudah larut dalam eter dan kloroform (Markham, 1998).

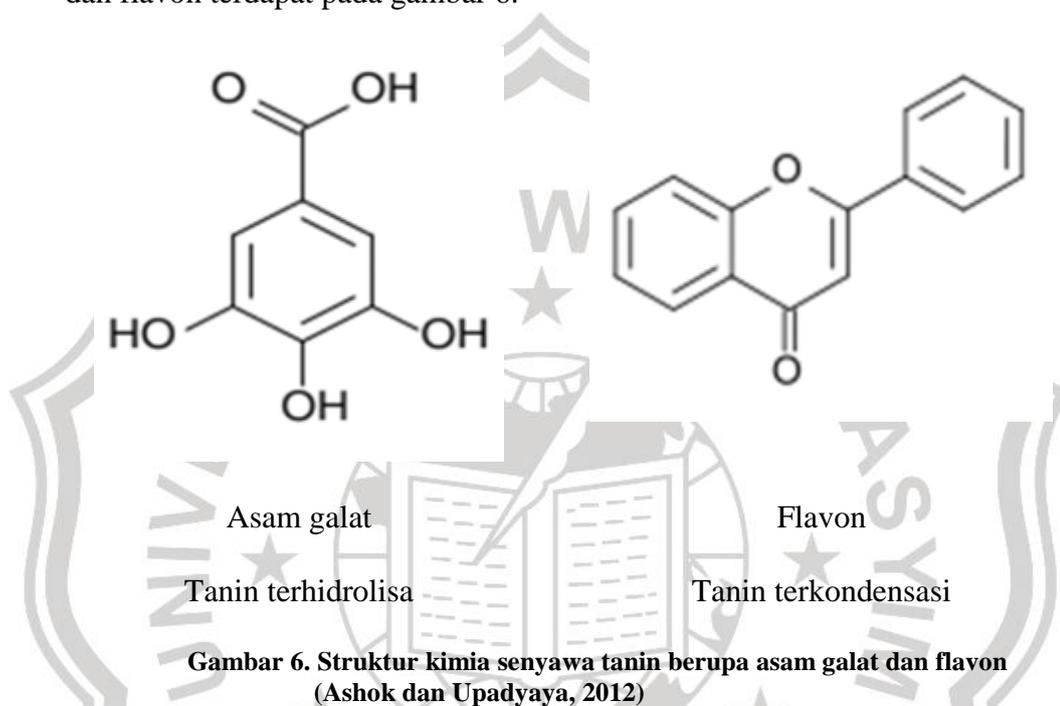
Flavonoid glikosida berdasarkan jenis ikatan glikosidanya dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu O-glikosida dan C-glikosida. Flavonoid O-glikosida merupakan gula yang terikat pada gugus hidroksil flavonoid, sedangkan flavonoid C-glikosida merupakan gula yang terikat langsung pada atom karbon flavonoid (Riyanto, 1990).

Penelitian Cania dan Setyaningrum (2013) menyebutkan bahwa senyawa flavonoid dalam ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia*) diduga berperan sebagai larvasida pada nyamuk *Aedes aegypti*. Flavonoid bekerja sebagai racun pernapasan. Flavonoid mempunyai cara kerja dengan masuk ke dalam tubuh larva melalui sistem pernapasan, kemudian akan menimbulkan kelayuan pada syaraf serta kerusakan sistem pernapasan, sehingga mengakibatkan larva tidak bisa bernapas dan mati.

6. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenolat dengan bobot molekul tinggi yang dapat membentuk kompleks yang dapat dibalik (*reversible*) maupun tak dapat balik (*irreversible*) dengan protein, polisakarida, alkaloid, asam nukleat, mineral, dan lain-lain (Kumoro, 2015). Tanin secara umum didefinisikan sebagai senyawa polifenol yang memiliki berat molekul cukup

tinggi (lebih dari 1000) dan dapat membentuk kompleks dengan protein. Berdasarkan strukturnya, tanin dibedakan menjadi dua kelas yaitu tanin terkondensasi (*condensed tannins*) dan tanin-terhidrolisiskan (*hydrolysable tannins*) (Hagerman *et al.*, 1992). Struktur senyawa tanin berupa asam galat dan flavon terdapat pada gambar 6.



Secara kimia tanin terdapat dua jenis utama tanin yang tersebar tidak merata dalam tumbuhan. Tanin terkondensasi hampir terdapat semua di dalam paku-pakuan dan gimnospermae, serta tersebar luas dalam angiospermae, terutama jenis tumbuhan berkayu. Sebaliknya, tanin yang terhidrolisiskan penyebarannya terbatas pada tumbuhan berkeping dua (Harborne, 1987).

Kelarutan tanin dalam air bergantung pada jenis taninnya. Tanin terhidrolisa larut dalam air panas membentuk larutan koloid. Tanin terkondensasi semakin murni semakin sukar larut dalam air (Robinson,

1991). Tanin terkondensasi hanya larut sebagian dalam air dan alkohol. Penambahan gliserin akan membantu kelarutan tanin terkondensasi. (Pengelly, 2004).

Penelitian Putri *et al.* (2017) menyebutkan bahwa senyawa tanin dalam daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) diduga berperan sebagai larvasida. Senyawa tanin sebagai larvasida berperan dengan mengganggu serangga dalam mencerna makanan. Mekanisme kerja tanin adalah mengikat protein yang ada di dalam sistem pencernaan serangga, sehingga serangga terganggu dalam mencerna makanan yang dimakan (Yunita *et al.*, 2009).

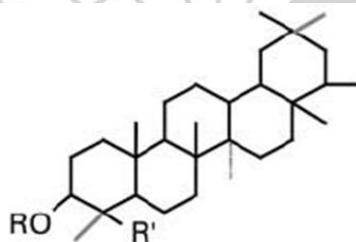
7. Alkaloid

Alkaloid adalah senyawa basa nitrogen organik yang terdapat dalam tumbuhan. Alkaloid mempunyai sifat sukar larut dalam air, tetapi mudah larut dalam kloroform, eter, dan pelarut organik lain yang relatif non-polar dan tidak campur dengan air. Alkaloid mempunyai peran bagi tumbuhan sebagai penghasil zat racun yang melindungi tumbuhan dari gangguan serangga dan hewan, produk akhir reaksi detoksifikasi hasil metabolisme, faktor pengatur pertumbuhan, dan persediaan unsur nitrogen yang mungkin diperlukan bagi tumbuhan (Mursyidi, 1990). Ciri khas dari senyawa alkaloid adalah semua alkaloid mengandung paling sedikit satu atom N yang bersifat basa dan umumnya merupakan bagian dari cincin heterosiklik (Kristanti *et al.*, 2008).

Penelitian Syamsul dan Purwanto (2014) menyatakan bahwa senyawa alkaloid yang ada pada buah mentimun (*Cucumis sativus* L.) diduga berefek sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti* dengan LC_{50} sebesar 43,06%. Mekanisme yang terjadi diduga melalui interaksi senyawa alkaloid dengan makromolekul tertentu dalam sistem syaraf yang menyebabkan kelumpuhan, kelainan perilaku (kejang-kejang), dan keracunan sel hingga mengakibatkan kematian larva (Chaitong *et al.*, 2006).

8. Saponin

Saponin merupakan senyawa glikosida triterpenoida ataupun glikosida steroida yang merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa dan menghemolisa sel darah merah (Harborne, 1987). Saponin larut dalam air dan etanol, tetapi tidak larut dalam eter (Robinson, 1991). Struktur dasar triterpenoid tertera pada gambar 7.



Gambar 7. Struktur dasar senyawa triterpenoid (Desai *et al.*, 2009)

Saponin bersifat racun bagi hewan berdarah dingin, termasuk nyamuk. Saponin adalah zat yang bila dihidrolisis akan menghasilkan gula dan sapogenin. Sifat sapogenin adalah menghemolisis darah serta mengikat kolesterol dan bersifat toksin pada serangga. Saponin berperan sebagai larvasida dengan cara mengganggu *feeding behavior*, mengganggu *growth*

regulation, dan sifatnya sebagai *entomotoxicity* (Chaieb, 2010). Penelitian Husna *et al.* (2012) menyebutkan kandungan saponin yang terdapat di dalam ekstrak daun lengkuas (*Alpinia galanga* SW.) diduga berperan sebagai larvasida.

F. Landasan Teori

Wahyuni dan Loren (2015) melakukan penelitian mengenai aktivitas larvasida EEBS pada larva nyamuk *Aedes aegypti*. Besarnya kemampuan larvasida dinyatakan sebagai LC_{50} . LC_{50} EEBS terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* sebesar 20,62 mg/L.

Penelitian yang dilakukan oleh Tando (2018) menyatakan bahwa hasil identifikasi senyawa kimia dalam ekstrak biji srikaya adalah flavonoid, saponin dan tanin. Senyawa alkaloid juga terdapat dalam ekstrak etanol biji srikaya (Rianto *et al.*, 2015).

Penelitian Perumalsamy *et al.* (2015) menyatakan bahwa flavonoid dalam *Milletia pinnata* berpotensi sebagai larvasida terhadap nyamuk *Culex pipiens pallens* dengan LC_{50} sebesar 14,61 – 28,22 mg/L dan larva nyamuk *Aedes aegypti* sebesar 16,13 – 37,61 mg/L.

Syamsul dan Purwanto (2014) melalui penelitiannya menyatakan bahwa senyawa alkaloid yang ada pada buah mentimun (*Cucumis sativus* L.) diduga berefek sebagai larvasida nyamuk *Aedes aegypti*. LC_{50} yang didapatkan sebesar 43,06%.

Penelitian Betryon dan Yahya (2013) menyatakan bahwa senyawa tanin yang ada di tanaman *Piper betle* Linn. diduga berperan dalam aktivitas larvasida.

Campuran serbuk daun *Piper betle* Linn. dengan air pada konsentrasi 0,5% dapat membunuh 100% pada larva nyamuk *Aedes aegypti* setelah 24 jam.

Saponin dalam tanaman *Tagetes minuta* L., *Adansonia digitata* Linn., *Ocimum suave*, *Plectranthus barbatus* A., *Azadirachta indica* A Juss., dan *Lantana camara* L. diduga mempunyai aktivitas sebagai larvasida . Ekstrak semua tanaman tersebut pada kadar 1 mg/L membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti* instar IV sebanyak 100%. Analisa fitokimia memberikan hasil bahwa saponin terkandung dalam semua jenis ekstrak. Saponin diduga berkontribusi sebagai larvasida (Musau *et al.*, 2016).

Adanya gula yang terikat pada aglikon menyebabkan polaritas flavonoid meningkat, sehingga flavonoid dapat diekstraksi dengan etanol yang juga bersifat polar (Riyanto, 1990). Etanol dapat digunakan untuk mengekstraksi tanin (Sulastri, 2009). Air dan etanol melarutkan alkaloid dalam bentuk garam (Pengelly, 2004). Berdasarkan penelitian Kose dan Bayraktar (2016), diketahui bahwa etanol dapat menyari saponin.

G. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. EEBS mempunyai aktivitas larvasida terhadap larva nyamuk *Anopheles maculatus*.
2. EEBS mengandung senyawa aktif golongan flavonoid, tanin, alkaloid, dan saponin yang diduga bertanggung jawab terhadap aktivitas larvasida.