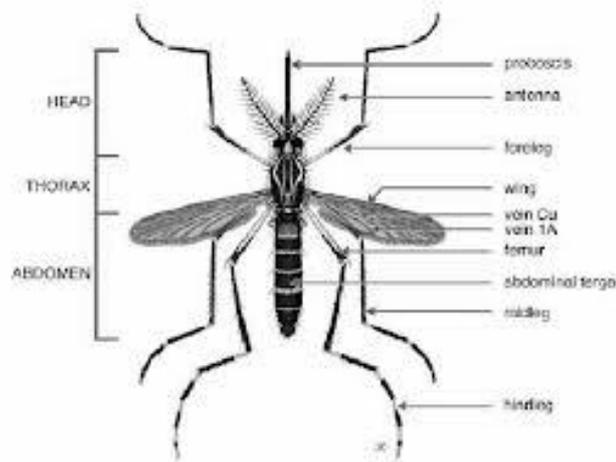


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan sejenis nyamuk yang biasanya ditemui di kawasan tropis. Namanya diperoleh dari perkataan Yunani *aēdēs*, yang berarti "tidak menyenangkan", karena nyamuk ini menyebarkan beberapa penyakit berbahaya seperti demam berdarah dan demam kuning. *Aedes aegypti* yang berperan sebagai vector penyakit semuanya tergolong stegomya dengan ciri-ciri tubuh bercorak belang hitam putih pada dada, perut, tungkai. Corak ini merupakan sisi yang menempel di luar tubuh nyamuk. Corak putih pada dorsal dada (punggung) nyamuk berbentuk seperti siku yang berhadapan.



Gambar 2.1 Nyamuk *Aedes aegypti* (Anonim, 2013)

Aedes aegypti merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus dengue penyebab penyakit demam berdarah. Selain membawa virus dengue, *Aedes aegypti* juga pembawa virus demam kuning (*yellow fever*) dan chikungunya. Penyebarannya sangat luas, meliputi hampir setiap daerah tropis di seluruh dunia.

Aedes aegypti umumnya aktif pada pagi hingga siang hari. Penularan penyakit dilakukan oleh nyamuk betina karena nyamuk betina yang mengisap darah. Hal itu dilakukan karena untuk memperoleh asupan protein yang diperlukan untuk memproduksi telur. Sedangkan nyamuk jantan tidak membutuhkan darah dan memperoleh energi dari nektar bunga ataupun tumbuhan. *Aedes aegypti* menyukai area yang gelap dan benda-benda berwarna hitam atau merah. Demam berdarah kerap menyerang anak-anak karena anak-anak cenderung duduk di dalam kelas selama pagi hingga siang hari dan kaki mereka yang tersembunyi di bawah meja menjadi sasaran nyamuk (Novianti, 2009).

2.1.1 Klasifikasi *Aedes aegypti*

Menurut Rueda (2004), klasifikasi *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Arthropoda (berkaki buku)
Kelas	: Hexapoda (berkaki enam)
Ordo	: Dipteria (bersayap dua)
Famili	: Culicidae (keluarga nyamuk)
Subfamili	: Culicinae (termasuk tribus Anophelini dan Toxo. Ynchitini)
Genus	: Aedes
Upagenus	: stegomyia
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i>

2.1.2 Morfologi *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* berasal dari Afrika, nyamuk ini mempunyai kebiasaan menggigit berulang (multiple-biters) dan menggigit pada siang hari (day biting mosquito). Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa terdiri dari atas kepala,

dada (toraks) dan perut (abdomen). Tanda khas *Aedes aegypti* berupa gambaran lyre pada bagian dorsal toraks (mesonotum) yaitu sepasang garis putih yang sejajar di tengah dan garis lengkung putih yang lebih tebal pada tiap sisinya. Probosis berwarna hitam, skutelum bersisik lebar berwarna putih dan abdomen berpita putih pada bagian basal. Ruas tarsus kaki belakang berpita putih (Sungkar, 2005).

2.1.3 Morfologi Telur dan Larva



Gambar 2.2 telur *Aedes aegypti* (Anonim)

Telur *Aedes aegypti* berukuran kecil (± 50 mikron), berwarna hitam, sepintas lalu, tampak bulat panjang dan berbentuk jorong (oval) menyerupai torpedo. Dibawah mikroskop, pada dinding luar (*exochorion*) telur nyamuk ini, tampak adanya garis-garis yang membentuk gambaran menyerupai sarang lebah. Di alam bebas telur nyamuk ini diletakan satu per satu menempel pada dinding wadah / tempat perindukan terlihat sedikit diatas permukaan air. Di dalam laboratorium, terlihat jelas telur telur ini diletakan menempel pada kertas saring yang tidak terendam air sampai batas setinggi 2-4 cm diatas permukaan air. Di

dalam laboratorium telur menetas dalam waktu 1-2 hari, sedangkan di alam bebas untuk penetasan telur diperlukan waktu yang kurang lebih sama atau dapat lebih lama bergantung pada keadaan yang mempengaruhi air di wadah/tempat perindukan. Apabila wadah air yang berisi telur mengering, telur bisa tahan selama beberapa minggu atau bahkan beberapa bulan. Ketika wadah air itu berisi air lagi dan menutupi seluruh bagian telur, telur itu akan menetas menjadi jentik.



Gambar 2.3 Larva *Aedes aegypti* (Sumber : dinkeskotapadang1.wordpress.com)

Setelah telur menetas tumbuh menjadi larva yang disebut larva stadium I (instar I). Kemudian larva stadium I ini melakukan 3 kali pengelupasan kulit (ecdysis atau moulting)., berturut-turut menjadi larva stadium 2,3 dan larva stadium 4. larva stadium akhir ini lalu melakukan pengelupasan kulit dan berubah bentuk menjadi stadium pupa. Larva stadium 4 berukuran 7 X 4 mm, mempunyai pelana yang terbuka, bulu sifon satu pasang dan gigi sisir yang berduri lateral. Dalam air di wadah, larva nyamuk *Aedes aegypti* bergerak sangat lincah dan aktif, dengan memperlihatkan gerakan-gerakan naik ke permukaan air dan turun ke dasar wadah secara berulang-ulang. Larva *Ae.aegypti* dapat hidup di wadah yang mengandung air ber pH 5,8 – 8,6. Jentik dalam kondisi yang sesuai akan berkembang dalam waktu 6-8 hari dan kemudian berubah menjadi pupa (kepompong).

2.1.3.1 Pupa *Aedes aegypti*



Gambar 2.4 Pupa *Aedes aegypti* (Anonim, 2010)

Pupa nyamuk berbentuk seperti koma. Kepala dan dadanya bersatu dilengkapi sepasang terompot pernapasan. Stadium pupa ini adalah stadium tak makan. Jika terganggu dia akan bergerak naik turun di dalam wadah air. Dalam waktu lebih kurang dua hari, dari pupa akan muncul nyamuk dewasa. Jadi, total siklus dapat diselesaikan dalam waktu 9-12 hari.

2.1.3.2 Nyamuk *Aedes aegypti* Dewasa



Gambar 2.5 Nyamuk dewasa *Aedes aegypti* (Anonim, 2002)

Nyamuk *Aedes aegypti* tubuhnya tersusun dari tiga bagian, yaitu kepala, dada, dan perut. Pada bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk dan antena yang berbulu. Alat mulut nyamuk betina tipe penusuk-pengisap (piercing-sucking) dan termasuk lebih menyukai manusia (Anthrophopagus), sedangkan nyamuk jantan bagian mulut lebih lemah sehingga tidak mampu menembus kulit manusia, karena itu tergolong lebih menyukai cairan tumbuhan (phytophagus). Nyamuk betina mempunyai antena tipe-pilose, sedangkan nyamuk jantan mempunyai antena tipe-plumose. Setelah muncul, nyamuk dewasa akan kawin dan nyamuk betina yang sudah dibuahi akan menghisap darah dalam 24-35 jam. Darah merupakan sumber protein yang esensial untuk mematangkan telur.

2.1.4 Perilaku istirahat nyamuk *Aedes aegypti*

Aedes aegypti suka beristirahat ditempat gelap, lembab, dan tersembunyi didalam rumah atau dibangunan, termasuk didalam kamar tidur, kamar mandi, kamar kecil, maupun dapur. Nyamuk ini jarang ditemukan diluar rumah, ditumbuhan atau tempat terlindung lainnya. Di dalam ruangan, permukaan istirahat yang mereka suka adalah dibawah furniture, benda yang tergantung seperti baju dan korden, serta di dinding.

2.1.5 Faktor Ketinggian

Ketinggian merupakan faktor yang penting untuk membatasi penyebaran nyamuk *Aedes aegypti*. Di India, *Aedes aegypti* dapat ditemukan pada ketinggian yang berkisar dari nol meter sampai 1000 meter diatas permukaan laut. Ketinggian yang rendah (kurang dari 500 meter) memiliki tingkat kepadatan populasi nyamuk sedang sampai berat. Sementara daerah pegunungan (didas 500 meter) memiliki populasi nyamuk yang rendah. Di negara-negara Asia tenggara,

ketinggian 1000 sampai 1500 meter di atas permukaan laut tampaknya merupakan batas bagi penyebaran *Aedes aegypti*. Di bagian lain dunia, nyamuk spesies ini dapat ditemukan di wilayah yang jauh lebih tinggi, misalnya di Kolombia sampai mencapai 2200 meter.

2.1.6 Jarak terbang nyamuk *Aedes aegypti*

Penyebaran nyamuk *Aedes aegypti* betina dewasa dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk ketersediaan tempat bertelur dan darah, tetapi tempatnya terbatas jarak 100 meter dari lokasi kemunculan. Akan tetapi, penelitian terbaru di Puerto Rico bahwa nyamuk ini dapat menyebar sampai lebih dari 400 meter terutama untuk mencari tempat bertelur.

2.1.7 Lama hidup nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa memiliki rata-rata bertahan hidup hanya delapan hari. Selama musim hujan, saat masa hidup lebih panjang, resiko penyebaran virus semakin besar.

2.1.8 Suhu dan Kelembaban

Serangga memiliki kisaran suhu tertentu dimana dia dapat hidup. Diluar kisaran suhu tersebut, serangga akan mati kedinginan atau kepanasan. Pada umumnya kisaran suhu yang efektif adalah suhu minimum 15⁰C, suhu optimum 25⁰C, dan suhu maksimum 45⁰C.

Kelembaban yang dimaksudkan adalah kelembaban tanah, udara, dan tempat hidup serangga dimana merupakan faktor yang mempengaruhi distribusi, kegiatan, dan perkembangan serangga. Dalam kelembaban yang sesuai, serangga biasanya lebih tahan terhadap suhu ekstrem (Jumar, 2000).

2.1.9 Habitat nyamuk *Aedes aegypti*

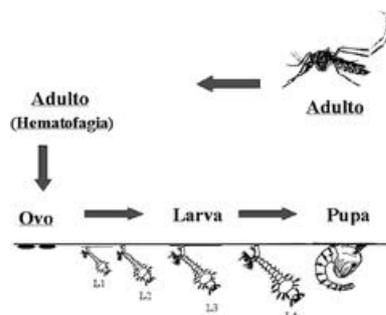
Aedes aegypti merupakan spesies nyamuk yang hidup dan ditemukan di negara-negara yang terletak antara 350 Lintang Utara dan 350 Lintang Selatan pada temperatur udara paling rendah sekitar 100 C. Pada musim panas, spesies ini kadang-kadang ditemukan di daerah yang terletak sampai sekitar 450 Lintang Selatan. Selain itu ketahanan spesies ini juga tergantung pada ketinggian daerah yang bersangkutan dari permukaan laut. Biasanya spesies ini tidak ditemukan di daerah dengan ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut. Dengan ciri *highly anthropophilic* dan kebiasaan hidup di dekat manusia. *Aedes Aegypti* dewasa menyukai tempat gelap yang tersembunyi di dalam rumah sebagai tempat beristirahatnya, nyamuk ini merupakan vektor efisien bagi *arbovirus*.

Aedes Aegypti juga mempunyai kebiasaan mencari makan (menggigit manusia untuk dihisap darahnya) sepanjang hari terutama antara jam 08.00-13.00 dan antara jam 15.00-17.00. Sebagai nyamuk domestik di daerah urban, nyamuk ini merupakan vektor utama (95%) bagi penyebaran penyakit DBD. Jarak terbang spontan nyamuk betina jenis ini terbatas sekitar 30-50 meter per hari. Jarak terbang jauh biasanya terjadi secara pasif melalui semua jenis kendaraan termasuk kereta api, kapal laut dan pesawat udara. Nyamuk *Aedes aegypti* hidup dan berkembang biak pada tempat – tempat penampungan air bersih yang tidak langsung berhubungan dengan tanah seperti bak mandi, tempayan, kaleng bekas, tempat minum burung dan lain sebagainya. Umur nyamuk *Aedes aegypti* berkisar 2 minggu sampai 3 bulan atau rata – rata 1,5 bulan tergantung dari suhu, kelembaban sekitarnya. Kepadatan nyamuk akan meningkat pada waktu musim

hujan dimana terdapat genangan air bersih yang dapat menjadi tempat untuk berkembangbiak.

Selain nyamuk *Aedes aegypti*, penyakit demam berdarah juga dapat ditularkan oleh nyamuk *Aedes albopictus*. Tetapi peranan nyamuk ini dalam menyebarkan penyakit demam berdarah kurang jika dibandingkan nyamuk *Aedes aegypti*. *Aedes aegypti* suka beristirahat di tempat yang gelap, lembab, dan tersembunyi di dalam rumah atau bangunan termasuk di kamar tidur, kamar mandi, kamar kecil maupun dapur. Di dalam ruangan, nyamuk suka beristirahat pada benda – benda yang tergantung seperti pakaian, kelambu, gordyn di kamar yang gelap dan lembab. Pada umumnya *Aedes aegypti* lebih menyukai tempat perindukan berupa air bersih tetapi dari hasil studi oleh beberapa peneliti menguatkan bahwa telur nyamuk lebih banyak pada ovitrap dengan rendaman jerami dari pada dengan air bersih biasa. Penelitian Karen A Polson menyebutkan adanya perbedaan jumlah telur pada ovitrap menggunakan 10% air rendaman jerami dengan ovitrap yang menggunakan air biasa. Jumlah telur yang dihasilkan lebih banyak pada 10% air rendaman jerami dari pada menggunakan air biasa.

2.1.9.1 Siklus Hidup



Gambar 2.6 siklus hidup (Sumber : Informasi kesehatan.org)

Terdapat empat tahapan nyamuk mengalami metamorfosis sempurna: Telur – Larva – Pupa dewasa. Stadium telur, larva dan pupa hidup didalam air sedangkan stadium dewasa hidup diudara. Nyamuk *Aedes aegypti* aktif menghisap darah pada siang hari dengan 2 puncak aktifitas, yaitu pada pukul 08.00-12.00 dan 15.00-17.00. *Aedes aegypti* lebih suka menghisap darah di dalam rumah dari pada diluar rumah dan menyukai tempat yang gelap. Nyamuk betina lebih menyukai darah manusia dari pada darah binatang (bersifat antropofilik). *Aedes aegypti* mempunyai kebiasaan menggigit berulang (multiple-biters) sampai lambung penuh berisi darah, dalam satu siklus gonotropik (Departemen kesehatan RI, 2005). Setelah menghisap darah, *Aedes aegypti* hinggap (beristirahat) di dalam rumah atau kadang-kadang diluar rumah, berdekatan dengan tempat berkembangbiaknya. Tempat hinggap yang disenangi ialah benda-benda yang tergantung seperti : pakaian, kelambu atau tumbuh-tumbuhan didekat tempat perkembangbiakannya. Biasanya ditempat yang gelap dan lembab. Di tempat tersebut nyamuk menunggu proses pematangan telurnya. Setelah beristirahat dan proses pematangan telur selesai, nyamuk betina akan meletakkan telurnya didinding tempat berkembang biaknya, sedikit diatas permukaan air. Jumlah telur yang dikeluarkan setiap sekali adalah sekitar 100-400 butir. Nyamuk betina menghisap darah pada umumnya 3 hari setelah kawin dan mulai bertelur pada hari keenam. Telur itu ditempat yang kering dapat bertahan berbulan-bulan pada suhu - 2°C sampai 42°C dan bila tempat tersebut kemudian tergenang air maka telur dapat segera menetas lebih cepat. Umur *Aedes aegypti* di alam bebas biasanya sekitar 10 hari. Umur 10 hari tersebut cukup untuk mengembangbiakkan virus dengue didalam tubuh nyamuk tersebut (Cecep, 2011).

2.1.9.2 Distribusi Geografik dan Epidemiologi Nyamuk *Aedes aegypti*

Negara Afrika, yaitu di sub-Sahara yang menjadi daerah asal nyamuk *Aedes* sampai sekarang terdapat *Aedes aegypti* yang alamiah. Sifat nyamuk nyamuk malam, tidak suka menggigit manusia, dan salvatik (hidup di hutan, pohon, kebun). Telur diletakkan disembarang tempat. Pada jaman perbudakan nyamuk tersebut ikut pindah ke daerah hunian manusia karena ada perubahan lingkungan maka sifatnya jadi berubah. Sifat nyamuk menjadi nyamuk siang dan suka menggigit manusia dan bertelur pada tempat penampungan air buatan manusia (Rodhain and Rosen, 1997; Harnington et al., 2000).

Nyamuk *Aedes aegypti* tersebar luas di daerah tropis dan subtropis. Nyamuk itu dapat hidup dan berkembang biak sampai ketinggian kurang lebih 1.000m dari permukaan laut. Diatas ketinggian 1000m *Aedes aegypti* tidak dapat berkembang biak karena pada ketinggian tersebut suhu udara terlalu rendah sehingga tidak dapat memungkinkan bagi kehidupan nyamuk tersebut (sungkar, 2005).

Nyamuk *Aedes aegypti* tersebar luas di seluruh indonesia terutama di kota pelabuhan dan pusat-pusat penduduk yang padat. Kepadatan *Aedes aegypti* tertinggi di daerah dataran rendah. Hal ini mungkin karena penduduk di daerah dataran rendah lebih padat dibandingkan dataran tinggi (Suroso, 2000).

Jarak terbang nyamuk *Aedes aegypti* perhari sekitar 30-50 meter, tetapi jarak terbang ini menurut Reiter, (1995) tergantung tersedianya tempat untuk bertelur. Kalau tempat bertelur ada dirumah atau sekitar rumah, maka nyamuk tidak akan terbang jauh. Kemampuan terbang nyamuk betina rata-rata 40 meter, maksimal 100 meter. Namun secara pasif, misalnya, misalnya karena angin atau

terbawa kendaraan nyamuk dapat berpindah lebih jauh. Di beberapa daerah, air bersih ditempatkan dalam jerigen/kaleng dan diperdagangkan dari rumah kerumah sehingga mempermudah penyebaran *Aedes aegypti*. Penyebaran dari pelabuhan ke desa mungkin disebabkan oleh larva dalam tempat penampungan air (TPA) terbawa melalui transportasi (Sungkar, 2005). Pada musim hujan, kelembaban udara mengikat dan tempat penampungan air bertambah banyak karena terisi air hujan. Maka dari itu pada musim hujan populasi *Aedes aegypti* meningkat. Bertambahnya populasi nyamuk tersebut merupakan salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan penularan DBD. Di wilayah yang agak kering, misal India *Aedes aegypti* merupakan faktor perkotaan dan populasinya secara khas berfluktuasi bersama air hujan dan kebiasaan menyimpan air. Pada negara lain di Asia Tenggara yang curah hujannya melebihi 200 cm per tahun, populasi *Aedes aegypti* ternyata lebih stabil dan ditemukan di daerah perkotaan, pinggiran kota, dan daerah pedesaan. Karena kebiasaan menyimpan air secara tradisional di Indonesia maka kepadatan nyamuk mungkin lebih tinggi di daerah pinggiran kota daripada di daerah perkotaan. Urbanisasi cenderung menambah jumlah habitat yang sesuai untuk *Aedes aegypti*. Di beberapa kota yang banyak sekali tumbuhan *Aedes aegypti* dapat ditemukan, umumnya merupakan spesies yang dominan, bergantung pada ketersediaan dan tipe habitat larva dan tingkat urbanisasi yang ada.

2.1.9.3 Penyakit yang ditularkan

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus *dengue* dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini dapat menyerang semua orang dan dapat mengakibatkan

kematian terutama pada anak dan serta menimbulkan kejadian luar biasa atau wabah. Penyakit ini ditularkan orang yang dalam darahnya terdapat virus *Dengue*. Orang ini biasanya menunjukkan gejala sakit tetapi juga tidak sakit yaitu jika mempunyai kekebalan yang cukup terhadap virus *Dengue*. Jika orang digigit nyamuk *Aedes aegypti* maka virus akan masuk bersama darah yang dihisapnya. Di dalam tubuh nyamuk itu, virus *Dengue* akan berkembang biak dengan cara membelah diri dan menyebar di seluruh bagian tubuh nyamuk. Dalam waktu satu minggu jumlahnya dapat mencapai puluhan atau bahkan ratusan ribu sehingga siap untuk ditularkan atau dipindahkan kepada orang lain. Selanjutnya pada waktu nyamuk menggigit orang lain, maka setelah alat tusuk nyamuk (*proboscis*) menemukan kapiler darah, sebelum darah orang tersebut dihisap terlebih dahulu dikeluarkan air liur dari kelenjar air liur nyamuk agar darah yang dihisap tidak membeku.

Bersama dengan air liur nyamuk *Aedes aegypti* yang membawa virus *Dengue* itu akan terserang penyakit demam berdarah, orang yang mempunyai kekebalan yang cukup terhadap virus *Dengue*, tidak akan terserang penyakit ini, meskipun di dalam darahnya terdapat virus tersebut. Sebaliknya pada orang yang tidak mempunyai kekebalan yang cukup terhadap virus *Dengue*, dia akan sakit demam ringan bahkan sakit berat yaitu demam tinggi disertai perdarahan bahkan syok, tergantung dari tingkat kekebalan tubuh yang dimilikinya. Hingga sekarang telah dapat diisolasi 4 serotipe virus *Dengue* di Indonesia yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3 dan DEN-4. ternyata DEN-2 dan DEN-3 merupakan serotipe yang paling banyak sebagai penyebab. Nimmannitya (1975) di Thailand melaporkan bahwa serotipe

DEN-2 yang dominan sedangkan di Indonesia terutama oleh DEN-3 walaupun akhir-akhir ini ada kecenderungan dominasi oleh virus DEN-2.

2.1.9.4 Pencegahan Terjadinya Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam berdarah dengue dapat dicegah dengan memberantas jentik-jentik nyamuk Demam Berdarah (*Aedes aegypti*) dengan cara PSN (Pemberantasan Sarang Nyamuk). Upaya ini merupakan cara yang terbaik, ampuh, murah, mudah dapat dilakukan oleh masyarakat. Pemberantasan sarang nyamuk dapat dilakukan dengan cara 3 M yaitu, menguras, menutup, dan mengubur seperti barang-barang bekas seperti kaleng, ban bekas, botol-botol pecah dan lain-lain. Selain 3M kita dapat melakukan beberapa pencegahan, seperti memelihara ikan pemakan jentik, menabur larvasida, menggunakan kelambu pada waktu tidur, memasang kasa pada ventilasi, menyemprot dengan insektisida, memasang obat nyamuk dan lain-lain sesuai dengan kondisi setempat (Novianti, 2009).

Peningkatan dan penyediaan sarana pelayanan kesehatan juga diperlukan agar mampu memberikan pengobatan kasus-kasus DBD secara cepat dan tepat sehingga angka kematian dapat ditekan serendah-rendahnya. Selain itu melakukan pengasapan (*fogging*) di lokasi-lokasi yang tinggi jumlah kasus DBD-nya agar penyebaran penyakit dapat segera dikendalikan lewat pemberantasan vektor nyamuk *Aedes aegypti* (Suharmiati dan Handayani, 2007).

2.2 Insektisida

2.2.1 Definisi Insektisida

Insektisida berasal dari kata insekta yang berarti serangga, dan dari kata sida yang berarti pembunuh. Yang secara harfiah berarti pembunuh serangga.

Insektisida adalah bahan yang mengandung persenyawaan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Insektisida yang baik (ideal) mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat serta tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan ternak, murah dan mudah didapat, mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar serta tidak berwarna dan tidak berbau yang tidak menyenangkan.

2.2.2 Bentuk Insektisida

Insektisida adalah bahan yang mengandung persenyawaan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Bentuk insektisida ada 4 yaitu,

a. *Dust* (Serbuk)

Dapat ditaburkan pada tanaman yang terserang hama atau yang dilarutkan oleh air yang selanjutnya dimanfaatkan dalam penyemprotan-penyemprotan.

b. *Emulsion Concentrated* (Cairan)

Dibuat dalam bentuk cairan yang dilarutkan dalam sejenis minyak. Penggunaannya harus dilarutkan dalam air agar tercapai kepekatan tertentu sesuai dengan kebutuhan/keperluan.

c. *Granular* (Butiran)

Digunakan dengan menaburkan larikan-larikan tanah atau pada tanah sekitar tanaman, kemudian ditutup atau ditimbuni tanah. Pada waktu terjadinya hujan atau waktu dilakukan penyiraman, butiran ini akan hancur dan meresap ke dalam tanah sehingga hama akan terbasmi.

d. *Fumigan* (Gas/Asap)

Digunakan dalam penyemperotan/fumigasi untuk membasmi hama tanaman.

2.2.3 Jenis Insektisida

a. Insektisida Anorganik

Insektisida anorganik adalah insektisida yang berasal dari unsur-unsur alamiah dan tidak mengandung karbon. Contohnya asam borat, arsenat timbal, kalsium arsenat, sulfat tembaga, dan kapur belerang.

b. Insektisida Sintetik

Insektisida sintetik adalah insektisida yang terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, fosfor, dan nitrogen. Kelompok ini merupakan hasil buatan pabrik dengan melalui proses sintesis kimiawi. Insektisida modern pada umumnya merupakan insektisida sintetik.

c. Insektisida Nabati

Insektisida nabati adalah insektisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti akar, daun, batang atau buah. Bahan-bahan ini diolah menjadi berbagai bentuk, antara lain bahan mentah berbentuk tepung, ekstrak atau resin yang merupakan hasil pengambilan cairan metabolit sekunder dari bagian tumbuhan atau bagian tumbuhan dibakar untuk diambil abunya dan digunakan sebagai insektisida.

2.2.4 Cara Kerja Insektisida Nabati

Cara kerja insektisida nabati ini adalah dapat mengendalikan serangan hama dan penyakit melalui cara kerja yang unik, yaitu dapat melalui perpaduan berbagai cara atau secara tunggal. Cara kerja yang sangat spesifik yaitu merusak

perkembangan telur, larva dan pupa, penolak makan, mengurangi nafsu makan, menghambat reproduksi serangga betina dll.

2.2.5 Keunggulan dan Kelemahan Insektisida Nabati

Keunggulannya adalah biaya yang murah karena mudah didapat, relatif aman bagi lingkungan, tidak menyebabkan keracunan pada tanaman, tidak menimbulkan kekebalan pada hama, kompatibel bila digabungkan dengan cara pengendalian lain dan yang tidak kalah pentingnya adalah hasil pertanian yang sehat dan bebas residu pestisida. Sedangkan kelemahannya adalah daya kerja relatif lambat, tidak membunuh langsung ke jasad sasaran, tidak tahan terhadap sinar matahari, kurang praktis, tidak tahan disimpan dan penyemprotan dilakukan secara berulang-ulang.

2.3 Tinjauan Tentang Pepaya (*Carica papaya L*)



Gambar 2.7 pepaya (Anonime, 2014)

2.3.1 Pepaya

Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis. Buah pepaya tergolong buah yang populer dan digemari oleh hampir

seluruh penduduk penghuni bumi ini. Batang, daun, dan buah pepaya muda mengandung getah berwarna putih. Getah ini mengandung suatu enzim pemecah protein atau enzim proteolitik yang disebut papain. Kedudukan tanaman *Carica papaya* L. atau lebih dikenal di Indonesia dengan sebutan pohon pepaya (Steenis, 1992) dalam sistematika tumbuhan sebagai berikut:

2.3.2 Klasifikasi Tentang Pepaya (*Carica papaya* L)

Kingdom : Plantae 4
 Divisio : Spermatophyta
 Sub divisio : Angiospermae
 Kelas : Dicotylidoneae
 Ordo : Caricales
 Famili : Caricaceae
 Spesies : *Carica papaya* L (Hutapea, 1991)

2.3.3 Nama Daerah Pepaya (*Carica papaya* L)

Tanaman pepaya (*Carica papaya* L) di Indonesia memiliki berbagai macam nama daerah, seperti di Sumatra, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Adapun nama-nama tersebut antara lain: Sumatra : kabaelo, peute, pastelo, embetik, botik, bala, sikailo, kates, kepaya, kustela, papaya, pepaya, singsile, batiék, kalikih, pancene, pisang, katuka, pisang patuka, pisang pelo, gedang , punti kayu. Jawa : gedang, ketela gantung, kates, gedhang. Kalimantan : buah medung, pisang malaka, buah dong, majan, pisang mentela, gadang , bandas. Nusa Tenggara : gedang, kates, kampaja, kalu jawa, padu, kaut panja, kalailu, paja, kapala, hango, muu jawa, muku jawa, kasi. Sulawesi : kapalay, papaya, pepaya, keliki, sumoyori, unti jawa, tangan-tangan nikare, kaliki, rianre. Maluku : tele, palaki, papae, papaino, papau, papaen, papai, papaya,

sempain, tapaya, kapaya. Papua : sampain, asawa, menam, siberiani, tapaya (Anonim, 1989).

2.3.4 Morfologi tanaman



Gambar 2.8 pohon pepaya (Direktorat Obat Asli Indonesia 2008)

Pepaya berasal dari Amerika Tengah. Tanaman buah menahun ini tumbuh pada tanah lembab yang subur dan tidak tergenang air, dapat ditemukan di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m dpl. Sesungguhnya tanaman pepaya merupakan semak yang berbentuk pohon, bergetah, tumbuh tegak, tinggi 2,5-10 meter, batangnya bulat berongga, tangkai di bagian atas kadang dapat bercabang. Pada kulit batang terdapat tanda bekas tangkai daun yang telah lepas Dalimartha dan Hembing (1994) dalam Soranta (2009).

Daun berkumpul di ujung batang dan ujung percabangan, tangkainya bulat silindris, berongga, panjang 25-100 cm. Helai daun bulat telur dengan diameter 25-75 cm, berbagi menjari, ujung runcing, pangkal berbentuk jantung, warna permukaan atas hijau tua, permukaan bawah warnanya hijau muda, tulang daun

menonjol di permukaan bawah. Cupingcuping daun berlekuk sampai berbagi tidak beraturan, tulang cuping daun menyirip. Bunga jantan berkumpul dalam tandan, mahkota berbentuk terompet, warnanya putih kekuningan. Buahnya buah buni yang bisa bermacam-macam bentuk, warna, ataupun rasa daging buahnya.

Bijinya banyak dan berwarna hitam. Tanaman ini dapat berbuah sepanjang tahun dimulai pada umur 6-7 bulan dan mulai berkurang setelah berumur 4 tahun Dalimartha dan Hembing (1994) dalam Soranta (2009). Bentuk dan susunan tubuh bagian luar tanaman pepaya termasuk tumbuhan yang umur sampai berbunganya dikelompokkan sebagai tanaman buah-buahan semusim, namun dapat tumbuh setahun lebih. Sistem perakarannya memiliki akar tunggang dan akar-akar cabang yang tumbuh mendatar ke semua arah pada kedalaman 1 meter atau lebih menyebar sekitar 60-150 cm atau lebih dari pusat batang tanaman (Suprapti, 2005).

Tanaman pepaya adalah tanaman berbentuk pohon, tinggi sampai 10 meter, berasal dari Amerika, membutuhkan tanah yang tidak keras (berliang renik) banyak pupuk, dan bersuhu tidak terlalu dingin, hidupnya tidak lebih dari 8 tahun (Sastroamidjojo, 2001). Batang tanaman berbentuk bulat lurus, di bagian tengahnya berongga, dan tidak berkayu. Ruas-ruas batang merupakan tempat melekatnya tangkai daun yang panjang, berbentuk bulat, dan berlubang. Daun pepaya bertulang menjari dengan warna permukaan atas hijau-tua, sedangkan warna permukaan bagian bawah hijau-muda (Suprapti, 2005).

Pepaya, atau betik adalah tumbuhan yang berasal dari Meksiko bagian selatan dan bagian utara dari Amerika Selatan, dan kini menyebar luas dan banyak ditanam di seluruh daerah tropis untuk diambil buahnya. Daun pepaya

dimanfaatkan sebagai sayuran dan pelunak daging. Daun pepaya muda dimakan sebagai lalap (setelah dilayukan dengan air panas) atau dijadikan pembungkus buntel. Orang Manado, biasa memakan bunga pepaya sebagai urap . Getah pepaya (dapat ditemukan di batang, daun, dan buah) mengandung enzim papain, semacam protease, yang dapat melunakkan daging dan mengubah konformasi protein lainnya. Papain telah diproduksi secara massal dan menjadi komoditas dagang (Wikipedia,2009).

2.3.5 Biji Pepaya



Gambar 2.9 biji pepaya (Direktorat Obat Asli Indonesia 2008)

Biji pepaya yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pedagang buah. Secara umum tanaman pepaya memiliki ciri-ciri yang sama dengan tanaman pepaya yang hidup di daerah lain.. Banyaknya biji tergantung dari besar kecilnya buah. Permukaan biji agak keriput dan dibungkus oleh kulit ari yang bersifat seperti agar atau transparan.

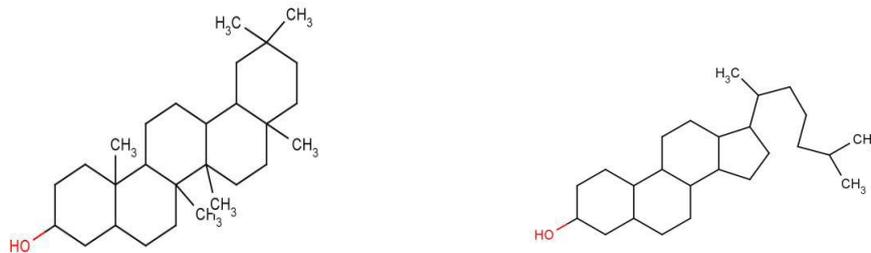
2.3.5.1 Kandungan Biji Pepaya

Papain biasa digunakan untuk memecah serabut daging liat dan telah dimanfaatkan selama ribuan tahun oleh penduduk asli Amerika Selatan. Papain juga dimanfaatkan untuk mendisosiasikan sel dalam langkah pertama persiapan kultur sel (Wikipedia,2009). Biji pepaya pun diperkirakan dapat menjadi larvisida alami, karena memiliki kandungan alkaloid, Biji pepaya (*Carica papaya* L.) memiliki kandungan senyawa golongan alkaloid yang terdiri dari caricin, alkaloid glukosida, dan alkaloid karpain. Kandungan alkaloid telah banyak digunakan di masyarakat sebagai larvisida alami karena diyakini mempunyai daya racun yang dapat menimbulkan reaksi kimia dalam proses metabolisme tubuh larva dan menghambat hormon pertumbuhan, sehingga larva tidak dapat bermetamorfosis secara sempurna. Biji pepaya merupakan bagian yang mengandung senyawa kimia golongan alkaloid, saponin, flavonoid. Penggunaan biji pepaya diharapkan mampu menjadi alternatif larvasida alami yang aman dan mampu membunuh larva *Aedes aegypti* sebagai upaya mengurangi tingginya angka penyakit DBD di Indonesia (Utomo dkk, 2010; Udoh et al,2009; Krishna et al, 2008).

2.3.5.2 Saponin

Saponin merupakan glikosida dalam tanaman yang sifatnya menyerupai sabun dan dapat larut dalam air. Istilah saponin diturunkan dari bahasa Latin ‘SAPO’ yang berarti sabun, diambil dari kata *SAPONARIA VACCARIA*, suatu tanaman yang mengandung saponin digunakan sebagai sabun untuk mencuci. Saponin dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan (Dinata, 2008; Suparjo, 2008). Pengaruh saponin terlihat pada gangguan fisik

serangga bagian luar (kutikula), yakni mencuci lapisan lilin yang melindungi tubuh serangga dan menyebabkan kematian karena kehilangan banyak cairan tubuh. Saponin juga dapat masuk melalui organ pernapasan dan menyebabkan membran sel rusak atau proses.



Gambar 2.10 Struktur saponin steroid dan saponin triterpenoid (Gunawan, 2004)

2.3.5.3 Flavonoid

Flavonoid adalah salah satu jenis senyawa yang bersifat racun/aleopati, merupakan persenyawaan dari gula yang terikat dengan flavon. Flavonoid mempunyai sifat khas yaitu bau yang sangat tajam, rasanya pahit, dapat larut dalam air dan pelarut organik, serta mudah terurai pada temperatur tinggi (Suyanto, 2009). Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat menghambat makan serangga dan juga bersifat toksik. Flavonoid punya sejumlah kegunaan. Pertama, terhadap tumbuhan, yaitu sebagai pengatur tumbuhan, pengatur fotosintesis, kerja antimiroba dan antivirus. Kedua, terhadap manusia, yaitu sebagai antibiotik terhadap penyakit kanker dan ginjal, menghambat perdarahan. Ketiga, terhadap serangga, yaitu sebagai daya tarik serangga untuk melakukan penyerbukan. Keempat, kegunaan lainnya adalah sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida nabati (Dinata, 2009).

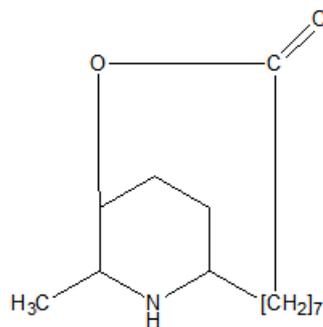
2.3.5.4 Tanin

Tanin merupakan polifenol tanaman yang larut dalam air dan dapat menggumpalkan protein (Westerdarp, 2006). Apabila tanin kontak dengan lidah maka reaksi pengendapan protein ditandai dengan rasa sepat atau astringen. Tanin terdapat pada berbagai tumbuhan berkayu dan herba, berperan sebagai pertahanan tumbuhan dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. Tanin dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan dengan cara menurunkan aktivitas enzim pencernaan (protease dan amilase) serta mengganggu aktivitas protein usus. Serangga yang memakan tumbuhan dengan kandungan tanin tinggi akan memperoleh sedikit makanan, akibatnya akan terjadi penurunan pertumbuhan. Respon jentik terhadap senyawa ini adalah menurunnya laju pertumbuhan dan gangguan nutrisi (Dinata, 2008; Suyanto, 2009).

2.3.5.5 Alkaloid

Alkaloid merupakan golongan metabolit sekunder yang banyak terdapat pada tanaman angiospermae. Tidak ada definisi yang tepat tentang alkaloid, tetapi pada umumnya alkaloid mencakup senyawa yang bersifat basa yang mengandung satu atau lebih atom nitrogen, biasanya dalam gabungan, sebagai bagian dari sistem siklik, bersifat fisiol Alkaloid yang terdapat di dalam daun pepaya dan biji pepaya adalah alkaloid karpain. Alkaloid karpain termasuk dalam golongan alkaloid piridina dan termasuk dalam kelompok alkaloid sejati (Claus dkk, 1970; Lewis, 1977). Karpain adalah alkaloid yang terdapat dalam daun pepaya dan biji pepaya. Rumus struktur dari karpain adalah $C_{28}H_{50}N_2O_4$ terdiri dari dua substituen identik yakni cincin piperidin berikatan dengan gugus ester. karpain yang merupakan satu alkaloid yang terkandung dalam pepaya. Biji pepaya juga

mengandung Bactericidal aglicone of benzyl isothiocyanate (BITC), glicosida, sinigrin, enzim myrosin dan karpasemin. Glikosida mempunyai keaktifan kerja jantung, anti parasit, anti radang dan vermifuge tetapi tidak bersifat toksik. Sedangkan alkaloid karpaina bersifat toksik dan apabila digunakan dalam jumlah besar dapat menyebabkan paralisa, sistem saraf terhenti dan depresi jantung. Alkaloid karpaina pada dosis ini sudah bersifat toksis dan menimbulkan reaksi kimia dalam proses metabolisme tubuh yang dapat menyebabkan terhambatnya hormon pertumbuhan sehingga larva tidak dapat melakukan metamorfosis secara sempurna, yang mengakibatkan larva tidak tumbuh menjadi instar IV, bahkan mengakibatkan kematian.



Gambar 2.11 Struktur karpain dan diastromer (Hegnauer,1964)