

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Culex sp*

Culex sp dikenali sebagai nyamuk rumah. *Culex sp* meletakkan telur dan berkembangbiak di selokan yang berisi air bersih ataupun selokan air pembuangan domestik yang kotor, serta di tempat penggenangan air domestik atau air hujan di atas permukaan tanah (Novianto, 2007). Nyamuk ini juga lebih menyukai genangan yang lama daripada genangan yang baru. Larva nyamuk *Culex sp* sering kali terlihat dalam jumlah yang sangat besar di selokan air kotor. Khusus untuk *Culex pipienfatigans* (*Culex quenquefasciatus*) membutuhkan air yang tercemar, sedangkan *Culex tritaenorrhynchus* membutuhkan sawah padi sebagai tempat perkembangbiakannya (Rahajoe dkk., 2007). Jenis nyamuk seperti *Culex pipiens* dapat menularkan penyakit filariasis (kaki gajah), ensefalitis, dan virus chikungunya (Sholichah, 2009).

2.1.1 Klasifikasi *Culex sp*

Klasifikasi *Culex sp* adalah sebagai berikut (Mulyatno, 2008):

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Ordo : Diptera
Family : Culicidae
Genus : *Culex*
Spesies : *Culex sp.*

2.1.2 Morfologi *Culex sp.*

Kepala nyamuk dewasa *Culex sp.* berbentuk bulat dan memiliki sepasang mata majemuk, mata menyatu (*holoptic*) pada nyamuk jantan dan tampak jelas terpisah pada nyamuk betina (*dichoptic*) (Rahajoe dkk., 2007). Sisik sayap *Culex sp* sempit dan panjang, telur yang diletakkan berkelompok membentuk rakit dan kadang berbentuk seperti peluru merupakan ciri khas telur *Culex sp.* (Astuti dkk., 2010). Stadium pupa, tabung pernafasan mempunyai bentuk panjang dan sempit yang digunakan untuk mengambil oksigen. Stadium dewasa jantan, palpus melebihi panjang probosisnya, pada dewasa betina berkebalikan (Gani, 2011). Nyamuk *Culex sp.* mempunyai tipe metamorfosis sempurna (*holometabolous*) yaitu melalui empat tahap stadium : telur, larva, pupa dan dewasa (Rahajoe dkk., 2007).

2.1.2.1 Telur

Telur berwarna coklat, panjang dan silinder, vertikal pada permukaan air. Panjangnya biasanya 3-4 mm dan lebarnya 2-3 mm. Seekor nyamuk betina mampu meletakkan 100-200 butir telur (Rahajoe dkk., 2007). Ciri khas nyamuk *Culex sp.* adalah meletakkan telurnya diatas permukaan air secara berkelompok membentuk rakit sehingga telur tersebut mampu mengapung. Nyamuk *Culex sp*

betina lebih menyukai tempat penampungan air yang digunakan sehari-hari serta tempat penampungan air alamiah (Soedarto, 2008). Telur akan menetas dalam waktu 1-3 hari pada suhu 30° C, sementara pada suhu 16° C telur akan menetas dalam waktu 7 hari. Telur dapat bertahan tanpa media air asalkan tetap dalam kondisi lembab. Telur dapat bertahan sampai berbulan-bulan pada suhu -2° C sampai 42° C (Santoso, 2000).



Gambar 2.1 Telur *Culex sp.* (Sean, 2012)

2.1.2.2 Larva

Larva *Culex sp.* membentuk sudut terhadap permukaan air yang digunakan untuk menggantungkan larva tersebut (Rahajoe dkk., 2007). Tahapan perkembangan larva nyamuk sendiri memerlukan empat tahap perkembangan. Waktu perkembangan larva tergantung pada suhu, ketersediaan makanan dan keberadaan larva dalam sebuah wadah. Waktu yang dibutuhkan dalam kondisi yang optimal dari telur menetas hingga menjadi nyamuk dewasa adalah tujuh hari, termasuk dua hari dalam masa pupa. Dibutuhkan waktu beberapa minggu dalam suhu yang rendah (Astuti dkk., 2010).



Gambar 2.2 Larva Nyamuk *Culex* sp. (*Culex Environmental*, 2011)

2.1.2.3 Pupa

Pupa berbentuk bengkok dan kepalanya besar. Stadium pupa membutuhkan waktu 2 hari, dan pupa tidak memakan apapun untuk bertahan hidup. Sebagian kecil tubuh pupa kontak dengan permukaan air, berbentuk terompet panjang dan ramping (Rahajoe dkk., 2007). Apabila pupa terkena gangguan oleh gerakan atau tempat perindukannya tersentuh, pupa akan bergerak cepat masuk ke dalam air selama beberapa detik dan kemudian muncul kembali ke permukaan air (Ludfi, 2000).

2.1.2.4 Dewasa

Setelah muncul dari pupa nyamuk jantan dan betina akan kawin dan nyamuk betina yang sudah dibuahi akan menghisap darah waktu 24-36 jam. Darah merupakan sumber protein yang esensial untuk mematangkan telur. (Mulyatno, 2007). Perkembangan dari telur hingga dewasa memerlukan waktu sekitar 10 sampai 12 hari (Ludfi, 2000).

Kepala nyamuk dewasa *Culex* sp. berbentuk bulat atau spheris, dan memiliki sepasang mata majemuk, mata menyatu (*holoptic*) pada nyamuk jantan

dan tampak jelas terpisah pada nyamuk betina (*dichoptic*) (Rahajoe dkk., 2007). Nyamuk dewasa *Culex sp.* memiliki satu pasang antena yang panjang terdiri dari 14-15 ruas, dimana setiap ruas ditumbuhi bulu-bulu yang lebat pada nyamuk jantan (*plumose*) dan pada nyamuk betina bulu-bulunya jarang (*pilose*). Tipe mulut nyamuk *Culex sp.* dewasa adalah penusuk dan penghisap (*piercing dan sucking*) dan terdiri dari satu *proboscis* dan dua palpus. *Proboscis* merupakan alat penusuk yang terdiri dari 1 buah *hipopharynx*, satu pasang mandibula, satu pasang *maxilla*, satu pasang labium yang diujungnya terdapat sepasang *labella*. Palpus nyamuk betina lebih pendek dari proboscis, sedangkan pada nyamuk jantan palpus dan *proboscis* sama panjang (Rahajoe dkk., 2007).

Thorax terdiri dari tiga segmen yaitu *prothorax*, *mesothorax* dan *metathorax*, dimana setiap segmen terdapat sepasang kaki. Pada *metathorax* terdapat sepasang kaki dan sepasang halter, yaitu sayap rudimenter yang berguna untuk keseimbangan tubuh sedangkan pada *mesothorax*, terdapat sepasang kaki dan sayap. Sisi dorsal *thorax* tampak berbentuk ovoid atau segiempat, tertutup oleh bulu-bulu atau sisik. *Scutum* sangat besar karena pada bagian ini terdapat otot-otot untuk terbang, bagian belakang *scutum* adalah *scutellum*. Bentuk *scutellum* dapat dijadikan pedoman identifikasi spesies. Abdomen berbentuk silindris dan memanjang, berwarna coklat terang, terdiri dari sepuluh segmen dimana dua segmen terakhir mengadakan modifikasi menjadi alat genitalia dan anus, sehingga hanya tampak delapan segmen (Mulyatno, 2007).



Gambar 2.3 Nyamuk *Culex sp.* Dewasa (Bryant, 2007)

2.1.3 Bionomik Nyamuk *Culex sp.*

Nyamuk betina menghisap darah untuk proses pematangan telur, berbeda dengan nyamuk jantan. Nyamuk jantan tidak memerlukan darah tetapi hanya menghisap sari bunga (Astuti dkk., 2010). Kondisi suhu yang mendukung untuk pertumbuhan mulai dari telur hingga dewasa adalah 27°C disertai kelembapan udara sebesar 80%. Suhu yang tinggi akan meningkatkan aktivitas dan perkembangan nyamuk, sehingga perkembangan telur hingga menjadi dewasa yang normalnya terjadi dalam 10 hari akan berubah menjadi 7 hari (Novianto, 2007).



Gambar 2.4 Siklus Hidup Nyamuk *Culex sp.* (Mikel, 1990)

2.1.4 Perilaku Nyamuk *Culex sp.*

Nyamuk jantan akan menunggu nyamuk betina untuk melakukan kopulasi. Setelah kopulasi, nyamuk betina akan menghisap darah mamalia untuk proses pematangan telur. Nyamuk betina akan bertelur pada sore hari menjelang matahari terbenam, dan nyamuk betina akan menghisap darah lagi setelah bertelur (Novianto, 2007). Jarak terbang nyamuk *Culex sp.* hanya sekitar 100 meter (Paramarta *et al.*, 2009).

2.1.5 Kepentingan Medis *Culex sp.*

Culex sp adalah genus dari nyamuk yang berperan sebagai vektor penyakit yang penting seperti Filariasis, *Japanese encephalitis*, *St Louis encephalitis* dan West Nile Virus. Filariasis atau penyakit kaki gajah merupakan jenis penyakit parasit yang disebabkan karena nematoda yang hidup dalam sistem limfe dan dapat ditularkan melalui gigitan nyamuk (Novianto, 2007). Manifestasi akut yang didapatkan adalah demam berulang dan peradangan saluran kelenjar getah bening. *Microfilaria* biasanya tidak menimbulkan kelainan tetapi dalam keadaan tertentu dapat menyebabkan *occult filariasis* (Sari dan Aswin, 2013). Gejala yang disebabkan oleh cacing dewasa menyebabkan limfadenitis (peradangan di kelenjar limfe) dan limfangitis (peradangan di saluran limfe) retrograde dalam stadium akut, disusul dengan obstruktif menahun 10 sampai 15 tahun kemudian. Perjalanan filariasis dapat dibagi beberapa stadium: stadium mikrofilaremia tanpa gejala klinis, stadium akut dan stadium menahun. Pada stadium akut terjadi limfadenitis dan peradangan kelenjar seperti peradangan sistem limfatik organ genital pria (epididimis, orkitis dan funikulitis). Pada penderita mikrofilaremia tanpa

gejala klinis, pemeriksaan dengan limfosintigrafi menunjukkan adanya kerusakan limfe. Sedangkan pada stadium kronis (menahun) gejala yang sering terjadi adalah hidrokel. Terkadang juga terjadi limfedema dan elephantiasis yang mengenai daerah lengan, payudara dan tungkai (Sari dan Aswin, 2013).

Cacing dewasa dapat menyumbat saluran limfe dan terjadi dilatasi dan penyumbatan pada saluran limfe sehingga terjadi gangguan fungsi limfatik. Gangguan tersebut diantaranya adalah terjadinya edema yang disebabkan karena penimbunan cairan limfe menyebabkan aliran limfe lambat dan tekanan hidrostatiknya meningkat sehingga cairan limfe masuk ke jaringan dan menimbulkan edema. Gangguan lain yang akan terjadi adalah kelenjar limfe tidak dapat menyaring bakteri yang masuk, sehingga bakteri mudah berkembang biak dan menimbulkan peradangan akut. Kerusakan sistem limfatik menyebabkan menurunnya kemampuan untuk mengalirkan cairan limfe sehingga dapat terjadi limfedema. Yang dimaksud dengan limfedema adalah suatu kondisi yang ditandai dengan pembengkakan pada salah satu lengan atau tungkai. Pada penderita limfedema, adanya serangan akut berulang oleh bakteri atau jamur akan menyebabkan penebalan dan pengerasan kulit, hiperpigmentasi, hiperkeratosis dan peningkatan pembentukan jaringan ikat sehingga terjadi peningkatan stadium limfedema, dimana pembengkakan yang semula terjadi hilang timbul (*pitting*) akan menjadi pembengkakan menetap (*non pitting*) (Nasrin, 2008).

Beberapa kasus berlanjut menjadi kiluria, yaitu kebocoran atau pecahnya saluran limfe dan pembuluh darah di ginjal (pelvis renal) yang disebabkan oleh cacing filaria dewasa, sehingga cairan limfe dan darah masuk ke saluran kemih. Umumnya penduduk yang tinggal di daerah endemis tidak menunjukkan peradangan yang berat walaupun mereka mengandung mikrofilaria (Nasrin, 2008).

2.1.6 Usaha Pengendalian

a. Pengendalian Secara Biologi

Pengendalian secara biologis dilakukan dengan menggunakan organisme lain yang mampu mengurangi populasi nyamuk. Pengendalian secara biologis ini mampu menurunkan populasi nyamuk secara alami tanpa menimbulkan gangguan keseimbangan ekologi (Mulyatno, 2008).

b. Pengendalian Secara Kimia

Pengendalian secara kimia dilakukan dengan cara menyemprotkan insektisida ke sarang nyamuk seperti semak-semak, got, ruangan rumah. Cara lain yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan penaburan insektisida butiran ke tempat-tempat yang terdapat jentik atau larva nyamuk atau ke tempat yang biasa menjadi sarang nyamuk. Penyemprotan dengan *malathion* (fogging) masih merupakan cara yang umum dipakai untuk membunuh nyamuk dewasa, tetapi cara ini tidak dapat membunuh larva yang hidup dalam air (Maha, 2009). Pengendalian yang umum dipergunakan untuk larva nyamuk adalah dengan menggunakan larvasida seperti abate (Prasojo, 1984).

c. Pengendalian Secara Mekanis

Pengendalian secara mekanis dilakukan dengan cara memusnahkan tempat berkembang biak nyamuk, seperti mengubur kaleng-kaleng atau wadah sejenis yang dapat menampung air hujan. Cara lain yang dapat dilakukan yaitu dengan cara mencegah terjadinya kontak antara nyamuk dan manusia, dengan cara memasang kasa/ kawat nyamuk pada jalan angin (Mulyatno, 2008).

2.2 Bayam (*Amaranthus sp*)

Bayam merupakan tanaman sayuran yang dikenal dengan nama ilmiah *Amaranthus sp*. Kata "*amaranth*" dalam bahasa Yunani berarti "*everlasting*" (abadi). Tanaman bayam semula dikenal sebagai tumbuhan hias. Dalam perkembangan selanjutnya, tanaman bayam dipromosikan sebagai bahan pangan sumber protein, terutama untuk negara-negara berkembang (Hadisoeganda, 1996).

Keluarga Amaranthaceae memiliki sekitar 60 genera, terbagi dalam sekitar 800 spesies bayam (Hadisoeganda, 1996). Hanya dikenal dua jenis bayam budidaya di Indonesia, yaitu *Amaranthus tricolor* dan *Amarantus hybridus*. Jenis *Amarantus tricolor* biasa ditanam sebagai bayam cabut dan terdiri dari dua varietas, yaitu bayam hijau (bayam putih, bayam sekul atau bayam cina) dan bayam merah karena tanamannya berwarna merah. *Amaranthus hybridus* sering disebut bayam kakap, bayam tahun, atau bayam bathok dan ditanam sebagai bayam petik. Selain jenis bayam tersebut merupakan jenis bayam liar. Berdasarkan cara penanamannya jenis bayam dibedakan menjadi bayam cabut dan bayam petik. Bayam cabut adalah bayam yang dipanen dengan cara dicabut seluruh bagian tanaman beserta akar- akarnya. Bayam petik adalah bayam yang dipanen dengan cara dipetik daun atau pucuk daunnya saja sehingga dapat dilakukan berulang kali sepanjang tanaman masih produktif (Edi dan Bobihoe, 2010).

Bayam cabut atau bayam sekul alias bayam putih (*A. tricolor L.*) mempunyai ciri-ciri berdaun lebar dan tumbuh tegak besar (hingga dua meter) dan memiliki batang berwarna kemerahan atau hijau keputih-putihan, dan memiliki

bunga yang keluar dari ketiak cabang. Biasanya digunakan dalam bahan membuat makanan (Sahat dan Hidayat, 1996).

Bayam tahun, bayam skop atau bayam kakap (*A. hybridus L.*) mempunyai ciri-ciri memiliki daun yang lebar, ada yang berwarna merah dan hijau keputihan, yang dibedakan atas 2 spesies yaitu *A. hybridus caudatus L.* dan *A. hybridus paniculatus L.* Ciri yang dimiliki oleh *A. hybridus caudatus L.* adalah memiliki daun agak panjang dengan ujung runcing, berwarna hijau kemerahan atau merah tua, dan bunganya tersusun dalam rangkaian panjang terkumpul pada ujung batang. Berbeda dengan *A. hybridus paniculatus L.* yang mempunyai dasar daun yang sangat lebar dan berwarna hijau, rangkaian bunga panjang besar yang tersusun secara teratur pada ketiak daun (Sahat dan Hidayat, 1996).

Bentuk tanaman bayam adalah terna (perdu), tinggi tanaman dapat mencapai 1,5 – 2 m, berumur semusim atau lebih. Sistem perakaran lebih menyebar dangkal pada kedalaman antara 20 – 40 cm dan akar tunggang. Daunnya berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing mempunyai urat-urat daun yang jelas. Warna daun bermacam-macam, ada yang berwarna hijau muda, hijau tua, hijau keputih-putihan dan ada juga yang berwarna merah. Daun bayam liar umumnya kasap (kasar) dan kadang berduri. Batang tumbuh tegak, tebal, berdaging dan banyak mengandung air, tumbuh tinggi di atas permukaan tanah. Bayam tahunan mempunyai batang keras berkayu dan bercabang banyak. Bunga bayam berukuran kecil, berjumlah banyak, terdiri dari daun bunga 1-5 dan bakal buah 2-3 buah. Tanaman dapat berbunga sepanjang musim. Perkawinannya bersifat universal yaitu dapat menyerbuk sendiri maupun menyerbuk silang. Penyerbukan berlangsung dengan bantuan angin. Perkembangbiakan tanaman bayam umumnya generatif (biji), biji berukuran sangat kecil dan halus, berbentuk

bulat, dan berwarna coklat tua mengkilap hingga hitam kelam. Terdapat beberapa jenis bayam yang mempunyai warna biji putih sampai merah, misalnya bayam maksi yang bijinya merah. Setiap tanaman dapat menghasilkan biji kira-kira 1200-3000 biji/ gram (Handayani, 2012). Pada tanaman bayam tahunan, pembiakan dapat juga dilakukan secara vegetatif dengan stek batang (Edi dan Bobihoe, 2010).



Gambar 2.5 *Amaranthus hybridus* (Sahat dan Hidayat, 1996)



Gambar 2.6 *Amaranthus tricolor* (Ramsay,2000)

2.2.1 Manfaat Bayam

Ditinjau dari segi kandungan gizinya, bayam merupakan jenis sayuran hijau yang banyak manfaatnya bagi kesehatan dan pertumbuhan badan, terutama bagi anak-anak dan para ibu yang sedang hamil. Daun bayam mengandung

cukup banyak kandungan protein, mineral kalsium, zat besi dan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Keunggulan nutrisi bayam terutama adalah terdapat vitamin A (beta-karoten), vitamin C, riboflavin, dan asam amino *niacin* dan *thiamine*. Kandungan nutrisi bayam lebih unggul dan kandungan protein lebih mudah dicerna dibandingkan dengan kangkung (Sahat dan Hidayat, 1996).

Bayam juga mengandung senyawa karotenoid berupa lutein yang diperlukan oleh tubuh manusia. Senyawa lutein tidak dapat disintesis dalam tubuh manusia sehingga diperlukan asupan lutein dari makanan. Lutein terakumulasi di makula retina dan berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mencegah perkembangan penyakit katarak. Kandungan lutein dalam bayam mentah adalah sebesar 6,6 mg per 100gr. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mozzaffarieh (2003) dan Madhavi (2002) mengkonsumsi lutein 6-20mg dapat mencegah terjadinya katarak pada mata yang disebabkan oleh kerusakan oksidatif (Kusmiati, 2010).

Tabel 2.1 Komposisi zat gizi bayam per 100g (Depkes, 1980)

No	Zat Gizi	Bayam Hijau	Bayam Merah
1	Kalori	36 kal	51 kal
2	Karbohidrat	6,5 g	1,0 g
3	Lemak	0,5g	0,5g
4	Protein	3,5g	4,6 g
5	Kalsium	265 g	368 g
6	Fosfor	67 g	11,1 g
7	Besi	3,9 g	2,2 g
8	Vitamin A	6090SI	5800SI

No	Zat Gizi	Bayam Hijau	Bayam Merah
9	Vitamin B1	0,08 mg	0,08 mg
10	Vitamin C	80 mg	80 mg
11	Air	86,9 mg	82,0 mg

2.2.2 Bahan Aktif dalam Ekstrak Daun Bayam (*Amaranthus tricolor*) yang Memiliki Potensi sebagai Insektisida

2.2.2.1 Flavonoid

Flavonoid termasuk senyawa fenolik alam yang potensial sebagai antioksidan dan termasuk senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan di alam. Flavonoid biasa disebut vitamin P yang akan ditemukan dimana terdapat vitamin C. Flavonoid mempunyai efek yang sinergis dengan mekanisme aksi vitamin C dalam menguatkan dinding pembuluh darah kapiler. Flavonoid sebenarnya bukan termasuk kelompok vitamin, akan tetapi sering disebut vitamin untuk memudahkan mengelompokkan nutrisi yang dikandungnya (Bruno, 2002). Golongan flavonoid mencakup banyak pigmen yang paling umum dan terdapat pada seluruh dunia tumbuhan mulai dari *fungus* sampai *angiospermae*. Senyawa-senyawa ini merupakan zat merah, ungu, dan biru dan sebagai zat warna kuning yang ditemukan di dalam tumbuh-tumbuhan. Senyawa-senyawa flavonoid terdapat dalam semua bagian tumbuhan seperti pada bunga, daun, ranting, akar, buah, kayu dan kulit kayu. Sebagian besar flavonoid alam ditemukan dalam bentuk glikosida, dimana unit flavonoid terikat pada suatu gula. Flavonoid dapat ditemukan sebagai mono-, di- atau triglikosida dimana satu, dua atau 3 gugus

hidroksil dalam molekul flavonoid terikat oleh gula. Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua cincin *benzene* (C_6) terikat pada suatu rantai *propane* (C_3) sehingga membentuk suatu susunan $C_6-C_3-C_6$ (Lenny, 2006).

Flavonoid merupakan senyawa polar karena memiliki sejumlah gugus hidroksil yang tidak tersubstitusi. Pelarut polar seperti etanol, metanol, etilasetat, atau campuran dari pelarut tersebut dapat digunakan untuk mengekstrak flavonoid dari jaringan tumbuhan (Gafur dan Isa, 2014). Efek flavonoid bermacam-macam, salah satu diantaranya adalah sebagai inhibitor kuat pernafasan, mekanismenya adalah flavonoid berperan sebagai racun pernafasan. Ketika insektisida masuk melalui spirakel (lubang pernafasan) nyamuk, maka akan terjadi gangguan pada sistem pernafasan dan lama kelamaan nyamuk tersebut akan mati. Flavonoid juga dapat menghambat daya makan serangga (*antifeedant*). Cara kerja senyawa tersebut adalah dengan bertindak sebagai *stomach poisoning*. Bila senyawa ini masuk dalam tubuh serangga, maka alat pencernaannya akan terganggu. Senyawa ini juga bekerja dengan menghambat reseptor perasa pada daerah mulut serangga. Hal ini mengakibatkan serangga gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga tidak mampu mengenali makanannya. Akibatnya serangga mati kelaparan (Rahmawati dkk., 2003).

Kerusakan membran mitokondria yang disebabkan oleh flavonoid dapat terjadi karena adanya fosfolipase inhibitor. *Phosfolipase inhibitor* menyebabkan gangguan pada integritas membran *mitokondria* dan transduksi sinyal, sehingga gradien *proton* yang melewati membran dalam (*inner membrane*) *mitokondria* akan menghilang. Kerusakan *mitokondria* secara non enzimatis diduga karena sifat sitotoksik flavonoid (Rahajoe dkk., 2010).

2.2.2.2 Tannin

Tannin merupakan jenis senyawa yang termasuk dalam golongan polifenol. Senyawa yang termasuk golongan polifenol adalah semua senyawa yang memiliki struktur dasar berupa fenol, contohnya flavonoid (Sulistiono, 2008).

Tannin dan flavonoid biasa disebut vitamin P yang akan ditemukan dimana terdapat vitamin C. Flavonoid mempunyai efek yang sinergis dengan mekanisme aksi vitamin C dalam menguatkan dinding pembuluh darah kapiler (Bruno, 2002).

Mekanisme insektisida dari *tannin* bersifat menghambat enzim asetilkolinesterase yang merusak sistem saraf nyamuk. Apabila ada penetrasi *tannin* pada dinding badan nyamuk, enzim asetilkolinesterase akan dihambat untuk memecah asetilkolin dan menyebabkan penumpukan asetilkolin. Kerja asetilkolin akan berjalan terus tanpa henti, sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dan disfungsi sistem syaraf yang berakhir dengan kematian nyamuk (Echeme and Khan, 2009).

2.3 Insektisida

2.3.1 Definisi

Insektisida adalah bahan-bahan kimia bersifat racun yang dipakai untuk membunuh serangga. Insektisida dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, sistem hormon, sistem pencernaan, serta aktivitas biologis lainnya hingga berujung pada kematian serangga. Khasiat insektisida untuk membunuh serangga sangat tergantung pada bentuk, cara masuk ke dalam badan serangga, macam bahan kimia, konsentrasi dan jumlah (dosis) insektisida.

Insektisida yang baik mempunyai sifat sebagai berikut (Sari, 2010):

- a. Mempunyai daya bunuh yang tinggi dan cepat serta tidak berbahaya bagi hewan vertebrata dan manusia
- b. Murah dan mudah didapat dalam jumlah besar
- c. Mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar
- d. Mudah digunakan dan dapat dicampur dengan berbagai macam pelarut
- e. Tidak berwarna dan tidak berbau yang tidak menyenangkan

Cara kerja insektisida yang digunakan dalam pengendalian vektor terdiri dari mempengaruhi sistem syaraf, menghambat produksi energi, mempengaruhi sistem endokrin, menghambat produksi kutikula dan menghambat keseimbangan air. *Mode of entry* adalah cara insektisida masuk ke dalam tubuh serangga, dapat melalui kutikula (racun kontak), alat pencernaan (racun perut), atau lubang pernafasan (racun pernafasan). Melalui racun kontak, insektisida menembus kutikula serangga atau kelenjar lain yang berhubungan dengan kutikula, beberapa bahan aktif dapat terlarut dalam lemak kutikula sehingga insektisida dapat dengan mudah masuk tubuh serangga. Cara insektisida masuk melalui racun pernafasan adalah ketika insektisida masuk melalui spirakel (lubang pernafasan) nyamuk. Insektisida dapat mempunyai satu atau lebih cara masuk ke dalam tubuh serangga (Gunawan, 2011).

2.3.2 Jenis Insektisida Untuk Pengendalian Vektor

2.3.2.1 Organofosfat

Insektisida adalah bahan-bahan kimia bersifat racun yang dipakai untuk membunuh serangga. Insektisida dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, sistem hormon, sistem pencernaan, serta aktivitas biologis lainnya hingga berujung pada kematian serangga. Insektisida golongan ini dibuat dari molekul organik dengan penambahan fosfat. Organofosfat bekerja pada serangga dengan cara mengikat enzim asetilkolinesterase. Hal ini menyebabkan terganggunya impuls sistem saraf dan menyebabkan kematian serangga. Contoh golongan organofosfat adalah *malathion, parathion, diazinon, fenitrothion* (Rustia dkk., 2010).

2.3.2.2 Organoklorin

Insektisida golongan ini dibuat dari molekul organik dengan penambahan klorin. Insektisida golongan ini bersifat sangat persisten, dimana senyawa ini tetap aktif hingga bertahun-tahun. Oleh karena itu, penggunaan insektisida golongan ini sudah dilarang karena memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Contoh insektisida golongan ini adalah *Lindane, Chlordane dan DDT* (Sari dan Winata, 2010).

2.3.2.3 Karbamat

Insektisida golongan karbamat sangat efektif mematikan banyak jenis serangga pada suhu tinggi dan mempunyai kelebihan yaitu meninggalkan residu

dalam jumlah sedang. Namun, insektisida karbamat juga mempunyai kekurangan yaitu akan terurai pada suasana yang terlalu basa. Insektisida golongan ini memiliki cara kerja yang mirip dengan organofosfat, namun kurang toksik dan durasinya lebih pendek dibandingkan dengan organofosfat. Salah satu contoh golongan karbamat adalah *propoxur*. *Propoxur* merupakan racun kontak yang memiliki mekanisme kerja sebagai *anticholinesterase*, sedikit berbau, memiliki daya residu 5 bulan sehingga efektif sebagai insektisida. Insektisida ini kurang toksik untuk mamalia namun efektif untuk nyamuk, kecoa dan kutu (Budiyono, 2012).

2.3.2.4 Botanical

Insektisida golongan ini bekerja sebagai racun kontak sistem saraf yaitu dengan meningkatkan waktu pembukaan kanal sodium. Akibatnya, *sodium influx* meningkat sehingga menyebabkan *delayed repolarization*. Insektisida ini efektif untuk nyamuk dan kutu namun tidak toksik untuk mamalia, kecuali tertelan. Salah satu contoh golongan botanical adalah *pyrethrum*. Salah satu contoh golongan botanical sintetik adalah *pyrethroid*. *Pyrethroid* memiliki toksisitas rendah terhadap mamalia, akan tetapi memiliki toksisitas yang tinggi terhadap serangga. Insektisida ini diuraikan oleh sinar matahari dalam satu hingga dua hari dan tidak banyak mempengaruhi kualitas air tanah (Rustia dkk., 2010).

2.3.2.5 Pyrethroid

Insektisida ini lebih dikenal sebagai *synthetic pyrethroid* (SP) yang bekerja mengganggu system syaraf. Golongan *synthetic pyrethroid* banyak digunakan dalam pengendalian vektor untuk serangga dewasa, kelambu celup atau

Insecticide Treated Net (ITN), *Long Lasting Insecticidal Net (LLIN)*, dan berbagai formulasi insektisida rumah tangga. *Pyrethroid* ini dapat membunuh serangga dengan cepat dengan toksisitas rendah terhadap mamalia, biodegradabilitas dan selektivitasnya bagus (Anshori, 2009).

2.3.2.6 Insect Growth Regulator (IGR)

Merupakan senyawa yang merubah proses pertumbuhan normal serangga, sehingga bisa digunakan untuk mengontrol populasi serangga dengan mekanisme mengganggu metamorfosis, embryogenesis atau reproduksi serangga (dapat mengganggu proses perkembangan dan pertumbuhan serangga)

Insect Growth Regulator terbagi dalam dua kelas, yaitu (Anshori, 2009):

- a. Juvenoid atau sering juga dikenal *Juvenile Hormone Analog (JHA)*. Pemberian juvenoid pada serangga berakibat pada perpanjangan stadium larva dan kegagalan menjadi pupa. Contoh IHA adalah fenoksikarb, metopren, piriproksifen, dan lain-lain.
- b. Penghambat sintesis *Chitin* atau *Chitin Synthesis Inhibitor (CSI)* mengganggu proses ganti kulit dengan cara menghambat pembentukan kitin. Contoh CSI adalah diflubensuron, heksaflumuron, dan lain-lain.

2.3.3 Persyaratan Aplikasi Insektisida

Kegagalan pengendalian secara kimiawi dapat disebabkan oleh kesalahan aplikasi insektisida. Disamping itu, kesalahan insektisida juga sangat berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Ada beberapa ketentuan penting dalam aplikasi insektisida yaitu (Anshori, 2009):

1. Tepat dosis / konsentrasi. Dosis adalah kebutuhan insektisida per ha (lt/ha) sedangkan konsentrasi adalah kebutuhan insektisida per liter pelarut (ml/lt).
2. Tepat waktu. Waktu penyemprotan disesuaikan dengan spesies sasaran dan perilakunya.
3. Cara aplikasi insektisida harus disesuaikan dengan formulasi dan alat yang digunakan.
4. Tepat sasaran. Aplikasi insektisida harus disesuaikan dengan spesies sasaran dan perilaku vektor.

2.4 Uji Potensi Insektisida dengan Metode Semprot

Metode semprot merupakan metode yang paling sering digunakan karena mudah aplikasinya dan cocok untuk membasmi serangga baik di dalam maupun di luar ruangan. Secara umum metode semprot ada 2 macam, yaitu (Hadi, 1999) :

1. Space spraying : Memiliki efek *knockdown* pada ruang dimana terdapat aktivitas serangga. Misalnya nyamuk, lalat, lebah. Metode ini biasa dilakukan dengan cara pengkabutan panas/ fogging dan dingin / ULV (ultra low volume).
2. Residual spraying : Memiliki efek residu pada permukaan obyek dimana terdapat aktivitas serangga yang merayap atau berada pada permukaan obyek tertentu dalam waktu lama. Misalnya kutu, kecoa, semut.