

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Nyamuk *Aedes aegypti*

##### 1. Toksonomi

Kedudukan nyamuk *Aedes aegypti* dalam klasifikasi hewan adalah sebagai berikut :

Filum : Arthropoda  
Kelas : Hexapoda  
Ordo : Diptera  
Subordo : Nematocera  
Famili : Culicidae  
Subfamili : Culicinae  
Tribus : Culicini  
Genus : *Aedes*  
Spesies : *Aedes aegypti*

##### 2. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Masa pertumbuhan dan perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* dapat dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu, telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa, sehingga termasuk metamorfosa sempurna atau holometabola.

### a. Stadium Telur

Telur berwarna hitam dengan ukuran  $\pm 0.80$  mm, berbentuk oval yang mengapung satu persatu pada permukaan air yang jernih, atau menempel pada dinding tempat penampung air. Jumlah telur nyamuk *Aedes aegypti* kurang lebih sebanyak 100-200 butir setiap kali bertelur. Telur ini dapat menempel di tempat yang kering (tanpa air) dan dapat bertahan sampai 6 bulan. Saat terendam air lagi telur akan menetas (Kemenkes 2016).



Gambar 2.1 Telur *Aedes aegypti*

(Sumber: CDC, 2011)

Telur yang diletakan dalam air akan menetas dalam waktu 1-3 hari pada suhu 30°C, tetapi membutuhkan waktu 7 hari pada suhu 16°C. Telur dapat bertahan sampai berbulan-bulan dalam suhu 2-4°C, namun akan menetas dalam waktu 1-2 hari rendah pada suhu 23-27°C (Yulidar, 2016 dalam Kharisma, 2018).

### b. Stadium Larva

Setelah menetas, telur akan berkembang menjadi larva. Larva *Aedes aegypti* memiliki ciri-ciri yaitu adanya corong udara pada ruas terakhir pada *abdomen* tidak dijumpai adanya rambu-rambut

berbentuk kipas (*palmate hairs*) (Yulidar, 2016 dalam Kharisma, 2018).

Ada 4 tingkatan (instar) jentik sesuai dengan pertumbuhan larva, yaitu:

- 1) Instar I : berukuran paling kecil yaitu 1-2 mm
- 2) Instar II : 2-5 – 3,8 mm
- 3) Instar III : lebih besar sedikit dari larva instar II
- 4) Instar IV : berukuran paling besar 5 mm (Kemenkes RI, 2015).

Perkembangan dari instar pertama ke instar kedua berlangsung dalam 2-3 hari kemudian dari instar kedua ke instar ketiga dalam waktu 2-3 hari, dan perubahan dari instar tiga ke instar keempat dalam waktu 2-3 hari. Pada corong udara (*siphon*) terdapat *pectin* serta sepasang rambut yang berjumbai. Pada setiap sisi *abdomen* segmen kedelapan ada *comb scale* sebanyak 8-21 atau berjejer 1-3. Bentuk individu dari *comb scale* seperti duri, pada sisi *thorak* terdapat duri yang panjang dengan bentuk kurva dan adanya sepasang rambut di kepala (Yulidar, 2016 dalam Kharisma, 2018).

Jentik selalu bergerak aktif dalam air. Gerakanya berulang-ulang dari bawah ke atas permukaan air untuk bernafas (mengambil udara) kemudian turun ke bawah dan seterusnya. Saat jentik mengambil oksigen dari udara, jentik menempatkan corong udara (*siphon*) pada posisi membentuk sudut dengan permukaan air. Pada waktu istirahat, posisinya hampir tegak lurus dengan

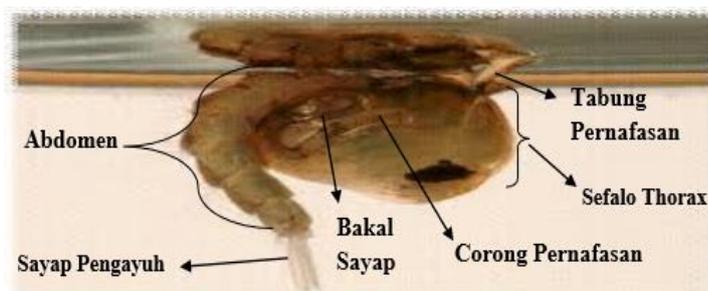
permukaan air. Biasanya berada disekitar dinding tempat penampungan air (Kemenkes 2016).

Larva instar I dan II lebih banyak memakan bakteri sedangkan instar III dan IV memakan partikel organik yang besar (Schaper dan Chavarria, 2006 dalam Fatna, 2010 dalam Kharisma, 2018).

Kelangsungan hidup larva dipengaruhi suhu, kepadatan larva, ketersediaan makanan, lingkungan hidup serta adanya predator. Temperatur optimal untuk perkembangan larva adalah 25<sup>o</sup>-30<sup>o</sup>C (Yulidar, 2016 dalam Kharisma, 2018).

### c. Stadium Pupa

Pupa berbentuk seperti 'koma'. Bentuknya lebih besar namun lebih ramping dibandingkan larva (jentik) nya. Pupa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata pupa nyamuk lain (Kemenkes, 2015). Pada pupa terdapat kantong udara yang terletak diantara bakal sayap dewasa dan terdapat sepasang sayap pengayuh yang saling menutupi sehingga memungkinkan pupa untuk menyelam cepat dan mengadakan serangkaian gerakan sebagai reaksi terhadap rangsang (Yulidar, 2016 dalam Kharisma, 2018).



Gambar 2.2 Pupa

Pupa geraknya lamban sering berada di permukaan air. Pada stadium Pupa ini merupakan bentuk tidak makan. Suhu untuk perkembangan pupa yang optimal adalah sekitar 27<sup>o</sup>-30<sup>o</sup>C. Dalam waktu kurang lebih 1-2 hari pupa ini akan berkembang menjadi nyamuk dewasa.

#### d. Stadium Dewasa

Secara umum *Aedes aegypti* tubuhnya terdiri dari tiga bagian, yaitu kepala, thorak, dan abdomen (Perut) (Yulidar, 2016 dalam Kharisma, 2018). Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata nyamuk lain. Nyamuk ini mempunyai dasar warna hitam dengan bintik-bintik putih pada bagian badan, kaki dan sayapnya.



Gambar 2.3 Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti*

*Aedes aegypti* dikenal juga sebagai *Tiger Mosquito* atau *Black White Mosquito*, karena tubuhnya mempunyai ciri khas berupa adanya garis-garis dan bercak putih keperakan di atas dasar warna hitam. Dua garis melengkung berwarna putih keperakan di kedua sisi lateral serta dua buah garis putih sejajar di garis median dari

punggungnya yang berwarna dasar hitam (*lyre shaped marking*) (Fatna, 2010 dalam Kharisma, 2018).

Adapun corak putih pada dorsal dada (punggung) *Aedes aegypti* berbentuk siku yang berhadapan (*lyre-shaped*), sedangkan corak putih pada nyamuk *Aedes albopictus* berbentuk lurus di tengah-tengah punggung (*median stripe*) (Sigit, 2006 dalam Boekoesoe, 2013). Mulut nyamuk termasuk tipe menusuk dan menghisap (*rasping-sucking*), mempunyai enam stilet yaitu gabungan antara *mandibula*, *maxilla* yang bergerak naik turun menusuk jaringan sampai menemukan pembuluh darah kapiler dan mengeluarkan ludah yang berfungsi sebagai cairan racun dan antikoagulan (Sembel DT, 2009 dalam Palgunadi, 2011 dalam Kharisma, 2018).

Nyamuk *Aedes* betina mempunyai abdomen yang berujung lancip dan mempunyai cerci yang panjang (Neva FA and Brown HW, 1994 dalam Palgunadi, 2011 dalam Kharisma, 2018).

### **3. Ciri-ciri *Aedes aegypti***

Ciri-ciri *Aedes aegypti* sebagai berikut :

- a. Telur berwarna putih saat pertama kali dikeluarkan, lalu menjadi coklat kehitaman. Telur berbentuk oval, panjang kurang lebih 0,5 mm, dan diletakkan di dinding wadah.
- b. *Aedes aegypti* bersifat antropofilik yaitu senang sekali pada manusia, dan karbohidrat tumbuh-tumbuhan, karbohidrat diduga untuk sintesis energy yang digunakan untuk kehidupan sehari-hari, sedangkan darah manusia untuk reproduksi.

- c. Nyamuk ini mempunyai kebiasaan menggigit berulang (multiple-biters) dan menggigit pada siang hari (day biting mosquito).
- d. Nyamuk betina menghisap darah pada umumnya tiga hari setelah kawin dan mulai bertelur pada hari keenam. Dengan bertambahnya darah yang dihisap, bertambah pula telur yang direproduksi.
- e. Dalam ruang gelap nyamuk beristirahat hinggap pada kain yang bergantung. Nyamuk tertarik oleh cahaya terang, pakaian dan adanya manusia.
- f. Perangsang jarak jauh karena bau dan zat-zat dan asam amino, suhu hangat dan lembab.
- g. Jumlah telur yang dikeluarkan sekali waktu adalah 100-400 butir.
- h. *Aedes aegypti* mempunyai Skutelum trilobi; palpus pada betina lebih pendek daripada proboscis.
- i. Ujung abdomen nyamuk betina biasanya runcing, cerci menonjol, tubuh berwarna gelap.
- j. Thorax sering dengan noda-noda putih sewaktu istirahat proboscis dan badan dalam dua sumbu.
- k. Sisik sayap sempit panjang dengan ujung runcing.
- l. Mempunyai gamabar pita putih seperti alat music harpa (lyre shape)
- m. Telur *Aedes aegypti* pada suhu kamar yaitu 7,62° C, dari telur sampai menjadi nyamuk tergantung situasi lingkungan. Secara umum telur diletakkan pada dinding tendon air. Jika tidak ada genangan air, telur akan bertahan beberapa minggu sampai beberapa bulan. Telur menetas menjadi larva dalam dua hari. Umur

larva 7-9 hari. Larva *Aedes aegypti* mempunyai sisir pada ruang ke-8 abdomen yang terdiri dari gigi-gigi yang bergerigi (duri lateral), kemudian menjadi pupa. Umur pupa dua hari, lalu menjadi nyamuk. Umur nyamuk betina 8-15 hari, nyamuk jantan 3-6 hari. Di laboratorium telur tersebut dapat menetas dalam 10 hari pada temperature 28° C dan penelitian di lapangan ternyata dapat menetas lebih lama yaitu sekitar 20 hari.

#### 4. Prilaku Nyamuk *Aedes aegypti*

*Aedes aegypti* berkembangbiak di dalam tempat penampungan air yang tidak langsung berhubungan dengan tanah seperti bak mandi, tempayan, drum, vas bunga, dan barang bekas yang dapat menampung air hujan di daerah urban dan sub urban. *Aedes albopictus* juga demikian tetapi biasanya lebih banyak terdapat di luar rumah (Kesumawati Hadi dan Koesharto, 2006). Setelah itu akan mencari tempat berair untuk meletakkan telurnya. Setelah bertelur nyamuk akan mulai mencari darah lagi untuk siklus bertelur berikutnya (Kesumawati Hadi dan Koesharto, 2006 dalam Cecep Dani Sucipto, 2011).

Nyamuk *Aedes* lebih suka menggigit di daerah yang terlindungi seperti di sekitar rumah. Aktivitas menggigit sepanjang hari dan tertinggi sebelum matahari terbenam. Jarak terbang pendek yaitu 50-100 meter kecuali terbawa angin. Nyamuk *Aedes aegypti* aktif menghisap darah pada siang hari (day biting mosquito) dengan 2 puncak aktif menghisap darah pada pukul 08.00-12.00 dan 15.00-17.00.

*Aedes aegypti* lebih suka menghisap darah di dalam rumah daripada di luar rumah dan menyukai tempat yang agak gelap. Nyamuk betina lebih menyukai darah manusia daripada darah binatang (bersifat antropofilik). *Aedes aegypti* mempunyai kebiasaan menggigit berulang (multiple-biters) sampai lambung penuh berisi darah, dalam satu siklus gonotropik. Dengan demikian nyamuk *Aedes aegypti* sangat efektif sebagai penularan penyakit (Departemen Kesehatan RI, 2005 dalam Cecep Dani Sucipto, 2011).

Setelah menghisap darah, *Aedes aegypti* (beristirahat) di dalam rumah atau kadang-kadang di luar 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 di dinding tempat berkembangbiaknya sedikit di atas permukaan air. Jumlah telur yang dikeluarkan setiap sekali adalah sekitar 100-400 butir (Brown 1969 dalam Cecep Dani Sucipto, 2011). Nyamuk betina menghisap darah pada umurnya 3 hari setelah kawin dan mulai bertelur pada hari ke enam. Telur itu ditempat yang kering dapat bertahan berbulan-bulan pada suhu  $-2^{\circ}\text{C}$  sampai  $42^{\circ}\text{C}$ , dan bila tempat tersebut kemudian tergenang air maka dapat segera menetas lebih cepat.

Nyamuk *Aedes aegypti* kebiasaan meletakkan telurnya di air jernih, terutama bak air di kamar kecil (WC), bak mandi, bak atau

gentong tandoor air minum. Nyamuk *Aedes albopictus* lebih senang bertelur di kaleng yang dibuang (Oda et al., 1983 dalam Cecep Dani Sucipto, 2011). Hal itu sesuai dengan sifat *Aedes aegypti* yang mempunyai kecenderungan sebagai nyamuk dalam rumah dan *Aedes albopictus* merupakan nyamuk luar rumah.

Umur *Aedes aegypti* di alam bebas biasanya sekitar 10 hari. Umur 10 hari tersebut cukup untuk mengembangbiakkan virus dengue di dalam tubuh nyamuk tersebut. Di dalam laboratorium dengan suhu ruang 28°C, kelembaban udara 80% dan nyamuk diberi makan larutan gula 10% serta darah mencit, umur nyamuk dapat mencapai 2 bulan (Sungkar, 2005). Umur nyamuk jantan lebih pendek dari nyamuk betina (Christopher, 1960 dalam Cecep Dani Sucipto, 2011).

## **B. Pengendalian Vektor**

Pengendalian vektor adalah semua usaha yang dilakukan untuk menurunkan atau menekan populasi vektor pada tingkat yang tidak membahayakan kesehatan masyarakat. Menurut buku parasitology kedokteran FKUI (Hoedojo dan Zulhasril, 2013), secara garis besar pengendalian vektor nyamuk dibagi menjadi pengendalian alami dan buatan. Pengendalian buatan terdiri dari pengendalian kimiawi, pengendalian lingkungan, pengendalian lingkungan, pengendalian mekanik, pengendalian fisik, pengendalian biologik, pengendalian genetika, dan pengendalian.

## 1. Pengendalian Alami

Berbagai faktor ekologi berperan dalam pengendalian vektor secara alami, yaitu :

- a. Adanya gunung, laut, danau, dan sungai merupakan rintangan bagi penyebaran serangga.
- b. Ketidak mampuan beberapa spesies serangga untuk mempertahankan hidup diketinggian tertentu dari permukaan laut.
- c. Perubahan musim, iklim yang panas, udara kering, curah hujan, dan angin besar dapat menimbulkan gangguan pada beberapa spesies serangga.
- d. Adanya burung, katak, cicak, dan binatang lain yang menjadi pemangsa serangga.
- e. Penyakit serangga.

## 2. Pengendalian Buatan

- a. Pengendalian kimiawi

Pengendalian kimiawi adalah cara kimiawi yang dilakukan dengan senyawa atau bahan kimia untuk membunuh telur nyamuk, jentiknyanya, dan mengusir atau menghalau nyamuk supaya tidak menggigit. Kelebihan cara pengendalian ini ialah dapat dilakukan dengan segera, meliputi daerah yang luas, sehingga dapat menekan populasi serangga dalam waktu yang singkat. Kekurangan cara pengendalian ini ialah hanya bersifat sementara, dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, kemungkinan timbulnya resistensi serangga terhadap insektisida dan mengakibatkan matinya beberapa pemangsa.

a) Pengertian insektisida

Insektisida berasal dari kata insect, yang berarti serangga dan -cide artinya membunuh. Secara harfiah insektisida diartikan sebagai bahan kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan serangga. Pengertian insektisida secara luas, yaitu semua bahan atau campuran bahan yang digunakan untuk mencegah, membunuh, menolak atau mengurangi serangga (Sigit dkk, 2006 dalam Mirna 2016).

Insektisida yang baik mempunyai sifat sebagai berikut :

1. Mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat beserta tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan ternak.
2. Murah harganya dan mudah di dapat jumlah yang besar
3. Mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar
4. Mudah di pergunakan dan dapat di campur dengan berbagai macam bahan pelarut
5. Tidak berwarna dan tidak berbau yang tidak menyenangkan

b. Pengendalian lingkungan

Pengendalian lingkungan dilakukan dengan modifikasi lingkungan dan manipulasi lingkungan. Modifikasi lingkungan cara yang paling aman tidak mencemari lingkungan, tetapi harus dilakukan secara terus menerus seperti pengaliran air yang menggenang sehingga menjadi kering. Manipulasi lingkungan berkaitan dengan

pembersihan atau pemeliharaan secara fisik yang telah ada supaya tidak terbentuk tempat perindukan serangga.

c. Pengendalian mekanik

Pengendalian mekanik dilakukan dengan menggunakan alat yang langsung dapat membunuh, menangkap, menyisir, atau menghalau serangga. Menggunakan baju pelindung dan memasang kawat kassa dijendela merupakan salah satu cara untuk menghindari hubungan antara manusia dengan vektor

d. Pengendalian fisik

Pengendalian fisik dilakukan dengan menggunakan pemanas, pembeku, serta penggunaan alat listrik lain untuk penyinaran cahaya dan pengadaaan angin yang dapat membunuh atau mengganggu kehidupan serangga.

e. Pengendalian biologik

Pengendalian biologik dengan memperbanyak pemangsa dan parasite sebagai musuh alami bagi serangga yang menjadi vektor atau hospes perantara. Beberapa parasit dari golongan nematoda, bakteri, protozoa, jamur dan virus dapat dipakai sebagai pengendali larva nyamuk.

f. Pengendalian genetik

Pengendalian genetik dilakukan dengan *cytoplasmic incompatibility* (mengawinkan antar strain nyamuk sehingga sitoplasma telur tidak dapat ditembus oleh sperma dan tidak terjadi pembuahan) atau *hybrid steril* (mengawinkan sehingga antar spesies terdekat sehingga didapatkan keturunan jantan yang steril).

### C. Insektisida

#### 1. Cara masuk (*Mode of Entry*) dan Cara Kerja (*Mode of Action*)

Insektisida dapat dibagi dalam beberapa kelompok menurut cara masuknya ke dalam tubuh serangga atau menurut sifat kimiawinya. Menurut cara masuknya ke dalam tubuh serangga, insektisida dibagi menjadi 3 kelompok yaitu :

##### a) Racun perut (*stomach poisons*)

Racun perut adalah jenis insektisida yang dimakan oleh serangga dan membunuh serangga itu khususnya dengan merusak atau mengabsorpsi sistem pencernaan. Kelompok insektisida ini digunakan untuk mengendalikan hama serangga yang bertipe mengunyah makanan. Jenis insektisida racun perut adalah arsenikal ( $PbHAsO_4$ ), senyawa fluorin dan lain-lain.

##### b) Racun kontak (*contact poisons*)

Racun kontak adalah jenis insektisida yang diabsorpsi melalui dinding tubuh sehingga serangga harus mengadakan kontak secara langsung dengan insektisida. Kelompok insektisida kontak ini dapat digunakan untuk serangga penghisap cairan tanaman seperti aphid dan wereng, jenis insektisida kontak adalah nikotinoid, pyrethroid, DDT (Dikloro Difenil Trikloroetan), lindanes heptaklor dan sevin.

##### c) Racun pernapasan (*fumigants*)

Racun fumigan adalah jenis insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernapasan dalam bentuk gas. Insektisida yang masuk atau bekerja lewat sistem pernafasan

dalam bentuk partikel mikro yang melayang diudara. Serangga akan mati bila menghirup partikel mikro insektisida dalam jumlah yang cukup masuk kesistem pernafasan yang selanjutnya ditransportasikan kepusat kerja racun itu. Racun insektisida pernafasan mematikan karena mengganggu kerja organ pernafasan. Kebanyakan jenis insektisida pernafasan berupa asap, uap dari insektisida bentuk cair.

Menurut Valess dan Koehler (1998); Sigit dan Hadi (2006), cara kerja insektisida digunakan dalam pengendalian hama pemukiman (PHP) dibagi dalam 5 (lima) kelompok, yaitu:

- 1) mempengaruhi sistem saraf
- 2) menghambat produksi energy
- 3) mempengaruhi sistem endokrin
- 4) menghambat produksi kutikula
- 5) menghambat keseimbangan air.

## 2. Jenis-jenis Insektisida

Berdasarkan sifat kimianya insektida diklasifikasika dalam dua bagaian yaitu anorganik dan organik. Insektisida anorganik sebagai berikut :

### a) Insektisida anorganik (kimia)

Insektisida anorganik biasanya kurang spesifik dan karena sifatnya tidak terlalu beracun maka dalam perlakuan dilapangan harus diberikan dalam jumlah yang tinggi (250-2500 ram per acre). Jenis insektisida ini kini telah jarang dipergunakan karena telah banyak diganti oleh insektisida organik. Senyawa yang biasa

digunakan untuk insektisida anorganik yaitu arsenikal, timbal arsenat ( $PbHAsO_4$ ), kalsium arsenat  $Ca_3(AsO_4)_2$ , sodium arsenat ( $NaAsO_2$ ), fluorida, dan sodium fluorida (Naf). (Toksikologi lingkungan, 2015)

b) Insektisida organik (nabati)

Insektisida nabati merupakan insektisida yang bersumber dari bahan alami dan berifat mudah terurai di alam (biodegradable), sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia maupun ternak peliharaan karena residunya mudah menghilang (Kardinan,2002:4). Tujuan penggunaan insektisida nabati yaitu untuk meminimalisir penggunaan insektisida sintetis, sehingga dapat mengurangi terjadinya kerusakan lingkungan. Tanaman yang dapat dijadikan sebagai insektisida nabati terutama larvasida diantaranya yaitu daun sirih, jarak pagar, daun selasih, rimpang kunyit, dan daun mimba (Permadi, 2013).

**D. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kematian Larva *Aedes aegypti***

Bergabagai faktor yang berhubungan dengan perkembangan larva *Aedes aegypti*, diantaranya sebagai berikut (Amalia, 2016 dalam Afrindayanti, 2017) :

a. Suhu Udara

Suhu udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi perkembangan larva *Aedes sp*, Gandham (2013) menjelaskan bahwa rata-rata suhu optimum untuk pertumbuhan nyamuk adalah 25-27°C dan pertumbuhan nyamuk akan berhenti sama sekali bila suhu <10°C atau >40°C. Penelitian Oktaviani (2009)

menunjukkan hasil bahwa suhu udara berpengaruh terhadap perkembangan larva *Aedes sp* dengan presentase sebesar 59,2%.

b. Kelembaban Udara

Menurut Yudhastuti dkk (2005), kelembaban udara yang optimal untuk proses embriosasi dan ketahanan embrio nyamuk berkisar antara 81,5-89,5%. Kelembaban udara <60% dapat menghambat kehidupan larva *Aedes sp*. Hasil penelitian Yudhastuti dkk (2005) menunjukkan bahwa pada kelembaban udara <81,5% atau >89,5% tidak ditemukan adanya larva *Aedes sp* dengan presentase 78,6%. Hasil penelitian Ridha dkk (2013) menunjukkan bahwa kelembaban udara dapat mempengaruhi perkembangan larva *Aedes sp*. Begitu pula hasil penelitian Oktaviani (2012) yang menunjukkan bahwa kelembaban udara berpengaruh terhadap densitas nyamuk *Aedes sp* pada stadium larva dengan presentase sebesar 58,5%.

c. Pencahayaan

Larva *Aedes aegypti* lebih menyukai tempat yang tidak terkena cahaya secara langsung. Kuswati (2004) menguji pengaruh pencahayaan dan bentuk kontainer terhadap jumlah larva *Aedes* dalam kontainer, dan penelitian tersebut didapatkan perbedaan yang bermakna di antara empat perlakuan, yaitu pada tempayan kondisi gelap, jambangan/ vas kondisi gelap, tempayan kondisi terang, dan jambangan kondisi terang. Jumlah larva dengan nilai rata-rata tertinggi ditemukan pada jambangan dengan kondisi gelap.

d. pH Air

pH air dimana larva *Aedes* sp dapat tumbuh dan berkembang yaitu antara 5,8-8,6. Di luar kondisi tersebut, pertumbuhan dan perkembangan larva *Aedes* sp dapat terhambat sehingga larva akan mati. Hal tersebut didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Ridha dkk (2013) menunjukkan bahwa air dengan pH <6 atau >7,8 tidak ditemukan adanya larva *Aedes*.

e. Suhu Air

Suhu air dapat mempengaruhi kematian larva *Aedes* sp pada kisaran <25°C atau >32°C. Berdasarkan hasil penelitian Ridha dkk (2013) menunjukkan bahwa pada suhu air <27°C atau >30°C tidak ditemukan keberadaan larva *Aedes* sp dengan presentasi sebanyak 75,1%.

## **E. Blimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)**

### **1. Pengertian Buah Belimbing Wuluh**

Tanaman belimbing wuluh berupa pohon kecil dengan batang yang tidak begitu besar dan mempunyai garis tengah 30 cm (Lathifah, 2008 dalam Afridayanti, 2017). Tanaman ini mudah sekali tumbuh dan berkembangbiak melalui cangkok atau persemaian biji. Jika ditanam lewat biji, pada usia 3-4 tahun sudah mulai berbuah. Jumlah setahunnya bisa mencapai 1500 buah (Mario, Parikesit 2011 dalam Afridayanti, 2017).

## 2. Toksonomi blimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

- Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledoneae  
Bangsa : Geraniales  
Suku : Oxalidaceae  
Marga : *Averrhoa*  
Spesies : *Averrhoa bilimbi* L.

## 3. Morfologi



Gambar : 2.4 Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Belimbing wuluh memiliki batang yang tidak begitu besar, mempunyai garis tengah sekitar 30 cm, dan tinggi mencapai 10 cm. Belimbing wuluh memiliki percabangan sedikit dan batangnya besar berbenjol-benjol. Warnanya coklat muda serta cabangnya berambut halus seperti beludru. Daunnya berupa daun majemuk menyirip ganjil dengan 21 sampai 45 pasang anak daun. Anak daunnya bertangkai pendek, bentuknya bulat telur, ujung runcing, pangkal membulat, tepi rata, panjang 2 sampai 10 cm, lebar 1 sampai 3 cm, berwarna hijau,

permukaan bawah hijau muda. Perbungaan belimbing wuluh ini berkelompok, keluar dari batang atau percabangannya yang besar, bunganya kecil - kecil berbentuk bintang, warnanya ungu kemerahan. Buah belimbing wuluh berbentuk bulat lonjong bersegi, panjang 4 sampai 6,5 cm, warnanya hijau kekuningan, bila masak berair banyak, rasanya asam (Adetha, 2018).

#### 4. Kandungan Kimia Belimbing Wuluh

Senyawa sekunder yang dihasilkan oleh tanaman belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) adalah alkaloid, saponin, dan flavonoid. Saponin merupakan golongan senyawa triterpenoid yang dapat digunakan sebagai insektisida. Senyawa alkaloid bisa mendegradasi dinding sel sehingga merusak sel saluran pencernaan. Senyawa saponin terdapat pada tanaman yang kemudian dikonsumsi serangga, mempunyai mekanisme kerja yang dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan, sehingga saponin bersifat sebagai racun perut. Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat menghambat saluran pencernaan serangga dan juga bersifat toksis.

##### a) Flavonoid

Senyawa flavonoid bersifat aktif sebagai antimikroba. Senyawa flavonoid merupakan salah satu antimikroba yang bekerja mengganggu fungsi membran sitoplasma. Selain itu belimbing wuluh juga mengandung senyawa saponin triterpen. Flavonoid adalah zat golongan fenol asam terbesar yang diketahui mempunyai berbagai khasiat seperti antiradang, memperlancar pengeluaran air seni,

antivirus, antijamur, antibakteri, antihipertensi, mampu menjaga dan meningkatkan kerja pembuluh darah kapiler. Flavonoid diklasifikasikan menjadi 12 jenis yaitu flavon, flavonol, flavanon, flavanonol, isoflavon, kalkon, dihidrokalkon, auron, antosianidin, katekin, dan flavan.

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang tersebar luas di alam, sesuai struktur kimianya, golongan flavonoid dapat digambarkan sebagai deretan senyawa C6 – C3 – C6 artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C6 (cincin benzen tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon. Pengelompokan flavonoid dibedakan berdasarkan cincin heterosiklik oksigen tambahan dan gugus hidroksil yang tersebar menurut pola yang berlainan pada rantai C3. Senyawa flavonoid yang terkandung di dalam belimbing wuluh adalah tipe luteolin dan apigenin.

Senyawa flavonoid yaitu salah satu antimikroba yang bekerja dengan cara mengganggu fungsi membran sitoplasma yang tersusun oleh 60% protein dan 40% lipid yang umumnya berupa fosfolipid. Pada konsentrasi rendah dapat merusak membran sitoplasma menyebabkan bocornya metabolit penting yang menginaktifkan sistem enzim mikroba, sedangkan pada konsentrasi tinggi mampu merusak membran sitoplasma dan mengendapkan protein sel.

#### b) Saponin

Saponin berasal dari bahasa latin Sapo yang artinya sabun, karena sifatnya seperti sabun. Saponin yaitu glikosida triterpenoid dan sterol, terdiri dari gugus gula yang berikatan dengan aglikon atau sapogenin. Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang kuat yang

menimbulkan busa bila dikocok di dalam air dan pada konsentrasi yang rendah dapat menyebabkan hemopilis pada sel darah merah. Saponin merupakan senyawa yang memiliki tegangan permukaan yang kuat yang berperan sebagai antimikroba dengan mengganggu kestabilan membran sel bakteri yang menyebabkan lisis sel, karena saponin merupakan senyawa semipolar dapat larut dalam lipid air, sehingga senyawa ini akan terkonsentrasi di dalam membran sel mikroba (Qurrotu, 2008 dalam Adetha 2018). Kandungan saponin yang terdapat pada buah belimbing wuluh memiliki molekul yang dapat menarik air atau hidrofilik dan molekul yang dapat melarutkan lemak atau lipofilik sehingga dapat menurunkan tegangan permukaan sel yang akhirnya menyebabkan hancurnya bakteri (Resky, 2015 dalam Adetha, 2018).

Saponin merupakan glikosida yang memiliki sifat yang khas membentuk busa. Saponin terdiri atas aglikogen polisiklik yang disebut sapogenin dan gula sebagai glikon. Sapogenin hadir dalam dua bentuk yaitu steroid dan triterpenoid. Saponin pada tanaman diindikasikan dengan adanya rasa pahit dan apabila di campur dengan air akan membentuk busa stabil serta membentuk molekul dengan kolesterol (Poniman, 2011 dalam Adetha, 2018). Kandungan saponin pada tanaman buah belimbing wuluh yaitu saponin triterpen sebesar 3,582, yang dapat memberikan efek antitussives dan expectorant yang membantu menyembuhkan batuk (Qurrotu, 2008 dalam Adetha 2018).

### c) Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa organik yang banyak ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan, baik di bagian daun, biji, ranting dan kulit kayu. Hampir semua alkaloid yang ditemukan di alam mempunyai keaktifan biologis tertentu, ada yang sangat beracun tetapi adapula yang sangat berguna dalam pengobatan, misalnya kuinin, morfin dan striknin. Bidang kesehatan alkaloid mempunyai efek berupa pemicu sistem saraf, menaikkan tekanan darah, mengurangi rasa sakit, antimikroba, obat penenang dan obat penyakit jantung. Pada tumbuhan, alkaloid berfungsi sebagai pelindung dari serangga hama, penguat tumbuh-tumbuhan serta sebagai pengatur kerja hormon. Telah diketahui sekitar 5.500 senyawa alkaloid yang tersebar diberbagai suku (Afrindayanti dkk, 2017).

## 5. Manfaat Buah Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh ternyata sangat terkenal di dalam kalangan masyarakat, bahkan melebihi belimbing manis. Perasan air buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) sangat baik untuk asupan kekurangan vitamin C. Beberapa hasil penelitian yang menyebutkan potensi suatu tanaman dapat dimanfaatkan untuk mengobati penyakit dan dapat digunakan sebagai antibakteri, hal ini dikarenakan dapat digunakan sebagai pengawet lebih efektif dan biayanya relatif murah (Candra, 2017 dalam Adetha, 2018).

Sifat kimia serta efek farmakologis dari tumbuhan belimbing wuluh adalah buahnya berasa asam, menghilangkan rasa sakit, memperbanyak pengeluaran empedu, antiradang, peluruh kencing,

dan sebagai anstringen. Buah belimbing wuluh banyak digunakan sebagai sirup penyegar, bahan penyedap masakan, noda pada kain, mengkilapkan barang - barang yang terbuat dari kuningan, membersihkan tangan yang kotor, dan sebagai obat tradisional (Candra, 2017 dalam Adetha, 2018).

#### **F. Air Perasan**

Air perasan merupakan larutan dalam air yang terdiri dari seluruh bahan yang terkandung dalam tumbuhan segar yang dihaluskan dalam perbandingan yang sama dengan material awalnya dan yang tetap tinggal hanya bahan yang tidak larut (Nopianti dalam Afina, 2015).

Menurut Voigt (1995) dalam Afina (2015) Metode pemerasan merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperoleh simplisia. Simplisia adalah bahan alamiah yang digunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apapun yang berupa bahan yang telah dikeringkan. Cairan yang diperoleh dari metode peras umumnya disaring terlebih dahulu untuk membebaskan cairan dari partikel-partikel kecil pengotor.

## G. Uji Efektivitas

Menurut WHO (2005 : 10), tingkat konsentrasi suatu larvasida yang dapat menyebabkan kematian terhadap larva uji dapat ditentukan dengan letal atau *lethal concentration* (LC) yang meliputi:

1. Lethal Concentration 50 (LC<sub>50</sub>) :

Lethal Concentration 50 (LC<sub>50</sub>) merupakan konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari hewan uji yang dapat diestimasi dengan grafik dan perhitungan pada waktu pengamatan tertentu (Rossiana dalam Afina, 2015).

2. Lethal Concentration 90 (LC<sub>90</sub>)

Lethal concentration 90 (LC<sub>90</sub>) merupakan konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 90% dari hewan uji diestimasi dengan grafik dan perhitungan pada suatu waktu pengamatan tertentu (Rossianan dalam Afina, 2015).