

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian (Nirma *et al.*, 2017) tentang “Efektivitas Larvasida Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Dalam Membunuh Jentik Nyamuk *Aedes sp*”.

Dari penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode *Quasi Experiment* dengan rancangan penelitian yang digunakan yaitu rancangan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam mengendalikan jentik nyamuk *Aedes sp* di daerah epidemi DBD. Pada penelitian ini menggunakan ekstrak kulit buah jeruk nipis yang telah diekstraksi dengan metode maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96% yang dimaksudkan agar didapatkan kandungan *flavonoid* dan *limonoid* yang terkandung dalam kulit buah jeruk nipis yang diduga memiliki efek larvasida terhadap larva *Aedes sp*.

Pelarut etanol 96% yang digunakan dalam pembuatan ekstrak kulit buah jeruk nipis adalah pelarut yang lebih selektif, sifat toksik yang rendah dari pada pelarut lainnya. Etanol 96% bersifat *semi-polar* sehingga dapat melarutkan zat kimia yang bersifat *polar* maupun *non polar* (Haditomo, 2010 dalam Ikhsan, 2014: 79).

Kesimpulan dari penelitian ini adalah ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) efektif dalam mengendalikan jentik nyamuk *Aedes sp* di daerah epidemi DBD berdasarkan uji *Paired Sample Test* yang dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata jumlah larva sebelum dan setelah pemberian ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) diperoleh hasil sebesar 11,758 dengan *sig* 0,000. Karena nilai *sig* < 0,05 maka dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan rata-rata jumlah larva sebelum dan setelah pemberian ekstrak kulit buah jeruk nipis.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah penelitian terdahulu menggunakan larva *Aedes sp* sedangkan pada penelitian yang sekarang menggunakan larva yang lebih spesifik yaitu *Aedes albopictus*.

2. Penelitian (Arnis *et al.*, 2016) tentang “Efektivitas Larvasida Ekstrak Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* varian raja) Terhadap Larva *Aedes sp*. Instar III”.

Pendekatan eksperimental dengan desain post diketahui bahwa pada kelompok kontrol test only control group design. Jumlah sampel yang digunakan yaitu sebanyak 600 larva yang dibagi menjadi 5 kelompok dengan banyaknya pengulangan yaitu sebanyak 4 kali. Selanjutnya, larva diamati dengan cara observasi dan dokumentasi. Setelah diperoleh data jumlah larva yang mati, maka dilakukan pengolahan dan analisis data. Adapun analisis yang digunakan yaitu Korelasi *Pearson*, untuk mengetahui kekuatan hubungan antara dua variabel. Selanjutnya, analisis regresi linier, tujuan dari analisis regresi adalah untuk memprediksi seberapa jauh pengaruh yang ada tersebut (yang telah dianalisis melalui analisis korelasi. dan terakhir dilakukan analisis probit untuk mengetahui daya bunuh ekstrak kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* varian raja) terhadap larva *Aedes sp* yang dinyatakan dengan LC (*Lethal Concentration*).

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran suhu dan pH ekstrak kulit pisang raja pada wadah sebelum larva dipindahkan. Hasil pengukuran menunjukkan suhu ekstrak yaitu 27⁰C-28⁰C dan pH yaitu 7. Hal ini masih sesuai dengan kriteria rata-rata suhu habitat optimum dan pH yang baik bagi spesies larva nyamuk *Aedes sp* agar hidup normal berdasarkan Achmadi (2009) bahwa larva masih bisa hidup pada pH 4-9 dan berdasarkan Depkes RI 2001 bahwa pada umumnya larva *Aedes sp* hidup pada suhu kisaran 25⁰C-27⁰C dan larva akan mati ketika berada pada suhu di bawah 10⁰C dan di atas 40⁰C (Adifian, 2013).

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah penelitian terdahulu menggunakan ekstraksi dengan satu variasi dosis Kulit

Pisang Raja (*Musa paradisiaca* varian raja) dan menggunakan larva *Aedes sp* sedangkan pada penelitian yang sekarang menggunakan 2 variasi dosis yaitu ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan ekstrak kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* varian raja) serta larva yang digunakan lebih spesifik yaitu larva *Aedes albopictus*.

3. Penelitian (Nurhaifah & Sukesi, 2015) tentang “Efektivitas Air Perasan Kulit Jeruk Manis Sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes Aegypti*”.

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni. Desain eksperimen yang digunakan adalah *post test only control group design*. Pada rancangan ini, peneliti membandingkan jumlah larva yang mati antara penggunaan temefos dengan larvasida alami dari air perasan kulit jeruk manis dalam berbagai konsentrasi. Total larva *Aedes aegypti* yang digunakan adalah 25 ekor per gelas. Dalam gelas uji, media yang digunakan adalah air sebanyak 100 ml maka dimasukkan 25 larva uji dalam setiap gelas media agar kondisi media tidak terlalu padat di samping itu, jumlah tersebut juga sudah menjadi standar dari WHO. Kriteria inklusi yang ditetapkan adalah larva *Aedes aegypti* instar III yang masih bergerak aktif. Kriteria eksklusi yang ditetapkan adalah larva *Aedes aegypti* larva instar I dan II, larva yang mati dan larva yang berubah menjadi pupa. Pengamatan terhadap penelitian ini dilakukan secara observasi langsung dengan cara mencatat waktu, konsentrasi yang mampu membunuh dan jumlah larva uji yang mati.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah jeruk manis. Dalam pembuatan air perasan kulit jeruk manis, peneliti membuat larutan stok 25% yang diencerkan dengan air keran.

Sebelum melakukan pengenceran air perasan kulit jeruk manis sesuai dengan konsentrasi yang diperlukan, peneliti terlebih dahulu membuat larutan stok dengan konsentrasi 25% dengan cara kulit jeruk manis sebelum dikupas dicuci terlebih dahulu, selanjutnya diangin-anginkan. Setelah kering, selanjutnya dikupas dan diiris tipis dengan maksud mempermudah dalam menghaluskan kulit jeruk manis. Kemudian peneliti menimbang 25 gram

kulit jeruk yang sudah diiris tipis. Sebanyak 25 gram kulit jeruk tersebut dihaluskan menggunakan blender dengan menambahkan 100 ml air, sehingga diperoleh larutan stok sebanyak 25% air perasan kulit jeruk manis.

Berdasarkan rumus, konsentrasi yang digunakan dalam uji pendahuluan adalah 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Hasil yang diperoleh dalam uji pendahuluan adalah bahwa pada konsentrasi 1% larva uji sebanyak 25 ekor sudah mati semua (kematian 100%). Begitu pula pada konsentrasi 2%, 3%, 4%, dan 5%. Semua larva uji sudah mati kurang dari 24 jam. Pada uji sebenarnya, konsentrasi yang digunakan peneliti adalah konsentrasi di bawah 1% yaitu 0,05%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1%, 1,2%, dan 1,4%.

Data yang dicatat peneliti adalah kematian larva pada masing-masing media uji selama 24 jam pada pengamatan jam ke-1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 20 dan 24. Setelah diperoleh data kematian larva *Aedes aegypti*, selanjutnya peneliti melakukan analisis data. Analisis data dalam penelitian ini ada dua yaitu analisis regresi linier dan analisis regresi probit. Pada analisis regresi linier untuk mengetahui sebaran data normal atau tidak menggunakan uji Saphiro wilk karena jumlah sampelnya <50. Dilanjutkan dengan uji Levene untuk mengetahui varian datanya homogen atau tidak. Apabila distribusi datanya normal dan variannya homogen maka dilanjutkan analisis varian dengan uji *anova* satu arah dilanjutkan uji *Turkey*, tetapi apabila syarat tersebut tidak terpenuhi maka analisis dengan uji *Kruskal Wallis* dilanjutkan Uji *Mann Whitney*.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang adalah penelitian terdahulu menggunakan larutan air perasan kulit jeruk manis sedangkan pada penelitian yang sekarang menggunakan ekstrak kulit jeruk nipis dan pisang raja.

B. Telaah Pustaka Lain yang sesuai

1. Nyamuk *Aedes albopictus*

Adapun cara penularan virus DBD oleh nyamuk *Aedes albopictus* yaitu virus *dengue* yang dibawa oleh nyamuk *Aedes albopictus* betina yang di dapatkan dari penderita sebelumnya yang telah terjangkit DBD atau seseorang yang tidak terkena DBD namun terdapat virus *dengue* di dalam darahnya.

Di dalam nyamuk, virus ini akan masuk dan berkembang biak di dalam usus halus nya. Setelah melewati fase perkembangbiakan di usus halus nyamuk, virus *dengue* yang terdiri dari empat tipe yaitu : DEN-1, DEN-2, DEN-3 dan DEN-4 kemudian akan berpindah tempat menuju ke kelenjar saliva (kelenjar ludah) nyamuk dan siap menularkan ke manusia lewat gigitannya.

Proses penggigitan nyamuk betina biasanya berlangsung pada siang dan sore hari. Ketika nyamuk betina menggigit manusia, kelenjar saliva yang telah terinfeksi virus *dengue* akan masuk ke tubuh dan mulai menginfeksi.

Di dalam tubuh manusia, virus *dengue* akan mengalami masa inkubasi selama kurun waktu 4 hingga 7 hari untuk menyerang system peredaran darah yang menyebabkan terjadinya kebocoran pembuluh darah dan penurunan trombosit dalam jumlah besar hingga menimbulkan beberapa gejala seperti : Demam tinggi hingga 41°C yang bersifat akut, kelelahan, sakit kepala, mual dan muntah, nyeri di bagian belakang mata serta sendi, otot dan tulang.

Masih belum diketahui apakah nyamuk yang membawa virus *dengue*, juga dapat menularkan virusnya ke anak-anak mereka dengan transovarial atau transmisi telur. Manusia yang terinfeksi virus *dengue* adalah pembawa dan pengganda virus yang utama. Virus beredar dalam darah manusia yang terinfeksi selama dua sampai tujuh hari, kira-kira sama lamanya dengan jangka waktu demam yang penderita DBD alami. Nyamuk yang tidak atau belum terinfeksi, kemudian menggigit manusia yang terinfeksi, kemudian nyamuk ikut terinfeksi dan dapat menularkan virus ke manusia lain.

a. Klasifikasi Ilmiah

Klasifikasi Ilmiah *Aedes albopictus* adalah sebagai berikut :

Nama Binomial	: <i>Aedes albopictus</i> / Nyamuk Macan Asia / Nyamuk Hutan (<i>Stegomyia albopicta</i>)
Kingdom	: <i>Animalia</i>
Subkingdom	: <i>Bilateria</i>
Phylum	: <i>Arthropoda</i>
Subphylum	: <i>Hexapoda</i>
Class	: <i>Insecta</i>
Subclass	: <i>Pterygota</i>
Ordo	: <i>Diptera</i>
Subordo	: <i>Nematocera</i>
Family	: <i>Culicidae</i>
Subfamily	: <i>Culicinae</i>
Genus	: <i>Aedes</i> sp.
Species	: <i>Aedes albopictus</i>

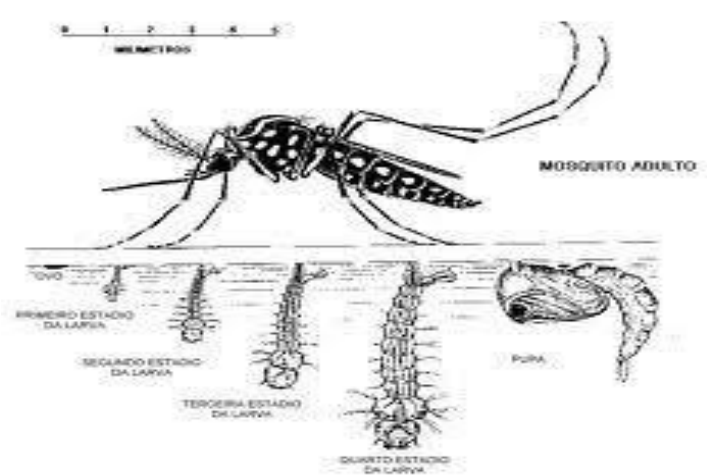
Aedes albopictus atau yang sering disebut *Tiger mosquito* atau *Forest mosquito* adalah spesies asli yang berasal dari daerah tropis, nyamuk yang dapat menularkan virus yang menyebabkan DBD. Selain menggigit manusia, nyamuk *Aedes albopictus* menggigit hewan peliharaan dan hewan buas. Sama halnya dengan nyamuk *Aedes aegypti*, nyamuk *Aedes albopictus* berperan dalam penyebaran DBD dan merupakan vektor sekunder (*secondary vector*) yang menciptakan siklus persebaran di pedesaan, pinggiran kota dan perkotaan (Pahlevi & Kesetyaningsih, 2019)



Gambar II. 1. Nyamuk *Aedes albopictus* (sumber : Boesri, 2011)

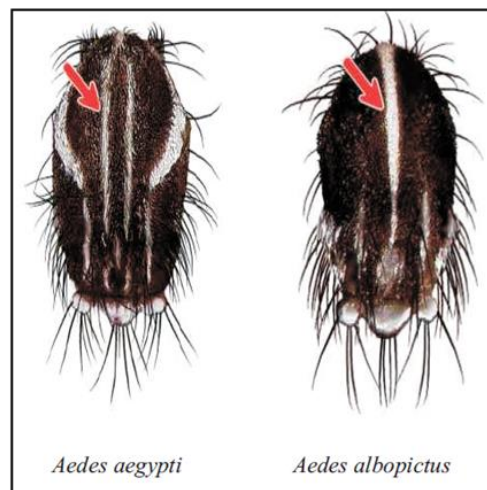
b. Morfologi dan Anatomi

Morfologi nyamuk *Aedes sp.* dapat dibagi menjadi menurut masa pertumbuhannya dan perkembangannya dalam 4 tahapan yaitu: telur, larva (jentik), pupa, nyamuk dewasa, sehingga termasuk metamorphosis yang sempurna (*holometabola*) (Nurqomariah, 2012).



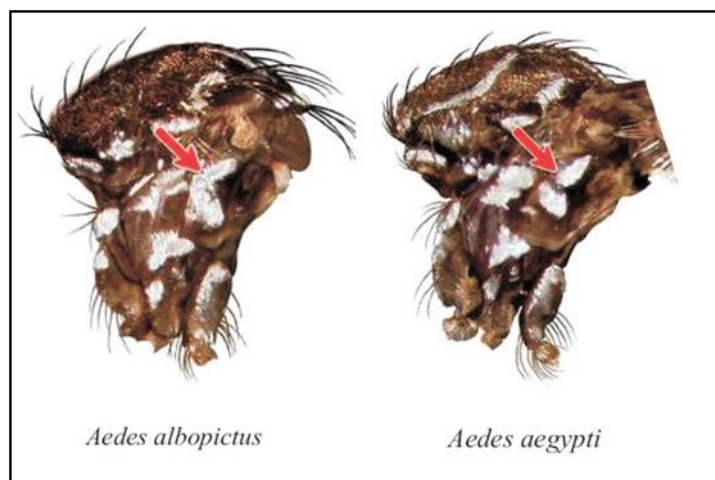
Gambar II. 2. Morfologi Nyamuk *Aedes albopictus* (sumber : Boesri, 2011)

Anatomi *Aedes aegypti* secara makroskopis terlihat hampir sama seperti *Aedes albopictus*, tetapi berbeda pada letak morfologis di punggung (mesonotum) dimana *Aedes aegypti* mempunyai punggung berbentuk garis seperti *lyre* dengan dua garis lengkung dan dua garis lurus putih, sedangkan *Aedes albopictus* hanya mempunyai satu strip putih pada *mesonotum*. Seperti terlihat pada Gambar II. 3.



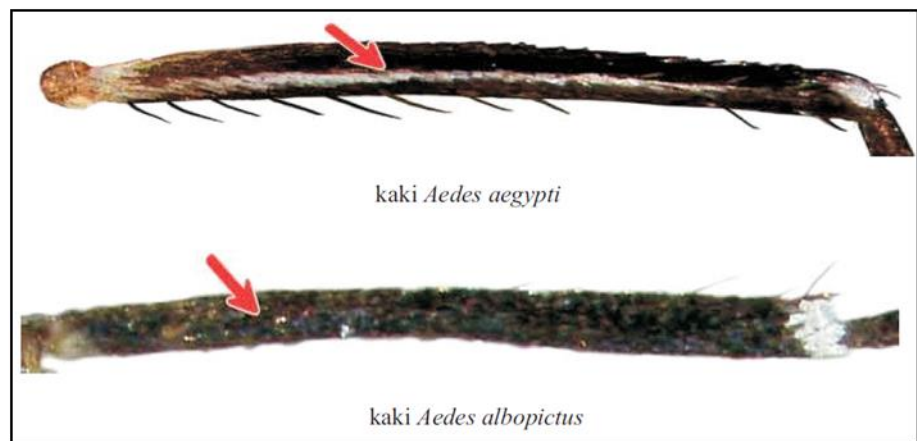
Gambar II. 3. *Mesonotum Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*.
(sumber: Rahayu, 2013)

Secara mikroskopis mesepimeron pada mesonotum antara *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* berbeda. Perbedaan ditunjukkan pada Gambar II. 4.



Gambar II. 4. Mesepimeron *Aedes albopictus* dan *Aedes aegypti*.
(sumber : Rahayu, 2013)

Anterior pada kaki *Aedes aegypti* bagian femur kaki tengah terdapat strip putih memanjang sedangkan pada *Aedes albopictus* tanpa strip putih memanjang. Perbedaan ditunjukkan pada Gambar II.5. Dengan memahami klasifikasi dan morfologi *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* sangat berperan dalam melakukan upaya pengendalian vektor DBD karena *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* mempunyai habitat yang berbeda.



Gambar II. 5. Kaki Anterior bagian femur *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. (sumber : Rahayu, 2013)

Sekilas *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* terlihat menyerupai. Apabila diamati secara makroskopis *Aedes aegypti* mempunyai punggung berbentuk garis seperti *lyre* dengan dua garis lengkung dan dua garis lurus putih. *Mesepimeron Aedes aegypti* dengan dua tambalan putih terpisah, anterior bagian femur tengah dengan strip putih memanjang. *Aedes albopictus* mempunyai satu strip putih pada mesonotum, mesepimeron membentuk tambalan putih berbentuk V, anterior bagian femur tengah tanpa strip putih memanjang.

c. Siklus Hidup

Nyamuk *Aedes albopictus* seperti juga jenis nyamuk lainnya mengalami metamorphosis sempurna, yaitu : telur-larva-pupa-nyamuk. Stadium telur, jentik dan pupa hidup di dalam air. Pada umumnya telur akan menetas menjadi jentik/larva dalam waktu ± 2 hari setelah telur

terendam air. Stadium jentik/larva biasanya berlangsung 608 hari, dan stadium kepompong (pupa) berlangsung antara 24 hari. Pertumbuhan dan telur menjadi nyamuk dewasa selama 9-10 hari. Umur nyamuk betina dapat mencapai 2-3 bulan (Kemenkes RI, 2014) *cit* (Arifin, 2016).

1) Telur

Telur nyamuk *Aedes albopictus* berwarna hitam saat pertama kali di keluarkan, lalu menjadi berwarna lebih kehitaman saat menjelang menetas. Telur berbentuk lonjong, dengan satu ujungnya lebih tumpul dan panjang kurang lebih 0,5 mm (Boesri, 2011). Telur menetas dalam waktu 1-2 hari dan tempat perindukan yang disukai adalah kebun luar rumah yang berisi air jernih dan terlindung dari cahaya matahari langsung (Sucipto, 2011) *cit* (Arifin, 2016).



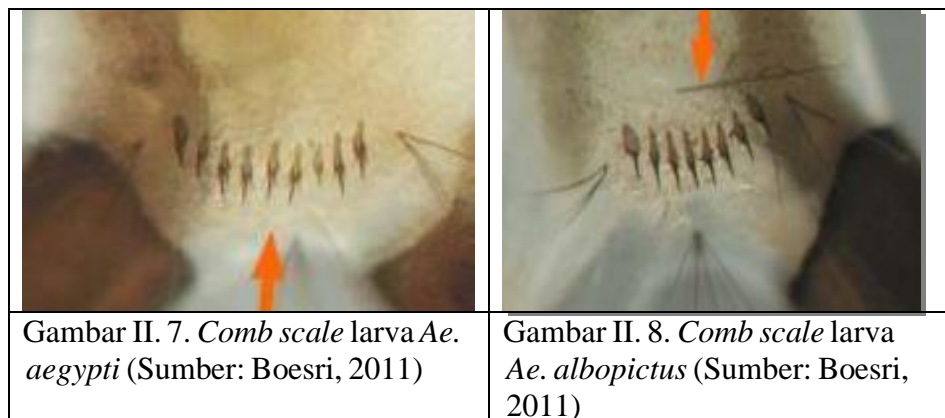
Gambar II. 6. Telur Nyamuk *Aedes albopictus*
(sumber : Pahlevi, 2010)

2) Larva/Jentik

Larva *Aedes aegypti* terdiri dari kepala, toraks dan abdomen, yang bergerak sangat lincah dan sangat sensitif terhadap getaran dan cahaya. Jentik-jentik nyamuk dapat terlihat berenang naik turun di tempat-tempat penampungan air dan pada waktu istirahat posisinya hampir tegak lurus dengan permukaan air. Biasanya berada disekitar dinding tempat penampung air sedangkan *Aedes albopictus* hidup dan berkembang di kebun dan semak-semak (Sembel, 2009).

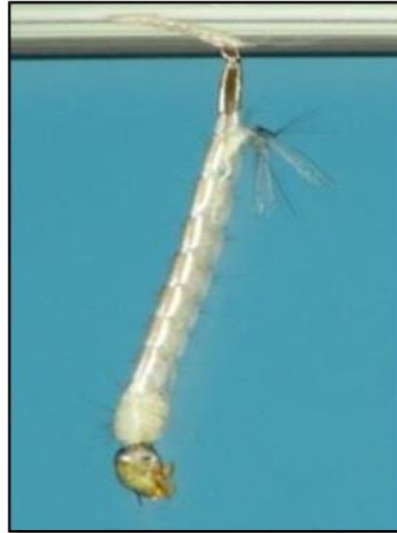
Ada 4 tingkat (instar) jentik/larva sesuai pertumbuhan larva tersebut, yaitu : instar I : berukuran paling kecil, yaitu 1-2 mm, instar II : berukuran 2,5-3,8 mm, instar III : lebih besar sedikit dari larva instar II, instar IV : berukuran paling besar 5 mm. larva mengambil makanannya di dasar TPA sehingga di sebut bottom feeder, dan mengambil oksigen di udara. Larva menjadi pupa membutuhkan waktu 7-9 hari untuk larva *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* dapat hidup pada suhu sekitar 25°C-30°C (Kemenkes RI, 2014).

Pada stadium larva ada perbedaan mendasar antara *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. Larva *Ae. aegypti* pada abdomen ke-8 terdapat satu baris sisik sikat (*comb scale*) yang pada sisi lateralnya terdapat duri-duri. Terdapat gigi pekten (*pectin teeth*) pada sifon dengan satu berkas rambut. Sikat ventral memiliki 5 pasang rambut (Gambar 7). Larva *Ae. albopictus* terdapat sisik sikat (*comb scale*) tidak berduri lateral. Gigi pekten (*pectin teeth*) dengan dua cabang. Sikat ventral memiliki 4 pasang rambut (Gambar 8).



Makanan jentik nyamuk *Ae. aegypti* yaitu dapat berupa mikroorganisme, algae dan kotoran organik, karena partikel-partikel organik yang berada di dalam air adalah salah satu makanannya untuk dapat bertahan hidup dan berkembangbiak di dalam tempat-tempat yang tergenang air kotor (Azizah *et al.*, 2016). Pada stadium ini, larva belum dapat dibedakan antara jantan dan betina, pada

pergantian kulit terakhir larva akan berubah menjadi pupa, umur rata-rata pertumbuhan mulai larva sampai menjadi pupa berkisar antara 8 sampai 14 hari.



Gambar II. 9. Larva dari *Aedes albopictus* (Sumber : Boesri, 2016)

3) Pupa / Kepompong

Pupa berbentuk seperti “koma” lebih besar namun lebih ramping dibanding jentiknya. Ukurannya lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata pupa nyamuk lain. Gerakannya lambat dan sering berada di permukaan air. Masa stadium pupa *Aedes sp* normalnya berlangsung antara 2 hari (Kemenkes RI, 2014). Siklus hidup nyamuk mulai dari telur hingga nyamuk memerlukan waktu sekitar 7-10 hari. Pertumbuhan pupa jantan memerlukan waktu selama 2 hari, sedangkan pupa betina selama 2,5 hari. Pupa akan bertahan dengan baik pada suhu dingin, yaitu sekitar 4,5⁰C dari pada suhu yang panas.

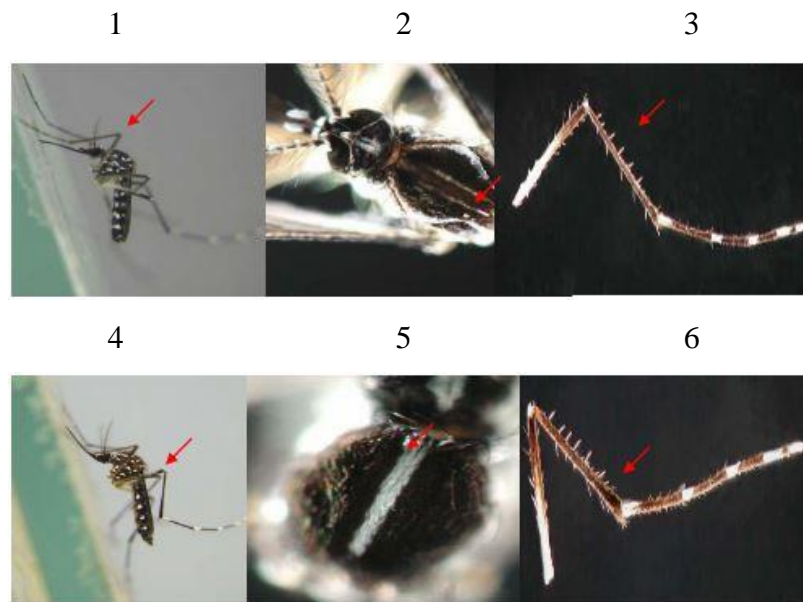


Gambar II. 10. Pupa dari *Aedes albopictus* (Sumber : Boesri, 2016)

4) Nyamuk Dewasa

Nyamuk dewasa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata nyamuk lain dan mempunyai warna dasar hitam dengan bintik-bintik putih pada bagian badan dan kaki. Vektor DBD adalah nyamuk *Aedes aegypti* betina. Perbedaan morfologi antara nyamuk *Aedes aegypti* yang betina dengan yang jantan terletak pada perbedaan morfologi antenanya, *Aedes aegypti* jantan memiliki antena berbulu lebat sedangkan yang betina berbulu agak jarang/tidak lebat. Umur nyamuk betina 8-15 hari, nyamuk jantan 3-6 hari dan seekor nyamuk betina *Aedes aegypti* setelah 3 hari menghisap darah mampu menghasilkan 80-125 butir telur dengan rata-rata 100 butir telur (Sucipto, 2011).

Nyamuk *Aedes albopictus* dewasa mempunyai ciri-ciri fisik sebagai berikut torak mempunyai gambaran sebuah pita putih longitudinal. *Aedes albopictus* yang juga berwarna hitam hanya berisi satu garis putih tebal di bagian dorsalnya (Sembel, 2009) cit (Arifin, 2016).



Keterangan : 1. Nyamuk *Aedes aegypti* 2. Torak berbentuk piala
 3. Kaki berwarna belang-belang 4. Nyamuk *Aedes albopictus*
 5. Torak terdapat simbol garis putih 6. Terdapat belang hitam putih pada kaki.

Gambar II. 11. Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Sumber : Cutwa & Meara, n.d.)

d. Habitat

Nyamuk *Aedes albopictus* mempunyai pola habitat hidup pada daerah perairan (*aquatik*) pada fase pra-dewasanya (telur, jentik, pupa) dan nyamuk dewasa memiliki habitat hidup di daratan atau udara. Walaupun habitat nyamuk dewasa di daratan dan di udara, mereka juga mencari tempat untuk berkembangbiak pada tempat lembab di dekat permukaan air untuk meletakkan telur-telurnya.

Menurut Kemenkes RI (2011) Tempat perkembangbiakan *Aedes* ialah tempat-tempat yang dapat menampung air di dalam, di luar atau sekitar rumah serta tempat-tempat umum sedangkan nyamuk *Aedes albopictus* terdapat pada daerah peternakan unggas, larva banyak dijumpai pada tendon minuman unggas. Pada daerah pedesaan dengan rumpun bambu, maka bekas tebang bambu yang ada genangan air

merupakan tempat bertelur nyamuk *Aedes albopictus* (Sembel, 2009) *cit* (Arifin, 2016).

Menurut Kemenkes RI (2011) habitat berkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- 1) Tempat penampungan (TPA) untuk keperluan sehari-hari, seperti drum, tangki reservoir, tempayan, bak mandi/WC, dan ember.
- 2) Tempat penampungan air bukan untuk keperluan sehari-hari seperti tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut, bak control pembuangan air, tempat pembuangan air kulkas/dispenser, barang-barang bekas (contoh : ban, botol, plastik dan lain-lain).
- 3) Tempat penampungan air alamiah seperti : lubang pohon, lubang batu, pelepah daun, tempurung kelapa, pelapah pisang dan potongan bambu dan tempurung coklat/karet dan lain-lain.

e. Bionomik

Bionomik vektor adalah ilmu biologi yang menerangkan pengaruh antara organisme hidup dan lingkungannya. Hal ini menyangkut kesenangan memilih tempat perindukan (*breeding place*), kesenangan menggigit (*feeding habit*), kesenangan tempat hinggap istirahat (*resting place*) dan jangkauan terbang (*flight range*).

1) *Breeding habit* (Kesenangan memilih tempat perindukan)

Tempat perindukan *Aedes albopictus* berupa genangan-genangan air yang tertampung di suatu wadah yang biasa disebut kontainer seperti drum, bak air, dan bukan pada genangan-genangan air di tanah. Nyamuk *Aedes albopictus* betina menghisap darah manusia setiap 2 hari sekali, setelah menghisap *Aedes albopictus* mencari tempat peristirahatan yaitu pakaian yang menggantung, kelambu, dinding, kolong tempat tidur, dan tempat-tempat teduh lainnya. Setelah selesai beristirahat, nyamuk *Aedes albopictus* akan meletakkan telurnya pada dinding bak mandi/WC, tempayan, drum, kaleng, ban bekas dll.

2) Feeding habit (Kesenangan dalam menggigit)

Nyamuk *Aedes albopictus* merupakan nyamuk yang lebih menyukai darah manusia dengan puncak aktifitas pada saat matahari terbit dan sebelum matahari terbenam. Sifat gigitan nyamuk *Aedes albopictus* secara multiple/menggigit beberapa kali pada beberapa individu manusia. Nyamuk betina sesudah kenyang/penuh menghisap darah tidak akan menghisap darah lagi sampai waktunya sesudah perletakkan telurnya. (Boesri, 1894)

Antropofilik merupakan sifat nyamuk *Aedes aegypti* yang berarti menghisap darah manusia, sedangkan nyamuk *Aedes albopictus* merupakan penghisap darah manusia (*antropofilik*) dan menghisap darah hewan (*zoofagik*) (WHO, 2005). Perilaku nyamuk *Aedes albopictus* betina membutuhkan darah dalam hidupnya sebelum maupun sesudah kawin. Kebiasaan mencari darah oleh nyamuk *Aedes albopictus* terjadi hampir sepanjang hari yaitu pagi pukul 08.00 (Nurhaifah & Sukesi, 2015) sampai sore hari antara pukul 15.00 sampai 17.00, dengan aktifitas menggigit pada sore hari lebih besar yaitu 2,4 kali dibandingkan dengan pagi hari.

3) Resting habit (Kesenangan hinggap mencari tempat istirahat)

Banyak dari spesies *Aedes sp.* beristirahat di permukaan dinding yang gelap dekat dengan lantai bukan pada permukaan atas dinding dekat langit-langit. Ditempat peristirahatan ini nyamuk menunggu proses pematangan telur. Setelah telur telah matang nyamuk akan meletakkan telurnya di dinding kontainer yang telah berisi air. Sedangkan *Aedes albopictus* lebih menyukai tempat diluar rumah seperti kebun yaitu di lubang-lubang pohon, lekukan tanaman dan kawasan pinggiran hutan.

4) Flight Range (Jarak terbang)

Nyamuk *Aedes sp.* bila terbang hampir tidak berbunyi sehingga manusia yang diserang tidak mengetahui kehadirannya, menyerang dari bawah atau dari belakang dan terbang sangat cepat

(Pahlevi, 2010). *Flight range* (jarak terbang) rata-rata nyamuk *Aedes aegypti* adalah sekitar 100 m. Sedangkan nyamuk *Aedes albopictus* jarak terbangnya 400-600 m.

f. Makanan

Aedes albopictus jantan memperoleh makanan pokok dari sari-sari tumbuhan yang ada di sekitar habitatnya dan jarang menghisap darah binatang maupun manusia, sedangkan nyamuk betina yang menghisap darah manusia dan binatang. Tujuan *Aedes albopictus* betina menghisap darah binatang dan manusia adalah untuk mematangkan telur. Darah mengandung protein yang dibutuhkan untuk mematangkan telur agar jika dibuahi oleh sperma nyamuk jantan dapat menetas menjadi larva.

g. Lama Hidup

Lama hidup *Aedes albopictus* yaitu antara 3-4 minggu. Sedangkan selama musim hujan lama hidup sedikit lebih panjang yang berarti penyebaran virus menjadi lebih banyak. Sedangkan menurut WHO, nyamuk *Aedes albopictus* dewasa memiliki rata rata lama hidup hanya delapan hari.

h. Kondisi Jentik Dinyatakan Mati

Alasan pemilihan larva instar III karena larva *Aedes albopictus* ukurannya cukup besar sehingga mudah untuk diidentifikasi, selain itu larva instar III merupakan sampel penelitian yang menjadi standar WHO (WHO, 2005). Perbedaan kondisi jentik dinyatakan mati dengan beristirahat adalah bila jentik disentuh dengan sedotan maka jentik tidak menanggapi respon dan tidak ada pergerakan, kemudian posisi jentik berada pada dasar container, dan posisi jentik tidak melayang-layang di dalam air maka jentik tersebut dapat dinyatakan mati. Namun jika jentik sedang beristirahat maka jentik akan menanggapi respon, dan bergerak saat menerima respon

2. Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)

a. Klasifikasi Ilmiah

Tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Tjitrosoepomo, 2010):

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Rutales</i>
Famili	: <i>Rutaceae</i>
Genus	: <i>Citrus</i>
Spesies	: <i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle



Gambar II. 12. Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2020)

b. Morfologi

Jeruk nipis merupakan jenis tanaman perdu yang banyak memiliki dahan dan ranting. Batang pohonnya berkayu dan keras. Sedangkan permukaan kulit luarnya bewarna tua dan kusam. Bunganya berukuran kecil berwarna putih dan buahnya berbentuk bulat telur berwarna hijau pada kulit luar. Adapun jeruk nipis memiliki akar tunggang dan memiliki duri yang berukuran 0,3-1,2 cm.

Jeruk nipis mempunyai daun berwarna hijau-kekuningan. Tangkai daun memiliki lebar 1-1,5 mm, tangkai daun bersayap dan tidak bersayap. Sayap beringgit melekuk ke dalam berukuran 0,5-2,5 cm. Helai daun berbentuk bulat telur elliptis atau bulat telur memanjang, ujungnya agak tumpul, tepi beringgit dan pangkal daun bulat.

Jeruk nipis merupakan tanaman asli Asia tenggara. Tinggi pohonnya dapat mencapai 3,5 meter. Bunganya dengan lima helai mahkota daun. Selain itu, bunganya berdiameter 1,5-2,5 cm. Daun mahkota dari luar berwarna putih kuning. Kelopak bunga terdiri dari 4-5 daun kelopak yang bebas atau berlekatan dan termasuk berbunga majemuk.

Buah pada jeruk nipis termasuk buah sejati tunggal berdaging kelompok buah jeruk (*hesperidium*). Buah jeruk nipis setelah tua berwarna kuning. Daging buah berwarna putih kehijauan dan mengandung air. Pada umumnya, buah jeruk nipis tumbuh satu per satu pada cabang, jarang yang membentuk dompolan dua sampai tiga buah dalam satu tandan. Selain itu, besar buah yang telah tua berdiameter 3,5-5 cm dan buah jeruk nipis berbentuk bulat serta licin.

Dalam penelitian yang dilakukan memakai buah jeruk nipis yang bulat sampai bulat telur, berwarna hijau sampai kuning dan kulit buah tipis mengandung banyak minyak atsiri.

c. Kandungan dan Sifat Kimia

Jeruk nipis mengandung beberapa unsur senyawa kimia, diantaranya limonen, linalin asetat, geranil asetat, felandren dan sitral. Di samping itu, jeruk nipis juga mengandung asam sitrat (Kabumaini dan Ranuatmaja, 2008). Selain itu, (Sarwono, 2001) menyatakan jeruk nipis mengandung 7-8% asam sitrat dari berat daging buah.

Menurut Damayanti, dkk (2008) bahwa 100 gram buah jeruk nipis mengandung vitamin C sebesar 27 miligram, kalsium 40 miligram, fosfor 22 miligram, hidrat arang 12,4 gram, vitamin B1 0,04 miligram, zat besi 0,6 gram, lemak 0,1 gram, kalori 37 gram, protein 0,8 gram dan mengandung air 86 gram.

Kandungan kimia yang terdapat pada jeruk nipis menurut Siddiq (2012) Jeruk nipis kaya akan senyawa polifenol, terpenoid dan flavonoid. Fungsi dari flavonoid dapat dijadikan sebagai antioksidan, antikanker, antibakteria, antiinflamasi dan antivirus. Selain itu, jeruk nipis juga mengandung senyawa saponin berfungsi sebagai antibakteri.

d. Manfaat

Manfaat dari jeruk nipis dapat mengobati berbagai macam penyakit antara lain: amandel, batuk, peluruh dahak, peluruh keringat, membantu proses pencernaan (diare), anyang-anyang, difteri, jerawat (Hidayat dan Napitupulu, 2015). Menurut Damayanti, dkk (2008) jeruk nipis untuk mengobati penyakit influenza, terlambat haid, disentri, mual. Sedangkan menurut Syah (2011) tanaman jeruk nipis digunakan untuk mengobati malaria, lelah, bau badan dan keriput wajah.

3. Tanaman Pisang Raja (*Musa paradisiaca* varian *raja*)

a. Klasifikasi Ilmiah

Tanaman pisang raja (*Musa paradisiaca* varian *raja*) menurut Tjitrosoepomo (2001) adalah sebagai berikut:

Kerajaan : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Kelas : *Monocotyledoneae*
Ordo : *Zingiberales*
Famili : *Musaceae*
Genus : *Musa*
Spesies : *Musa paradisiaca* varian *raja*



Gambar II. 13. Pisang Raja (*Musa paradisiaca* varian raja)
(Sumber : <https://www.njajan.com/2019/09/fungsi-pisang-raja-untuk-lamaran-dan-pernikahan.html?m=1>)

b. Morfologi

Pisang raja termasuk jenis pisang buah. Menurut ahli sejarah dan botani secara umum pisang raja berasal dari kawasan Asia Tenggara dan pulau-pulau pasifik barat. Selanjutnya menyebar ke berbagai negara baik negara tropis maupun negara subtropis. Akhirnya buah pisang dikenal di seluruh dunia. Jadi pisang raja termasuk tanaman asli Indonesia dan kultivar-kultivarnya banyak ditemukan di pulau Jawa (Zuhairini, 1997).

Tanaman pisang dapat bertumbuh dengan ideal pada dataran rendah maupun pada ketinggian hingga 1000 mdpl. Pisang yang ditanam pada tanah datar dengan ketinggian di bawah 500 mdpl akan menghasilkan produktivitas yang optimum (Cahyono, 2002). Pertumbuhan pisang didukung oleh tanah yang tidak berbatu-batu atau tergenang air, dikarenakan dapat memengaruhi perkembangan akar yang dapat menurunkan produksi tanaman (Nirmala dkk., 2016).

Buah pisang sering dikonsumsi sebagai buah segar serta dapat dimanfaatkan menjadi produk olahan. Pengolahan buah pisang mentah antara lain untuk dijadikan pati, sirup glukosa, gapek, tepung dan keripik, sedangkan buah pisang matang dapat diolah menjadi dodol, sale pisang, sari buah, selai, kolak, pisang goreng, getuk, ledre, pisang panggang, dan lain-lain (Ongelina, 2013). Sudarman & Harsono (1989) menyatakan biji buah pisang dapat digunakan untuk menyembuhkan radang selaput lendir usus, ambeien dan sariawan.

Pisang raja memiliki bentuk buah yang besar dan umumnya melengkung dengan ukuran 12-18 cm (Lestari, 2006). Kulit pisang raja cukup tebal, sehingga hanya 70-75 % bagian yang dapat dimakan dari pisang raja. Buah pisang raja yang telah matang berwarna kuning berbintik hitam dan memiliki aroma yang harum. Dalam satu tandan terdapat 6-7 sisir dan di tiap sisir terdapat 10-16 buah. Berat setiap tandan berkisar antara 4-22 kg dengan berat per buah pisang yaitu 92g (Ongelina, 2013).

Dalam penelitian yang dilakukan memakai buah pisang raja yang telah matang atau berwarna kuning dikarenakan pada saat matang pisang mengandung flavonoid dan saponin. Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat toksik dan saponin dapat menghambat kerja enzim yang berakibat penurunan kerja alat pencernaan dan penggunaan protein bagi serangga (Dinata, 2008).

c. Kandungan dan sifat kimia

Kulit pisang pada umumnya dibuang sebagai limbah organik. Meski demikian, kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata. Kulit pisang dapat sangat menguntungkan dan memiliki nilai jual yang tinggi jika dapat diolah dengan baik (Susanti, 2006).

Salah satu pemanfaatan kulit pisang yaitu dapat digunakan sebagai bahan penstabil. Senyawa yang dimanfaatkan sebagai penstabil adalah selulosa dan pektin (Saputra, 2016). Komposisi zat gizi yang terdapat dalam kulit pisang adalah protein kasar 3,63%, lemak kasar 2,52%, serat kasar 18,71%, kalsium 7,18%, fosfor 2,06% (Anhwange, 2009).

d. Manfaat

1) Meningkatkan Sistem Imun Tubuh

Pisang merupakan salah satu jenis buah yang mengandung vitamin A, vitamin C dan vitamin B6 yang bermanfaat untuk meningkatkan imun tubuh untuk mencegah infeksi bakteri dan virus penyebab penyakit.

2) Memperkuat Tulang

Pisang mengandung zat prebiotik yang disebut dengan *fructooligosaccharide* yang bermanfaat untuk membantu proses penyerapan nutrisi ke dalam tubuh. Dengan mengonsumsi buah pisang raja secara rutin maka akan membantu melengkapi kebutuhan kalsium dan juga membantu proses penyerapan kalsium tersebut.

3) Menurunkan Hipertensi

Penyakit darah tinggi atau hipertensi seringkali dipicu oleh kelebihan berat badan atau obesitas dan kadar garam tinggi di dalam tubuh karena pisang raja mengandung kalium yang bisa mencegah darah tinggi dan stroke akibat hipertensi.

4) Menyelamatkan Mata

Selain sebagai antioksidan, vitamin A yang sangat tinggi, pisang raja juga bermanfaat untuk menjaga kesehatan mata. Mengonsumsi pisang raja akan menurunkan risiko gangguan penglihatan.

5) Melancarkan Saluran Pencernaan

Kandungan zat antiasid yang terdapat pada buah pisang raja bermanfaat untuk mengatasi penyakit maag. Selain itu, mengonsumsi buah pisang raja secara teratur akan membantu memperlancar saluran pencernaan dan mencegah sembelit. Manfaat lain konsumsi pisang raja dapat membantu pertumbuhan bakteri baik karena mengandung serat yang cukup tinggi.

6) Menjaga Fungsi Ginjal

Senyawa *fenolik* antioksidan yang tinggi pada buah pisang raja memiliki manfaat untuk melindungi ginjal agar sehat dan berfungsi dengan baik. Kandungan *potassium* pada buah pisang juga berperan penting untuk menjaga kesehatan ginjal sehingga terhindar dari kerusakan.

7) Menjaga Kesehatan Kulit

Pisang raja mengandung sejumlah nutrisi penting yang sangat bermanfaat untuk kesehatan kulit. Dengan menggosokan bagian daging buah pisang raja pada bagian kulit yang terdapat jerawat.

4. Metode Ekstraksi

Ekstraksi merupakan penguraian beberapa zat yang berkhasiat atau zat aktif dari bagian tanaman obat, hewan dan beberapa jenis biota laut. Beberapa zat yang aktif tersebut terdapat dalam sel tanaman, namun diperlukan metode ekstraksi dan pelarut tertentu dalam mengekstraksi kandungan zat aktif pada tanaman. Zat aktif yang terdapat pada tanaman, hewan, biota laut pada umumnya mudah larut dalam pelarut organik. Pelarut organik yang sering dalam mengekstraksi zat aktif dari sel dalam tanaman adalah *methanol*, *etanol*, *heksan*, *dietil eter*, *benzene* dan *etil asetat*.

Beberapa jenis ekstraksi bahan alami yang biasanya digunakan adalah ekstraksi secara dingin dan panas. Metode ekstraksi secara dingin digunakan untuk sampel yang lunak, tidak tahan panas dan tidak mudah mengembang dalam cairan penyinaran. Ekstraksi secara dingin dilakukan dengan metode *maserasi*, *perkolasi* dan *soxhletasi*. Ekstraksi secara panas umumnya digunakan untuk sampel yang mempunyai bentuk dan dinding sel yang lumayan tebal. Ekstraksi secara panas digunakan untuk sampel yang tahan panas dan mempunyai tekstur yang keras seperti batang, akar dan biji. Ekstraksi secara panas dilakukan dengan metode *refluks* dan *destilasi* atau penyulingan uap air.

Maserasi merupakan proses pengekstrakan simplisia yang menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan pada temperatur ruangan. Secara teknologi, termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi kinetik berarti dilakukan pengadukan yang terus-menerus. Remaserasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama dan seterusnya (Jaden, 2000).

Ragam ekstraksi yang tepat sudah tentu bergantung pada tekstur dan kandungan air tumbuhan yang diekstraksi dan pada jenis senyawa yang diisolasi. Umumnya dalam melakukan ekstraksi awalnya perlu membunuh jaringan tumbuhan untuk mencegah terjadinya oksidasi enzim atau hidrolisis. Mencemplungkan jaringan daun segar atau bunga bila perlu dipotong-potong ke dalam etanol mendidih adalah suatu cara yang baik untuk mencapai tujuan tertentu. Alkohol merupakan pelarut yang baik untuk ekstraksi pendahuluan. Selanjutnya bahan dapat dimaserasi dalam suatu pelumat, lalu di saring. Tetapi hal ini betul-betul diperlukan bila kita ingin mengekstraksi habis. Bila mengisolasi senyawa dari jaringan hijau, keberhasilan ekstraksi dengan alkohol berkaitan langsung dengan seberapa jauh klorofil tertarik oleh pelarut tersebut. Bila ampas jaringan, pada ekstraksi ulang sama sekali tidak berwarna hijau lagi, dapat dianggap semua senyawa berbobot molekul rendah telah terekstraksi (Kusuma, 2010).

5. Prosedur Pembuatan Ekstraksi

Pembuatan ekstrak kulit buah jeruk nipis dan kulit buah pisang raja menggunakan prinsip destilasi uap atau penyulingan. Penyulingan dapat didefinisikan sebagai pemisahan komponen suatu campuran dari dua jenis cairan atau lebih berdasarkan perbedaan tekanan uap dan titik didih dari masing-masing zat tersebut. Pada proses penyulingan minyak atsiri dikenal tiga metode penyulingan yaitu penyulingan dengan air, penyulingan air-uap dan penyulingan uap.

Destilasi uap adalah metode yang populer untuk ekstraksi minyak-minyak menguap (esensial) dari sampel tanaman. Metode destilasi uap air diperuntukkan untuk menyari simplisia yang mengandung minyak menguap atau mengandung komponen kimia yang mempunyai titik didih tinggi pada tekanan udara normal. Cara mengalirkan uap air pada simplisia (umumnya cara ini dilakukan pada kandungan kimia simplisia yang mudah menguap seperti minyak atsiri), sehingga uap air menarik kandungan zat didalam

simplisia, yang kemudian terkondensasi bersama-sama menghasilkan ekstrak cair (campuran).

Destilasi air bahan yang akan disuling dihubungkan langsung dengan air mendidih atau dengan kata lain merebus tanaman secara langsung. Kelebihannya adalah alatnya sederhana dan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan minyak atsiri sebentar. Sedangkan untuk kekurangannya destilasi air ini tidak cocok untuk bahan baku yang tidak tahan uap panas dan kualitas hasil penyulingan tidak sebaik destilasi uap-air.

Destilasi uap-air bahan yang digunakan tidak kontak langsung dengan air namun diberi sekat antara air dan simplisia yang biasa disebut angsang. Prinsipnya air mendidih dan uap air akan membawa partikel minyak atsiri untuk dialirkan ke kondensor kemudian ke alat pemisah secara otomatis air dan minyak akan terpisah karena ada perbedaan berat jenis dimana berat jenis minyak lebih kecil dibandingkan berat jenis air sehingga minyak berada di atas dan air dibawah. Kelebihan destilasi uap-air yaitu alatnya sederhana tetapi bisa menghasilkan minyak atsiri dalam jumlah yang cukup banyak sehingga efisien dalam penggunaan, minyak yang dihasilkan tidak mudah menguap karena pembawanya adalah air yang tidak mudah menguap pada suhu kamar. Sedangkan kelemahannya metode ini tidak cocok untuk minyak atsiri yang rusak oleh panas uap air, serta membutuhkan waktu destilasi yang lebih panjang untuk hasil yang lebih banyak.

Destilasi uap dalam bejana tersebut hanya terdapat simplisia. Prinsipnya uap air yang dihasilkan oleh steam generator akan mengalir ke wadah simplisia dan membawa minyak atsiri bersama dengan uap air tersebut. Destilasi uap ini merupakan destilasi yang paling baik karena dapat menghasilkan minyak atsiri dengan kualitas yang tinggi karena tidak bercampur dengan air.

6. Mekanisme cara Kerja Insektisida

Insektisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik, serta virus yang digunakan untuk memberantas atau mencegah serangga yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia (Raini, 2007) Pestisida khususnya insektisida merupakan kelompok pestisida yang terbesar dan terdiri atas beberapa sub kelompok kimia yang berbeda. yaitu:

- a. *Organoklorin*, merupakan insektisida *chlorinated hydrocarbon* secara kimiawi tergolong insektisida yang relatif stabil dan kurang reaktif, ditandai dengan dampak residunya yang lama terurai di lingkungan.
- b. *Organofosfat*, insektisida ini merupakan ester asam fosfat atau asam tiofosfat. Pestisida ini umumnya merupakan racun pembasmi serangga yang paling toksik secara akut terhadap binatang bertulang belakang seperti ikan, burung, reptil dan mamalia. Cara kerja pestisida ini adalah dengan cara mengikat enzim *asetilkolinesterase*.
- c. *Karbamat*, kelompok ini merupakan asam *N-metilkarbamat* yang bekerja menghambat *asetilkolinesterase*. Tetapi pengaruhnya terhadap enzim tersebut tidak berlangsung lama, karena prosesnya cepat *reversibel*.
- d. *Piretroid* dan yang berasal dari tanaman lainnya. *Piretroid* berasal dari piretrum diperoleh dari bunga *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Insektisida tanaman lain adalah nikotin yang sangat toksik secara akut dan bekerja pada susunan saraf. Piretrum mempunyai toksisitas rendah pada manusia tetapi dapat menimbulkan alergi pada orang yang peka.

Kemampuan insektisida agar dapat membunuh serangga sangat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu bentuk, cara masuk ke dalam badan serangga, macam bahan kimia, konsentrasi, dan jumlah takaran (dosis) dari insektisida tersebut. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membunuh serangga dengan insektisida yaitu harus mengetahui spesies yang akan dikendalikan, susunan badannya, ukurannya, bentuk mulutnya, stadium sistem pernafasan, habitat, perilaku, dan kebiasaan makannya (Astuti & Nusa, 2009).

Beberapa istilah yang berhubungan dengan insektisida yaitu:

- a. *Ovisida*, adalah insektisida yang membunuh pada stadium telur.

- b. *Larvasida*, adalah insektisida yang membunuh pada stadium larva.
- c. *Adultisida*, adalah insektisida yang membunuh pada stadium dewasa.

Insektisida yang ideal dan efektif mengusir serangga memiliki beberapa sifat sebagai berikut:

- a. Tidak memiliki warna dan tidak memiliki bau yang tidak menyenangkan.
- b. Mudah dalam menggunakannya serta dapat dicampur dengan macam-macam bahan pelarut.
- c. Memiliki harga yang murah dan mudah untuk didapatkan dalam jumlah yang banyak.
- d. Harus memiliki susunan senyawa kimia yang stabil dan tidak mudah untuk terbakar.
- e. Memiliki daya bunuh yang tinggi serta cepat dan tidak menimbulkan gangguan pada hewan vertebrata, ternak, dan manusia.

7. Cara Insektisida Membunuh Sasaran

a. Fisis

Insektisida memblokir proses metabolisme tubuh serangga, bukan reaksi biokemis melainkan secara mekanis misalnya dengan cara tertutupnya saluran pernafasan dan penyerapan air dari dalam tubuh sehingga serangga akan kehilangan kandungan air dan serangga akan mati.

b. Merusak Enzim

Beberapa logam berat akan mengubah sistem kehidupan serangga dan merusak enzimnya seperti logam cadmium dan timah hitam. Enzim yang telah rusak akan menyebabkan kegagalan organ serangga dan secara perlahan akan mati.

c. Menghambat Metabolisme

Insektisida menghambat transport *electron mitokondria* serangga, misalnya : *rotenon* HCN *dinetrophenols* dan *organating*. Proses pertumbuhan serangga akan terganggu dan metabolisme serangga secara perlahan tidak akan berperan atau gagal fungsi. Serangannya akan komplikasi lalu mati.

d. Merusak Saraf

Jenis yang merusak saraf adalah *methyl bromide*, *ethylene dibromide*, *hydrogen cyanida*. Insektisida merusak saraf tubuh serangga dengan cara kerja fisis.

e. Meracuni Otot

Insektisida yang masuk akan meracuni otot tubuh serangga karena mekanisme kerja insektisida ini melewati atau berhubungan langsung dengan jaringan otot serangga.

8. Cara Kerja Insektisida Masuk ke dalam Tubuh Larva

Sebagai negara tropis, menurut (Noshirma *et al.*, 2016) Indonesia memiliki flora yang sangat beragam dan mengandung cukup banyak jenis tumbuhan yang merupakan sumber bahan larvasida hayati. Dari survei literatur hasil penelitian diperoleh beberapa tumbuhan sebagai larvasida hayati dan memiliki senyawa kimia atau insektisida alami yang dapat membunuh sasaran melalui tubuh hewan dengan berbagai macam cara seperti :

a. Racun Kontak (*contact poison*)

Racun kontak (*contact poison*) merupakan insektisida yang masuk ke dalam badan larva yang terserap melalui kulit pada saat terkena kontak di dalam air yang mengandung residu insektisida.

b. Racun Perut (*stomach poison*)

Racun perut (*stomach poisons*) merupakan insektisida yang membunuh serangga dengan cara masuk ke pencernaan melalui makanannya. Insektisida masuk ke organ pencernaan serangga dan diserap oleh dinding usus kemudian ditranslokasikan ke tempat sasaran yang mematikan sesuai dengan jenis bahan aktif insektisida. Oleh karena itu, serangga harus dipastikan memakan tanaman yang sudah disemprot insektisida yang mengandung residu yang cukup untuk membunuh serangga tersebut. Tanaman-tanaman yang digunakan sebagai ekstraksi umumnya adalah sebagai *stomach poisoning* atau racun perut yang dapat mengakibatkan gangguan pada sistem pencernaan larva *Aedes sp.*

sehingga larva tersebut gagal berkembang dan akhirnya mati (Noshirma *et al.*, 2016).

c. Racun Pernafasan (*fumigans*)

Racun pernapasan (*fumigants*) merupakan insektisida yang masuk ke dalam badan serangga melalui sistem pernapasan (*spirakel*) dan juga melalui permukaan badan serangga (Dina Devita Sari, 2017). Insektisida ini digunakan untuk semua serangga tanpa harus memperhatikan bentuk mulutnya. Penggunaan insektisida ini harus sangat berhati-hati terutama jika digunakan pada ruangan yang tertutup, kedap udara tanpa sirkulasi udara.

9. Cara Kerja Larvasida

Cara kerja larvasida dalam membunuh larva adalah sebagai racun kontak yang mempunyai mekanisme, insektisida masuk ke dalam tubuh larva *Aedes albopictus* melalui *tarsus*, jadi insektisida masuk melalui ekstrak yang telah dicampur dengan air sebagai media larva yang tumbuh. Larva mati dikarenakan racun yang masuk melalui *tarsus* dan organ pernafasan akan menghambat pertumbuhan metabolisme sel yaitu berarti juga menghambat transport elektron dalam mitokondria sehingga pembentukan energi dari makanan sebagai sumber energi dalam sel tidak dapat terjadi dan sel tidak dapat berfungsi, hal ini yang menyebabkan larva mati (Prasetyowati *et al.*, 2018).

10. Metode Pengendalian Nyamuk

Pada umumnya pengendalian nyamuk dapat dilakukan baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap stadium pra-dewasa maupun dewasanya. Apabila upaya pengendalian secara langsung tepat mengenai sasaran, misalnya penggunaan sapu lidi dan penyemprotan nyamuk secara individual. Sedangkan cara tidak langsung, secara fisik tidak langsung mengenai sasaran antara lain penyemprotan residual pada dinding – dinding rumah (Prasetyowati *et al.*, 2014).

a. Pengendalian Senyawa Kimia

Pengendalian dengan cara kimiawi dilakukan menggunakan senyawa atau bahan kimia yang digunakan baik untuk membunuh nyamuk (*insektisida*) maupun jentiknya (*larvasida*), mengusir atau menghalang nyamuk (*repellent*) supaya nyamuk tidak menggigit. Disamping itu masih banyak senyawa kimia yang dapat digunakan dalam rangkai pemberantasan nyamuk maupun jentiknya, yaitu senyawa - senyawa kimia yang bersifat menarik nyamuk (*attractant*), menghambat pertumbuhan (*Insect Growth Regulator* atau *Insect Growth Inhibitor*) dan memandulkan nyamuk (Afridah *et al.*, 2017).

1) Senyawa Kimia Alamiah

Penggunaan senyawa kimia alamiah disebabkan karena senyawa kimia nabati mudah terurai oleh sinar matahari sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan dan tidak berpengaruh pada hewan non target. Penggunaan senyawa kimia alamiah adalah dengan menggunakan ekstrak tumbuh tumbuhan yang mengandung senyawa *alkaloid, saponin, nikotin, anabasin* dan *lupinin* dapat membunuh larva nyamuk dan tanaman yang tergolong dalam family : *Panaceae, Cucurbitaceae, Umbelliferae, Leguminoseae, Labiatae, Liliceae, Compositae dan Euphorbiaceae* beracun terhadap nyamuk. Ekstrak bawang putih (*Alium sativum*) dapat membunuh larva *Culex peus, Culec tarsalis, dan Aedes aegypti* (Noshirma *et al.*, 2016).

2) Senyawa Kimia Non-Nabati

Senyawa kimia non-nabati berupa *derivate-derivate* minyak bumi seperti minyak tanah dan minyak pelumas yang mempunyai daya insektisida. Caranya minyak dituang diatas permukaan air sehingga terjadi suatu lapisan tipis yang dapat menghambat pernafasan larva nyamuk. Untuk mempertahankan daya insektisidanya maka harus diulangi misalnya dalam jangka waktu seminggu sekali, sehingga terjadi suatu lapisan tipis pada permukaan air.

3) Senyawa Kimia Sintetik

Senyawa kimia sintetik dikenal dengan cara menggunakan larvasida. Larvasida yang digunakan adalah temephos atau abate. Dosis yang digunakan adalah untuk 10 liter air cukup dengan 1 gr abate atau 10 gr (seukuran dengan satu sendok makan) untuk 100 liter air dan seterusnya.

Pengendalian vektor secara kimia sintetik juga dapat dilakukan dengan insektisida. Sasaran insektisida berupa nyamuk stadium dewasa maupun stadium pra-dewasa. Dalam penggunaannya, penentuan jenis, dosis dan metode aplikasi merupakan syarat penting untuk dipahami dalam pengendalian vektor. Aplikasi insektisida yang berulang di satuan ekosistem akan menimbulkan terjadinya resistensi serangga sasaran. Ada beberapa variabel yang mempengaruhi tingkat resistensi nyamuk terhadap pestisida. Variabel – variabel tersebut antara lain konsentrasi pestisida, frekuensi penyemprotan dan luas daerah penyemprotan.

Fenomena resistensi tersebut selanjutnya dapat dijelaskan dengan beberapa teori evolusi yaitu suatu ketika dilakukan penyemprotan pestisida, nyamuk yang peka akan mati, sebaliknya yang tidak peka akan melangsungkan hidupnya. Paparan pestisida yang terus menerus menyebabkan nyamuk dapat beradaptasi sehingga jumlah nyamuk yang kebal semakin bertambah banyak. Nyamuk yang kebal tersebut dapat membawa sifat atau gen resistensinya terhadap pestisida pada keturunannya. Nyamuk yang sudah kebal akan terus mengembangkan kemampuannya agar bisa lebih kebal terhadap jenis pestisida yang lain (Rahayu, 2013).

a) Abate Selektif

Menurut (Tyas Wurarningsih, 2008) upaya pencegahan jentik nyamuk adalah dengan kegiatan abatisasi selektif yaitu pemberian serbuk abate pada sekolah-sekolah, tempat - tempat umum dan rumah penduduk dengan positif jentik.

Dilakukannya kegiatan abatisasi selektif apabila ditemukan kasus DBD dan wilayah tersebut termasuk endemis dan memenuhi kriteria untuk dilakukan abatisasi yaitu nilai (Angka Bebas Jentik) ABJ <95% dan termasuk kedalam wilayah yang kondisi ketersediaan air bersih untuk kebutuhan sehari-harinya (Faizah, Suryawati and Fatmasari, 2018).

b. Pengendalian Biologis

Pemberantasan terhadap jentik *Aedes albopictus* yang dikenal dengan istilah Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN), dilakukan dengan cara :

1) Pengendalian Fisik

Pengendalian secara fisik ini untuk mengurangi atau menghindari gigitan nyamuk atau gangguan nyamuk dengan memasang kawat kasa (kawat nyamuk) pada semua lubang yang ada di rumah, seperti lubang angin, jendela, pintu dan lubang lainnya. Cara ini sangat baik dan bersifat permanen, walaupun dalam pembuatannya diperlukan biaya yang mahal. Tidur menggunakan kelambu sangat dianjurkan untuk mengurangi gigitan nyamuk waktu tidur pada daerah endemis (Depkes RI, 2017).

Upaya lainnya yaitu dengan kegiatan 3M (Menguras, Menutup, Mengubur) yaitu menguras bak mandi, bak WC, menutup tempat penampungan air rumah tangga, serta mengubur atau memusnahkan barang – barang bekas. Pengurasan tempat – tempat penampungan air (TPA) perlu dilakukan secara teratur sekurang agar nyamuk tidak dapat berkembang biak di tempat itu. Menurut (Yudhastuti and Vidiyani, 2015) menguras tempat penampungan air dengan menyikat dasar dan dindingnya secara teratur merupakan salah satu pengendalian secara fisik yang ampuh untuk mencegah berkembang biaknya nyamuk.

Membersihkan atau mengangkat tanaman air atau lumut di tempat perindukan nyamuk penular. Mengalirkan air, penimbunan atau pemerataan tempat perindukan yang berupa genangan – genangan air di tanah sebagai akibat penggalian atau alamiah. Penggelontoran atau

membuat banjir buatan dengan membuat dam atau pintu air pada tempat perindukan yang berupa genangan air atau selokan yang airnya tergenang pada musim tertentu.

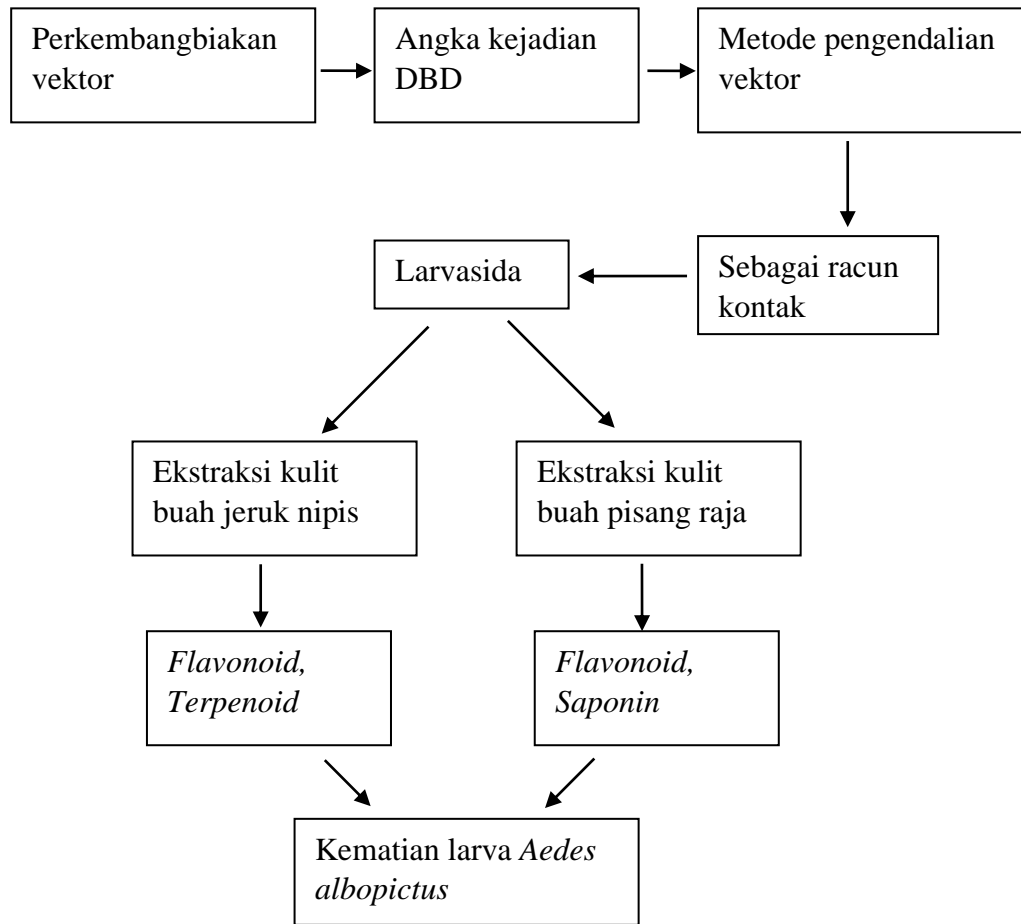
2) Pengendalian Kimia

Pengendalian secara kimia ini dengan cara memberantas jentik *Aedes albopictus* menggunakan insektisida pembasmi jentik (larvasida) yang dikenal dengan istilah *abatisasi*, larvasida yang biasa digunakan adalah *temephos* (abate). Formulasi *temephos* ini mempunyai efek residu 3 bulan pada dalam air.

3) Pengendalian Biologi

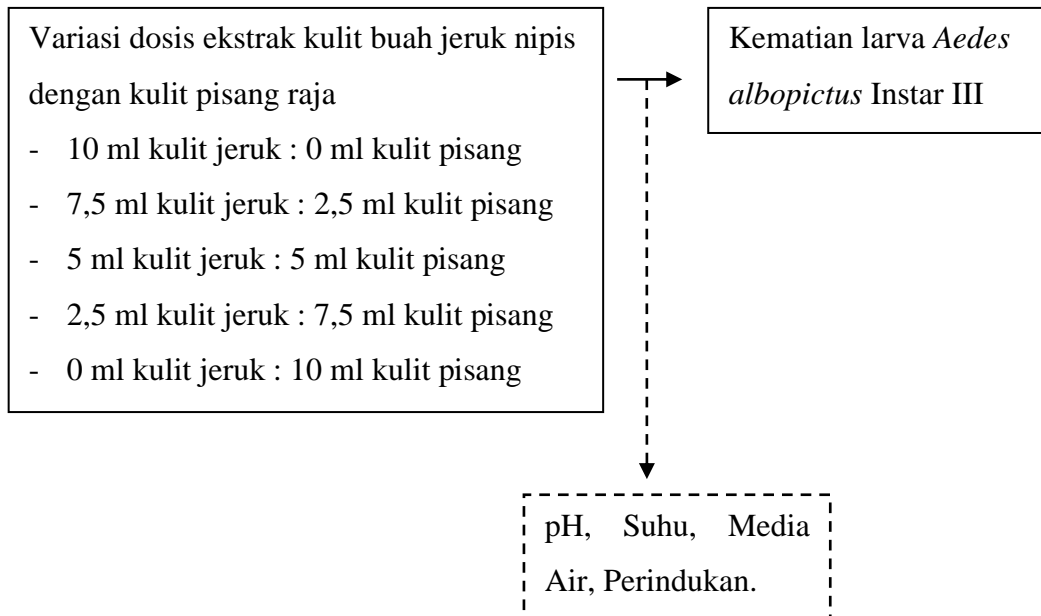
Pengendalian secara biologi ini dapat dilakukan dengan menyebarkan musuh alami seperti predator atau parasite di daerah terjangkau atau daerah *endemis*. Berbagai jenis ikan pemakan larva dapat membantu program pengendalian vektor, proses ini biasa disebut dengan istilah ikanisasi yaitu dengan cara memelihara ikan pemakan jentik (ikan cupang, ikan kepala timah dan ikan guppy). Ikan akan secara alami memakan jentik untuk kebutuhan makanannya (Sucipto. C.D, 2011).

C. Kerangka Teori



Gambar II. 14. Skema Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep



Keterangan :

—————> : Variabel yang diteliti

-----> : Variabel yang tidak diteliti

Gambar II. 15. Skema Kerangka Konsep