

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jambu Biji

2.1.1 Klasifikasi Jambu Biji

Tanaman jambu biji merupakan tanaman tropis yang pertama kali ditemukan di Amerika Tengah oleh Nikolai Ivanovich Vavilov saat melakukan ekspedisi ke beberapa negara di Asia, Afrika, Eropa, Amerika Selatan, dan Uni Soviet antara tahun 1887-1942. Seiring dengan berjalannya waktu, jambu biji menyebar di beberapa negara seperti Thailand, Taiwan, Indonesia, Jepang, Malaysia, dan Australia (Parimin, 2005) .

Nama ilmiah jambu biji adalah *Psidium guajava*. Kata “psidium” berasal dari bahasa Yunani yang berarti delima, sedangkan “guajava” merupakan nama pemberian dari orang Spanyol. Berdasarkan taksonomi tumbuhan, jambu biji diklasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Myrtales
Famili : Myrtaceae
Genus : Psidium
Spesies : *Psidium guajava* Linn (Parimin, 2005).

2.1.2 Morfologi Jambu Biji

Jambu biji merupakan tanaman perdu bercabang banyak yang tingginya dapat mencapai 3-10 meter. Penanaman menggunakan biji memiliki umur lebih panjang dari pada mencangkok atau mengenkulasi. Namun, umumnya tanaman ini mencapai umur berkisar 30-40 tahun.

Batang jambu biji berkulit keras, liat, tidak mudah patah, dan kuat. Batang dan cabangnya berwarna coklat atau coklat keabu-abuan (Parimin, 2005). Batang muda berbentuk segiempat, berwarna hijau atau merah muda, dengan rambut berwarna keabu-abuan. Batang tua bulat dan keras, kulit batang licin berwarna coklat kemerahan dengan lapisan yang tipis dan mudah terkelupas jika sudah mengering. Bila kulitnya dikelupas akan terlihat bagian dalam batangnya berwarna hijau dan berair (Faridah, 2011).



Gambar 2.1.2. Daun Jambu Biji (Parimin, 2005)

Daun jambu biji berbentuk bulat panjang, bulat langsing, atau bulat oval dengan ujung tumpul atau lancip (Parimin, 2005). Jambu biji memiliki daun tunggal, bertangkai pendek, dan bertulang daun menyirip. Kedudukan daun dapat bersilangan dan letak daun berhadapan. Terdapat korelasi antara bentuk daun dengan bentuk buahnya jambu biji yang berdaun kecil-kecil buahnya pun kecil (jambu kerikil). Jika bentuk daunnya bulat, buahnya pun bulat. Pohon yang daunnya memanjang dan agak lancip ujungnya, buahnya berbentuk buah pir (Faridah, 2011).

Tanaman ini memiliki warna daun yang beragam seperti hijau tua, hijau muda, merah tua, dan hijau berbelang kuning. Permukaan daun ada yang halus mengilap dan halus biasa. Panjang helai daun sekitar 5-15 cm dan lebar 3-6 cm. Sementara panjang tangkai daun berkisar 3-7 mm (Parimin, 2005).

Bunga keluar dari ketiak daun. Kelopak dan mahkota masing-masing terdiri dari lima helai. Benang sari banyak dengan tangkai sari berwarna putih. Bunganya ada yang sempurna (hermaprodit) sehingga pembuahannya akan terbentuk jika terjadi penyerbukan.

Buah berbentuk bulat atau bulat lonjong dengan kulit buah berwarna hijau saat muda dan berubah kuning muda mengilap setelah matang. Warna daging buah umumnya putih biasa, putih susu, merah muda, merah menyala, serta merah tua. Aroma buah biasanya harum saat buah matang (Parimin, 2005).

2.1.3 Kandungan Daun Jambu Biji

Daun jambu biji mengandung senyawa aktif seperti *alkaloid*, *saponin*, *tanin*, minyak atsiri, *flavonoid*, *fenol*, *lignan* dan *sterol* (Dewanti dkk., 2005). *Terpenoid*, *flavonoid* dan *alkaloid* memiliki aktivitas hormon *juvenile* yang menyebabkan gangguan pada perkembangbiakan telur *Aedes aegypti* menjadi larva (Elimam dkk., 2009).

Saponin termasuk ke dalam senyawa *terpenoid*. Senyawa ini akan mengikat *sterol* bebas dalam saluran pencernaan serangga. *Sterol* merupakan zat yang berfungsi sebagai prekursor hormon *ekdison*. Hormon *ekdison* berfungsi untuk proses pergantian kulit. Sehingga menurunnya jumlah *sterol* bebas dalam tubuh serangga akan mengakibatkan terganggunya proses pergantian kulit (*moulting*) pada serangga (Aminah dkk., 2001). *Tanin* akan menghambat masuknya

zat-zat makanan yang diperlukan oleh serangga, sehingga kebutuhan nutrisi serangga tidak terpenuhi (Dewanti dkk., 2005).

Kandungan minyak atsiri pada daun *Vitex trifolia L.* dapat menyebabkan periode larva dan pupa menjadi lebih panjang, meningkatkan mortalitas larva, dan deformitas pada stadium dewasa. Kandungan minyak atsiri juga dapat menurunkan kemampuan perubahan ke stadium dewasa (*adult emergence*), daya fekunditas, dan fertilitas telur pada serangga percobaan (Tandon *et al.*, 2008).

Flavonoid merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat insektisida. *Flavonoid* menyerang bagian syaraf pada beberapa organ vital serangga sehingga timbul suatu perlemahan syaraf (Dinata, 2009). Bila senyawa *flavonoid* masuk ke mulut serangga dapat mengakibatkan kelemahan pada saraf dan kerusakan pada spirakel sehingga serangga tidak bisa bernafas dan akhirnya mati. Selain itu, sekelompok *flavonoid* yang berupa *isoflavon* juga memiliki efek pada reproduksi serangga, yakni menghambat proses pertumbuhan serangga (Heinrich, 2009).

2.2 Nyamuk *Aedes aegypti*

2.2.1 Klasifikasi *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* yang telah terinfeksi virus *dengue* akan menyebarkan virus dengan menggigit manusia lain. Setelah itu, virus akan menyebar ke aliran darah. Kemudian akan terjadi reaksi

imunologi di dalam tubuh yang akan bermanifestasi klinis demam tinggi dan peningkatan permeabilitas kapiler. Peningkatan permeabilitas kapiler menyebabkan kebocoran plasma pada pembuluh darah seluruh tubuh sehingga menyebabkan syok hipovolemik (*dengue shock syndrome*) yang dapat menyebabkan kematian (Depkes, 2006).

Taksonomi nyamuk *Aedes aegypti* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Kelas : Insecta

Ordo : Diptera

Family : Culicidae

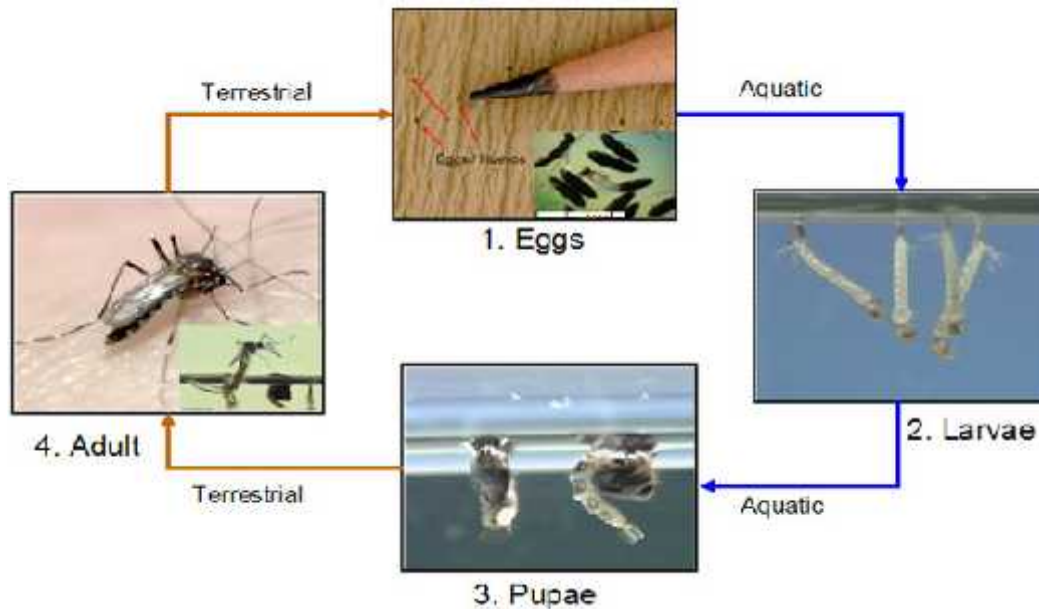
Genus : Aedes

Spesies : *Aedes aegypti* (Universal Taxonomic Services, 2012).

2.2.2 Siklus Hidup *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki siklus hidup metamorfosis sempurna (Gambar 2.2.2), artinya sebelum menjadi stadium dewasa nyamuk *Aedes aegypti* mengalami beberapa stadium pertumbuhan, yakni stadium telur (menetas 1-2 hari setelah perendaman air) kemudian berubah menjadi stadium larva. Pada stadium larva *Aedes aegypti* mengalami beberapa tahapan perkembangan dari instar I sampai instar IV yang memerlukan waktu sekitar 5 hari. Selanjutnya menjadi

stadium pupa selama \pm 2 hari sebelum akhirnya menjadi nyamuk dewasa (Depkes RI, 2007).



Gambar 2.2.2. Siklus Perkembangan Nyamuk *Aedes aegypti* (Centers for Disease Control, 2012).

2.2.2.1 Stadium Telur *Aedes aegypti*

Bentuk telur nyamuk *Aedes aegypti* berupa elips atau oval memanjang, berwarna hitam, dengan ukuran 0,5-0,8 mm, permukaan *polygonal*, dan tidak memiliki alat pelampung. Telur diletakkan satu persatu pada benda-benda yang terapung atau pada dinding bagian dalam tempat penampungan air (TPA) yang berbatasan langsung dengan permukaan air (Soegijanto, 2006). Selama masa bertelur, seekor nyamuk betina mampu meletakkan 100-400 butir telur (Kardinan, 2003).



Gambar 2.2.2.1. Telur *Aedes aegypti* 500 x 299 (Centers for Disease Control, 2007)

2.2.2.2 Stadium Larva *Aedes aegypti*

Larva terdiri atas 4 sub-stadium (instar), yakni instar I-IV yang berlangsung selama 6-8 hari. Berdasarkan Ditjen PP & PL (2005), 4 sub-stadium (instar) larva (Gambar 2.2.2.2) yaitu:

- a. Larva instar I: berukuran 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada belum jelas dan corong pernapasan pada *siphon* belum jelas.
- b. Larva instar II: berukuran 2,5-3,5 mm, duri-duri dada belum jelas, corong kepala mulai menghitam.
- c. Larva instar III: berukuran 4-5 mm, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman.
- d. Larva instar IV: berukuran 5-6 mm dengan warna kepala gelap.



Gambar 2.2.2.2. Larva Instar I-IV *Aedes aegypti* (Gama ZP dkk., 2010).

2.2.2.3 Stadium Pupa *Aedes aegypti*

Pupa berbentuk bengkok, dengan bagian kepala-dada (*cephalothorax*) lebih besar bila dibandingkan dengan bagian perutnya, sehingga tampak seperti tanda baca “koma”. Waktu istirahat posisi pupa sejajar dengan bidang permukaan air (Soegijanto, 2006).

Pupa memiliki kantong udara yang terletak diantara bakal sayap nyamuk dewasa dan sepasang sayap pengayuh yang saling menutupi sehingga memungkinkan pupa untuk menyelam cepat dan mengadakan serangkaian jungkiran sebagai reaksi terhadap rangsang (Aradilla, 2009). Pupa bernafas pada permukaan air melalui sepasang struktur seperti terompet yang kecil pada toraks. Setelah selongsong pupa robek oleh gelembung udara karena gerakan aktif, maka akan keluar nyamuk dewasa (Aradilla, 2009).



Gambar 2.2.2.3. Pupa *Aedes aegypti* (Florida Medical Entomology Laboratory).

2.2.2.4 Stadium Dewasa *Aedes aegypti*

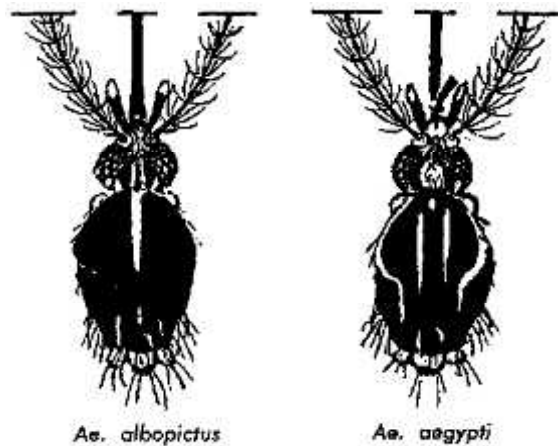
Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki ukuran lebih kecil dari pada *Culex quinquefasciatus* (Santi, 2011). Ciri khas dari nyamuk *Aedes aegypti* yaitu dengan adanya garis-garis dan bercak-bercak putih keperakan di atas dasar warna hitam (Gambar 2.2.2.4.a).



Gambar 2.2.2.4.a. Nyamuk *Aedes aegypti* (San Mateo County Mosquito and Vector Control District).

Ciri khas utama lainnya adalah terdapat dua garis lengkung yang berwarna putih keperakan di kedua sisi lateral dan dua

buah garis lengkung sejajar di garis median dari punggungnya yang berwarna dasar hitam (*lyre shaped marking*) (Soegijanto, 2006).



Gambar 2.2.2.4.b. *Lyre shaped marking Aedes aegypti* (WHO, 1995).

2.2.3 Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* biasanya berukuran lebih kecil dari pada nyamuk rumah (*Culex quinquefasciatus*) dan memiliki tubuh berwarna hitam kecoklatan. Tubuh dan tungkainya ditutupi sisik dengan garis-garis putih keperakan. Sisik-sisik ini mudah rontok pada nyamuk tua sehingga menyulitkan dalam identifikasi. Selain itu, nyamuk ini juga memiliki dua garis melengkung vertikal pada bagian kiri dan kanan. Ukuran dan warna nyamuk dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan nutrisi yang diperoleh selama masa perkembangan sehingga sering kali berbeda antar populasi. Perbedaan nyamuk jantan dan betina dapat diamati dengan mata telanjang, yakni nyamuk jantan umumnya lebih kecil dari nyamuk betina dan memiliki rambut-rambut tebal pada antenanya (Santi, 2011).

2.2.4 Bionomik *Aedes aegypti*

Bionomik merupakan perilaku atau kebiasaan cara hidup. Bionomik vektor *Aedes aegypti* terdiri dari tempat perindukan nyamuk, perilaku menghisap darah dan perilaku istirahat.

2.2.4.1 Tempat Perindukan Nyamuk

Tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti* biasanya berupa genangan air yang tertampung disuatu tempat atau bejana dan bukan di genangan air tanah. Hal ini dikarenakan *Aedes aegypti* tidak dapat berkembang biak dengan genangan air yang langsung bersentuhan langsung dengan tanah. Berdasarkan survei yang telah dilakukan di beberapa kota di Indonesia, diperoleh hasil bahwa tempat yang paling potensial sebagai perindukan *Aedes aegypti* adalah tempat penampungan air (TPA) yang digunakan sehari-hari. TPA tersebut meliputi, drum, tempayan, bak mandi, ember, dan sejenisnya. Sedangkan tempat perindukkan lainnya disebut non-TPA (meliputi, vas bunga, tempat minum hewan, dan lain-lain) dan TPA alamiah (seperti, lubang pohon, pelepah daun, pangkal pohon pisang, dan lain-lain).

Nyamuk *Aedes aegypti* biasanya meletakkan telurnya di tempat gelap, terbuka lebar, dan terlindung dari sinar matahari langsung baik di dalam rumah (*indoor*) maupun di luar rumah (*outdoor*). Tempat perindukan yang ada di dalam rumah yang paling utama adalah tempat-tempat

penampungan air seperti, bak mandi, bak air WC, tandon air minum, tempayan, gentong tanah liat, gentong plastik, ember, drum, vas tanaman hias, perangkap semut, dan lain-lain. Sedangkan tempat perindukan yang ada di luar rumah (halaman) yaitu, drum, kaleng bekas, botol bekas, ban bekas, pot bekas, pot tanaman hias yang terisi oleh air hujan, tandon air minum, dan lain-lain.

2.2.4.2 Perilaku Menghisap Darah

Makanan nyamuk *Aedes aegypti* berada di dalam dan di luar rumah. Nyamuk *Aedes aegypti* betina membutuhkan protein untuk memproduksi telurnya. Oleh karena itu, nyamuk betina memerlukan darah untuk pemenuhan kebutuhan proteinnya, sedangkan nyamuk jantan menghisap cairan tumbuhan atau sari bunga untuk kebutuhan nutrisinya. Nyamuk ini biasanya menghisap darah manusia pada pagi hari pukul 08.00-10.00 dan sore hari pukul 16.00-18.00.

Nyamuk *Aedes aegypti* betina memiliki kebiasaan menghisap darah berulang kali (*multiple bites*) dalam satu siklus *gonotropik* untuk memenuhi lambungnya dengan darah. Kebiasaan menghisap darah seperti itulah yang memudahkan pemularan DBD. Selain rasa lapar, ada beberapa faktor penyebab nyamuk *Aedes aegypti* mencari makan, yaitu bau yang dipancarkan oleh inang, temperatur, kelembaban, kadar karbon dioksida, dan warna. Bau memegang peranan penting

dalam menemukan inang pada jarak yang jauh (Sembiring, 2009).

2.2.4.3 Perilaku Istirahat

Setelah selesai menghisap darah nyamuk *Aedes aegypti* betina berada di dalam rumah terutama pada tempat benda-benda tergantung, berwarna gelap, dan di tempat-tempat terlindung lainnya. Pada tempat-tempat tersebut nyamuk betina beristirahat dan menunggu proses pematangan telur. Telur yang telah matang akan diletakkan pada dinding permukaan air tempat perkembangbiakannya. Pada umumnya telur akan menetas menjadi jentik dalam waktu ± 2 hari setelah telur terendam air. Nyamuk betina dapat mengeluarkan telur sebanyak 100 butir setiap kali bertelur. Telur tersebut dapat bertahan sampai berbulan-bulan bila berada di tempat kering dengan suhu -2°C sampai 42°C dan bila di tempat tersebut tergenang air atau kelembabannya tinggi maka telur dapat menetas lebih cepat.

2.3 Pengendalian Vektor

Salah satu upaya menurunkan faktor resiko penularan DBD adalah dengan pengendalian vektor. Pengendalian vektor ini bertujuan mengurangi kontak vektor dengan manusia serta meminimalkan habitat potensial perkembangbiakan, menurunkan kepadatan, dan umur vektor. Pengendalian

vektor meliputi 4 cara, yaitu secara kimia, biologi, fisik, dan manajemen lingkungan.

2.3.1 Secara Kimia

Sasaran pengendalian vektor secara kimia adalah stadium pra-dewasa sampai stadium dewasa. Pengendalian ini dilakukan dengan menggunakan insektisida. Insektisida merupakan bahan yang bersifat toksik, sehingga dalam penggunaannya perlu mempertimbangkan dosis dan metode aplikasi yang tepat. Karena selain membunuh vektor, insektisida juga memiliki dampak bagi lingkungan maupun organisme yang bukan sasaran termasuk mamalia dan terutama manusia. Disamping itu, aplikasi insektisida yang berulang di satuan ekosistem dapat menimbulkan terjadinya resistensi serangga sasaran. Terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi tingkat resistensi nyamuk terhadap suatu pestisida. Variabel-variabel tersebut antara lain konsentrasi pestisida, frekuensi penyemprotan, dan luas penyemprotan.

Fenomena resistensi itu dapat dijelaskan dengan teori evolusi yaitu ketika suatu lokasi dilakukan penyemprotan pestisida maka nyamuk yang peka akan mati dan yang tidak peka akan tetap melangsungkan hidupnya. Paparan pestisida yang terus menerus terhadap nyamuk yang tidak peka akan menyebabkan nyamuk beradaptasi dan jumlah nyamuk yang mengalami resistensi semakin bertambah banyak. Selain itu, resistensi ini dapat bersifat genetik sehingga dapat diturunkan ke generasi berikutnya. Selanjutnya, nyamuk yang telah mengalami

resistensi terhadap satu jenis pestisida tertentu akan terus mengembangkan diri agar dapat beradaptasi terhadap jenis pestisida yang lain (Kasumbogo, 2004).

2.3.2 Secara Biologi

Pengendalian vektor secara biologi dilakukan dengan menggunakan agen biologi, seperti: predator/pemangsa, parasit, dan bakteri. Predator yang digunakan yaitu ikan pemakan jentik seperti ikan guppy, cupang, tampalo, dan ikan gabus. Agen biologi lain seperti *Bacillus thuringiensis* (BTI) digunakan sebagai larvasida yang tidak mengganggu lingkungan. Formula BTI cenderung cepat mengendap di dasar wadah, karena itu dianjurkan pemakaiannya berulang kali. Selain itu, BTI juga dapat menghancurkan larva nyamuk tanpa menyerang predator (Sembiring, 2009).

2.3.3 Secara Fisik

Pengendalian vektor secara fisik dikenal dengan 3 M, yaitu menguras (seperti bak mandi, dan bak wc), menutup (tempat penampungan air rumah tangga seperti tempayan, drum, dan lain-lain), dan mengubur (dapat juga menyingkirkan atau memusnahkan barang-barang bekas seperti kaleng, ban, botol plastik, dan lain-lain). Berdasarkan siklus hidup vektor DBD, pengurasan tempat-tempat penampungan air perlu dilakukan secara teratur minimal seminggu sekali agar nyamuk tidak dapat berkembang biak pada tempat-tempat tersebut (Sembiring, 2009).

2.3.4 Secara Manajemen Lingkungan

Manajemen lingkungan merupakan upaya pengelolaan lingkungan, sehingga lingkungan menjadi tidak kondusif sebagai habitat perkembangbiakan nyamuk. Pengendalian ini dapat dilakukan dengan menghambat pertumbuhan vektor seperti menjaga kebersihan lingkungan rumah serta mengurangi tempat-tempat gelap dan lembab di lingkungan tempat tinggal. Disamping itu, juga dapat dilakukan pengendalian secara fisik (menguras, menutup, dan mengubur) dan secara biologi (memelihara ikan predator dan menabur larvasida). Lingkungan fisik seperti tipe pemukiman, sarana dan prasarana penyediaan air, vegetasi serta musim sangat berpengaruh terhadap habitat perkembangbiakan vektor (Sembiring, 2009).

2.4 Insektisida

Insektisida merupakan bahan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Insektisida yang baik mempunyai sifat mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat, tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan ternak, murah harganya, serta mudah didapat dalam jumlah besar. Selain itu, insektisida yang baik juga harus mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar, mudah dipergunakan, dapat dicampur dengan berbagai macam bahan pelarut, dan tidak berwarna serta tidak berbau yang tidak menyenangkan (Hoedojo, 2006).

Beberapa istilah yang berhubungan dengan insektisida adalah (Ridad, 1999):

1. Ovisida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium telur

2. Larvasida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium larva/nimfa
3. Adultisida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium dewasa
4. Akarisida, yaitu insektisida untuk membunuh tungau
5. Pedikulisida, yaitu insektisida untuk membunuh tuma.

Efektifitas insektisida untuk membunuh serangga bergantung pada bentuk, cara masuk ke tubuh serangga, jenis bahan kimia, konsentrasi, dan jumlah (dosis) insektisida. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan insektisida ialah mengetahui spesies serangga yang akan dikendalikan, ukurannya, susunan badannya, dan stadiumnya (Hoedojo, 2006). Klasifikasi insektisida :

1. Berdasarkan cara masuknya ke dalam badan serangga, yaitu:
 - a. Racun kontak, yaitu insektisida yang masuk ke dalam badan serangga dengan perantaraan tarsus (jari-jari kaki) pada waktu istirahat di permukaan yang mengandung residu insektisida.
 - b. Racun perut, yaitu insektisida yang masuk ke dalam badan serangga melalui mulut, jadi insektisida ini harus dimakan.
 - c. Racun pernapasan, yaitu insektisida yang masuk melalui sistem pernapasan (Hoedojo, 2006; Ridad, 1999).
2. Berdasarkan macam bahan kimia, yaitu:
 - a. Insektisida anorganik, terdiri dari golongan *sulfur* dan *merkuri*, golongan *arsenikum*, serta golongan *flour*.
 - b. Insektisida organik berasal dari alam, terdiri dari golongan insektisida berasal dari tumbuh-tumbuhan dan golongan insektisida berasal dari bumi (minyak tanah dan minyak).

- c. Insektisida organik sintetis, terdiri dari golongan organik klorin (*diklodifenil-trikloroetan*, *dieldrin*, *klorden*, *heksaklorobenzena*, *linden*), golongan organik fosfor (*malation*, *paration*, *diazinon*, *fenitrothion*, *temefos*, *dichlorvos*, *ditereks*), golongan organik nitrogen (*dinitrofenol*), golongan sulfur (*karbamat*), dan golongan tiosinat (*letena*, *tanit*) (Hoedojo, 2006; Ridad, 1999).

2.5 Insektisida Nabati

2.5.1 Pengertian Insektisida Nabati

Insektisida nabati secara umum dapat diartikan sebagai suatu insektisida yang berbahan dasar tumbuhan. Insektisida nabati relatif lebih mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan terbatas, karena terbuat dari bahan alami nabati. Penggunaan insektisida nabati bertujuan agar pengguna tidak hanya tergantung pada insektisida sintesis. Namun bukan berarti pengguna harus meninggalkan dan menganggap tabu penggunaan insektisida sintetis. Tujuan lainnya adalah untuk meminimalisir penggunaan insektisida sintetis sehingga dapat mengurangi dampak terhadap lingkungan (Kardinan, 2004).

Insektisida nabati mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu-ribu senyawa bioaktif seperti *alkaloid*, *fenolik*, dan zat kimia sekunder lainnya. Kandungan senyawa bioaktif pada tanaman dapat dimanfaatkan layaknya insektisida sintetis. Perbedaannya adalah bahan aktif pada insektisida nabati disintesa dari tumbuhan dan jenis yang digunakan dapat lebih dari satu macam

(campuran). Bagian-bagian tumbuhan seperti daun, bunga, buah, biji, kulit, batang, serta bagian lainnya dapat digunakan sebagai insektisida nabati dalam bentuk utuh, bubuk, ataupun ekstraksi (dengan air ataupun pelarut organik). Insektisida nabati merupakan bahan alami yang bersifat mudah terurai di alam (*biodegradable*) sehingga relatif aman bagi manusia maupun ternak karena residunya mudah hilang dan tidak mencemari lingkungan (Naria, 2005).

2.5.2 Pembuatan Insektisida Nabati

Pembuatan insektisida nabati dari berbagai jenis tumbuhan belum dapat dijelaskan secara khusus atau distandarisasi karena masing-masing tumbuhan tidak memiliki sifat yang sama sehingga tidak berlaku secara umum. Pembuatan insektisida nabati dapat dilakukan secara sederhana atau secara laboratorium. Cara sederhana (jangka pendek) dapat dilakukan dengan penggunaan ekstrak sesegera mungkin setelah pembuatan ekstrak dilakukan. Cara laboratorium (jangka panjang) biasanya dilakukan oleh tenaga ahli yang sudah terlatih sehingga produk insektisida nabati menjadi mahal. Selain itu, hasil kemasan secara laboratorium memungkinkan untuk disimpan dalam jangka waktu yang relatif lebih lama.

Bahan insektisida nabati dapat dihasilkan dengan teknik sebagai berikut:

1. Penggerusan, penumbukan atau pengepresan untuk menghasilkan produk berupa tepung, abu atau pasta

2. Rendaman untuk produk ekstrak
3. Ekstraksi dengan menggunakan bahan kimia pelarut disertai perlakuan khusus oleh tenaga yang terampil dan dengan peralatan yang khusus.

2.5.3 Keunggulan dan Kelemahan Insektisida Nabati

Penggunaan insektisida nabati memiliki keunggulan dan kelemahan, yaitu sebagai berikut (Naria, 2005) :

2.5.3.1 Keunggulan

- a. Insektisida nabati tidak atau hanya sedikit meninggalkan residu pada komponen lingkungan dan bahan makanan sehingga dianggap lebih aman dari pada insektisida sintetis/kimia
- b. Zat pestisidik dalam insektisida nabati lebih cepat terurai di alam sehingga tidak menimbulkan resistensi pada sasaran
- c. Dapat dibuat sendiri dengan cara yang sederhana
- d. Bahan membuat insektisida nabati dapat tersedia di sekitar rumah
- e. Secara ekonomi akan mengurangi biaya pembelian insektisida.

2.5.3.2 Kelemahan

Selain memiliki keunggulan, insektisida nabati juga memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan tersebut antara lain :

- a. Frekuensi penggunaan insektisida nabati lebih tinggi dibandingkan dengan insektisida sintesis. Tingginya frekuensi penggunaan insektisida nabati karena sifatnya yang mudah terurai di lingkungan sehingga harus lebih sering diaplikasikan
- b. Insektisida nabati memiliki bahan aktif yang kompleks (*multiple activeingredient*) dan kadang kala tidak dapat di deteksi
- c. Tanaman insektisida nabati yang sama, tetapi tumbuh di tempat yang berbeda, iklim berbeda, jenis tanah berbeda, umur tanaman berbeda, dan waktu panen yang berbeda mengakibatkan bahan aktifnya menjadi sangat bervariasi.

2.6 Obat Nyamuk Semprot

Obat nyamuk semprot kalengan (*spray*) atau *aerosol* mengandung bahan aktif *propoxur*, *d-allethrin*, *tetra metrin*, dan *d-fenotrin*. Obat nyamuk jenis ini lebih efektif membunuh banyak nyamuk dibandingkan dengan obat nyamuk jenis lainnya. Efek yang diharapkan adalah membunuh nyamuk dan efek residunya dapat menghalau nyamuk.

Obat nyamuk semprot terbuat dari bahan-bahan yang sedikit berbeda dari jenis-jenis obat nyamuk lainnya. Obat nyamuk semprot memiliki cairan pelarut sebagai bahan pembakar dan bahan-bahan lainnya. Cairan pelarut yang digunakan biasanya sebuah *alcohol organic* seperti etanol atau propanol, yang digunakan untuk mencairkan bahan aktif pada konsentrasi

yang sesuai. Cairan pelarut ini juga akan mengikat seluruh material yang dicampurkan, dan menjamin bahwa produk tersebut akan tetap terjaga secara efektif meskipun disimpan dalam jangka waktu yang lama. Zat pembakar merupakan sebuah komposisi yang mudah menguap yang menghasilkan tekanan yang besar dan dimasukkan dalam tabung.

Zat pembakar pada umumnya berbentuk gas-gas hidrokarbon cair seperti : *propane, butane* atau *isobutene, hydrofluoro carbons*, dan *dimethyl ether*. Bahan-bahan lainnya seperti getah tanaman juga ditambahkan untuk membuat produk tersebut sebagai kosmetik atau pelembab kulit. Selain itu, terdapat komposisi lain yang ditambahkan untuk mencegah korosi dan menjaga keawetan produk. Komposisi pengepakan juga merupakan bagian yang penting dari sebuah bahan pengusir nyamuk jenis semprot.

Pengepakan ini dapat berbentuk sebuah tabung logam yang terbuat dari baja plat tipis. Pelapisan cat dari tabung ini dapat memelihara dari reaksi bahan-bahan yang digunakan dalam formulasi bahan pengusir nyamuk. Katup atau klep sebagai komponen lain untuk mengunci pengepakan. Katup mempunyai dua tugas sebagai *seal* (penyekat) dari tekanan kandungan isi dalam tabung dan sebagai pengendali kandungan isi bahan yang akan disemprot. Katup-katup mempunyai tiga bagian yaitu, selang dasar yang menghantarkan produk dari dasar tabung menuju katub bodi, katup bodi yang berfungsi mencampur produk dan zat pembakar, serta tombol penggerak yang ketika ditekan produknya akan keluar (Siswiyanti, Lutfianto, 2000).

2.7 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut. Hasil dari ekstraksi disebut ekstrak. Ekstrak berupa sediaan yang diperoleh dengan cara ekstraksi tanaman obat dengan ukuran partikel tertentu dan menggunakan medium pengekstraksi yang tertentu pula (Agoes, 2007).

Tujuan ekstraksi adalah untuk menarik dan memisahkan senyawa yang terdapat dalam bahan alam baik dari tumbuhan, hewan, dan biota laut dengan menggunakan pelarut organik tertentu. Proses ekstraksi ini didasarkan pada kemampuan pelarut organik untuk menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel secara *osmosis* yang mengandung zat aktif (Depkes, 2006).

Ekstraksi dipengaruhi oleh kandungan bahan yang akan disari dan dapat ditingkatkan dengan campuran etanol dan air. Kandungan bahan dapat berupa zat aktif ataupun zat lainnya yang dapat ditelusuri dari studi pustaka. Dengan mengetahui kandungan bahan ekstraksi, maka dapat dilakukan percobaan untuk menentukan perbandingan pelarut yang tepat dalam ekstraksi (Depkes RI, 1986).

Ada beberapa cara untuk menghasilkan ekstrak. *Micella* merupakan salah satu hasil ekstrak dengan cara pemisahan cairan dari residu tanaman obat. *Micella* dapat diubah menjadi bentuk obat siap pakai, seperti ekstrak cair dan *tincture* (hasil ekstrak dalam larutan alkohol) atau sebagai produk/bahan antara yang selanjutnya dapat diproses menjadi ekstrak kering (Agoes, 2007).

Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan ekstrak untuk keperluan farmasi, yaitu :

1. Jumlah simplisia yang diekstrak

Jumlah simplisia yang digunakan berpengaruh terhadap perhitungan dosis obat yang akan dibuat.

2. Derajat kehalusan simplisia

Kehalusan memengaruhi luas permukaan simplisia yang akan berkontak dengan pelarut.

3. Jenis pelarut yang akan digunakan

Jumlah pelarut perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi keamanan obat dan efisiensi penarikan zat berkhasiat dari tanaman obat.

4. Temperatur/suhu penyari akan menentukan jumlah dan kecepatan penyaringan

5. Lama waktu penyarian

Hal ini penting untuk menentukan jumlah bahan yang tersari, sebagai contoh penyari decoctum memerlukan waktu 30 menit (Farmakope Belanda Edisi V), sedangkan dalam Farmakope Belanda Edisi VI, waktu penyarian untuk decoctum dan infus sama, yaitu selama 15 menit. Menurut penelitian, jumlah zat yang tersari adalah sama antara waktu penyarian 30 menit dan 15 menit.

6. Proses ekstraksi

Proses ekstraksi sebaiknya terlindung dari cahaya karena ada beberapa komponen ekstrak yang peka terhadap cahaya. Selain itu juga dalam proses ekstraksi terdapat perbedaan skala antara laboratorium dan industri.

Skala laboratorium menggunakan skala becks, sedangkan industri menggunakan sistem berkesinambungan (Agoes, 2007).

Dalam melakukan ekstraksi juga perlu memperhatikan pemilihan bahan penyari yang baik. Bahan penyari yang baik harus memenuhi kriteria berikut:

1. Murah dan mudah diperoleh
2. Stabil secara fisika dan kimia
3. Bereaksi netral
4. Tidak mudah menguap dan tidak mudah terbakar
5. Selektif, yaitu hanya menarik zat berkhasiat yang dikehendaki
6. Tidak mempengaruhi zat berkhasiat
7. Diperbolehkan oleh peraturan (Depkes RI, 1986).

Farmakope Indonesia telah menetapkan bahwa sebagai cairan penyari adalah air, etanol, etanol-air, atau eter. Ekstraksi pada perusahaan obat tradisional masih terbatas pada penggunaan cairan penyari air, etanol, atau etanol-air.

Etanol dipertimbangkan sebagai penyari, karena:

1. Lebih selektif
2. Kapang dan kuman sulit tumbuh dalam etanol 20% keatas
3. Tidak beracun
4. Netral
5. Absorpsinya baik
6. Etanol dapat bercampur dengan air, dengan segala perbandingan Panas yang diperlukan untuk pemekatan lebih sedikit. Sedang kerugiannya adalah bahwa etanol mahal harganya (Depkes RI, 1986).

2.8 Maserasi

Maserasi adalah cara penyarian yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari. Dalam perendaman cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif. Hal tersebut mengakibatkan zat aktif akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang di luar sel, sehingga larutan yang terpekat didesak ke luar. Peristiwa tersebut terus berulang sampai terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel (Depkes RI, 1986).

Maserasi digunakan untuk mengekstrak simplisia dengan kandungan zat aktif yang mudah larut dan tidak mudah mengembang dalam cairan penyari. Cairan penyari yang digunakan dapat berupa air, etanol, air-etanol, atau pelarut lain. Jika maserasi menggunakan cairan penyari dengan air, maka pada awal ekstraksi dapat ditambahkan bahan pengawet untuk mencegah timbulnya kapang. Keuntungan ekstraksi dengan cara maserasi adalah cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana serta mudah diusahakan (Depkes RI, 1986).

Maserasi pada umumnya dilakukan dengan memasukan 10 bagian simplisia dengan derajat halus yang cocok ke dalam bejana, kemudian ditambah 75 bagian cairan penyari. Setelah itu, bejana ditutup dan dibiarkan selama 5 hari terlindung dari cahaya, sambil berulang-ulang diaduk. Setelah 5 hari sari diserai, ampas diperas. Ampas ditambah cairan penyari secukupnya diaduk dan diserikai, sehingga diperoleh seluruh sari sebanyak 100 bagian. Bejana

ditutup, dibiarkan di tempat sejuk, terlindung dari cahaya, selama 2 hari kemudian endapan dipisahkan (Depkes RI, 1986).

Diperlukan pelarut yang sesuai untuk membuat ekstrak simplisia serbuk dengan cara maserasi. Pelarut yang digunakan harus dapat menyari sebagian besar metabolik sekunder yang terdapat dalam serbuk simplisia. Pelarut dapat menggunakan etanol 70 % dengan cara memasukkan satu bagian serbuk kering simplisia ke dalam maserator, tambahkan 10 bagian pelarut. Kemudian, sambil diaduk-aduk selama 6 jam rendaman pertama. Setelah itu, diamkan selama 18 jam. Pisahkan maserat dengan cara pengendapan, sentrifugasi, dekantasi atau filtrasi. Proses penyarian diulangi sekurang-kurangnya dua kali dengan jenis dan jumlah pelarut yang sama.

Kumpulkan semua maserat, kemudian uapkan dengan penguap vakum atau penguap tekanan rendah hingga diperoleh ekstrak kental. Pada ekstraksi dengan cara maserasi, perlu dilakukan pengadukan. Pengadukan diperlukan untuk meratakan konsentrasi larutan di luar butir serbuk simplisia, sehingga dengan pengadukan tersebut tetap terjaga adanya derajat perbedaan konsentrasi yang sekecil-kecilnya antara larutan di dalam sel dengan larutan di luar sel. Hasil ekstraksi dengan cara maserasi perlu dibiarkan selama waktu tertentu agar zat-zat yang tidak diperlukan mengendap dan ikut terlarut dalam cairan penyari (Depkes RI, 1986). Maserasi dapat dilakukan modifikasi misalnya:

1. Digesti

Digesti adalah cara maserasi dengan menggunakan pemanasan lemah, yaitu pada suhu 40°-50° C. Cara maserasi ini hanya dapat dilakukan untuk simplisia yang zat aktifnya tahan terhadap pemanasan.

2. Maserasi dengan Mesin Pengaduk

Penggunaan mesin pengaduk yang berputar terus-menerus dapat mempersingkat waktu proses maserasi menjadi 6 sampai 24 jam.

3. Remaserasi

Cara ini dengan membagi cairan penyari menjadi dua bagian. Bagian pertama digunakan untuk maserasi serbuk simplisia. Setelah diendapkan dan diperas, ampas serbuk simplisia kemudian dimaserasi kembali dengan cairan penyari bagian kedua.

4. Maserasi Melingkar

Maserasi dapat diperbaiki dengan mengusahakan agar cairan penyari selalu bergerak dan menyebar. Dengan cara ini penyari selalu mengalir kembali secara berkesinambungan melalui serbuk simplisia dan melarutkan zat aktifnya.

5. Maserasi Melingkar Bertingkat

Pada maserasi melingkar bertingkat, penyarian tidak dapat dilaksanakan secara sempurna, karena pemindahan massa akan berhenti bila keseimbangan telah terjadi. Masalah ini dapat diatasi dengan maserasi melingkar bertingkat (M.M.B) (Depkes RI, 1986).