

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Telaah Pustaka

##### 1. Malaria

###### a. Definisi Malaria

Malaria telah diketahui ada selama lebih dari 4.000 tahun yang lalu. Malaria dikenal secara luas di daerah Yunani pada abad ke-4 SM dan dipercaya sebagai penyebab utama berkurangnya penduduk kota pada saat itu. Plasmodium penyebab Malaria ditemukan oleh Laveran pada tahun 1880. Marchiafava pada tahun 1883 berhasil menggunakan metilen biru untuk mewarnai parasit Malaria sehingga morfologi *Plasmodium* mulai dipelajari. Golgi pada tahun 1885 menjelaskan daur hidup *Plasmodium*, yaitu siklus skizogonieritrositik yang disebut sebagai siklus Golgi. Sedangkan siklus yang terjadi di dalam tubuh nyamuk dipelajari oleh Ross dan Bignami pada tahun 1899. Kemudian pada tahun 1900, Patrick Manson membuktikan bahwa nyamuk adalah vektor penular penyakit Malaria (Soedarto, 2011).

Penderita penyakit Malaria dapat dihindangi lebih dari satu jenis *Plasmodium*. Infeksi ini disebut infeksi campuran (*mixed infection*). Dari kejadian infeksi campuran ini biasanya paling banyak dua jenis parasit, yakni campuran antara *Plasmodium falcifarum* dengan *Plasmodium vivax* atau *Plasmodium malariae* (Widoyono, 2011).

## b. Gejala dan Diagnosis

Diagnosis Malaria dilakukan berdasarkan gejala klinis, pemeriksaan laboratorium dan pemeriksaan penunjang. Diagnosis pasti akan dibuat dengan ditemukannya parasit Malaria dalam pemeriksaan mikroskopis (Hafiz, 2014).

Gejala Klinis malaria terdiri dari beberapa serangan demam dengan interval tertentu, diselingi oleh suatu periode yang penderitanya bebas sama sekali dari demam (periode laten). Gejala umum Malaria adalah demam lebih dari 2 (dua) hari, menggigil,serta berkeringat. Sedangkan gejala demam untuk masing-masing pasmodium memiliki perbedaan. Demam untuk *P. falciparum* terjadi setiap hari, untuk *P. vivax* dan *P. ovale* demamnya berselang satu hari. Sedangkan pada *P. Malariae*, demam menyerang berselang dua hari (Widoyono, 2011). Selain pengaruh spesies dan strain, masa tunas bisa menjadi lebih lama karena pemakaian obat anti Malaria untuk pencegahan.

Dilakukan pemeriksaan fisik, dimana suhu tubuh penderita Malaria berkisar antara 37,5°C - 40°C, serta mengalami anemia yang dibuktikan dengan konjungtiva palpebra yang pucat. Terkadang ditemukan juga *splenomegali* (pembesaran limpa) serta *hepatomegali* (pembesaran hati). Beberapa kasus Malaria berat penderita sering mengalami penurunan kesadaran, dehidrasi, penurunan kesadaran serta gejala neurologis (Widoyono, 2011).

## 2. Nyamuk

Nyamuk adalah serangga tergolong dalam ordo Diptera; genera termasuk *Anopheles*, *Culex*, *Psorophora*, *Ochlerotatus*, *Aedes*, *Sabethes*, *Wyeomyia*, *Culiseta*, dan *Haemagogus* untuk jumlah keseluruhan sekitar 35 genera yang merangkum 2700 spesies. Nyamuk mempunyai dua sayap bersisik, tubuh yang langsing, dan enam kaki panjang; antar spesies berbeda-beda tetapi jarang sekali melebihi 15 mm (Nurhidayat, 2018). Dalam bahasa Inggris, nyamuk dikenal sebagai "*Mosquito*", berasal dari sebuah kata dalam bahasa Spanyol atau bahasa Portugis yang berarti lalat kecil. Penggunaan kata *Mosquito* bermula sejak tahun 1583. Di Britania Raya nyamuk dikenal sebagai *gnats* (Budi, 2011 dalam Kurniawan dan Wahyuni, 2015).

Nyamuk mengalami metamorfosis sempurna, selama hidupnya mengalami 4 fase perkembangan yaitu dari telur berubah menjadi larva, berubah lagi menjadi pupa, dan terakhir menjadi dewasa. Stadium telur, larva, dan pupa hidup di dalam air, sedangkan stadium dewasa hidup di darat dan udara. Nyamuk betina, bagian mulutnya membentuk probosis panjang untuk menembus kulit mamalia (atau dalam sebagian kasus burung atau juga reptilia dan amfibi) untuk mengisap darah. Nyamuk jantan berbeda dengan nyamuk betina, dengan bagian mulut yang tidak sesuai untuk mengisap darah. Berdasarkan susunan taksonomi, nyamuk *Anopheles* termasuk Filum *Arthropoda*, Kelas *Insecta*, Ordo *Diptera*, Famili *Culicidae* dan Subfamili *Anophelinae* (Bruce-chwatt, 1985 dalam Wardana, 2010).

Secara keseluruhan, terdapat kurang lebih 4.500 spesies nyamuk, sedangkan nyamuk *Anopheles* sp. berjumlah 424 spesies yang 70 spesies di antaranya telah terbukti sebagai vektor Malaria (WHO, 1997 dalam Prasetyowati, 2013). Nyamuk *Anopheles* yang ada di Indonesia berjumlah 80 spesies, namun sampai saat ini baru 22 spesies *Anopheles* yang dapat menularkan Malaria (Elyazar *et al.*, 2013).

a. Klasifikasi dan morfologi nyamuk *Anopheles* sp.

1) Klasifikasi nyamuk *Anopheles* sp. adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*

Filum : *Arthropoda*

Kelas : *Insecta*

Ordo : *Diptera*

Famili : *Culicidae*

Sub famili : *Anophelini*

Genus : *Anopheles*

Spesies : *Anopheles* sp. (Borror, 1992).

2) Morfologi nyamuk *Anopheles* sp. adalah sebagai berikut:

Larva *Anopheles* mengapung sejajar dengan permukaan air di tempat perindukannya. Telur yang baru diletakkan berwarna putih, tetapi sesudah 1 - 2 jam berubah menjadi hitam (Hoedjo dan Sungkar, 2013). Telur menetas menjadi larva dengan ciri khas tidak mempunyai tabung udara (*siphon*), beberapa ruas abdomen memiliki bulu kipas, pada beberapa ruas abdomen terdapat *tergal plate*.



Gambar 1. Larva nyamuk *Anopheles* sp.  
(Sumber: dreedphotography.com)

Saat waktu istirahat larva nyamuk *Anopheles* sejajar dengan permukaan air dan bebas berenang di air. Pupa memiliki tabung pernafasan yang disebut *siphon* berbentuk lebar dan pendek yang berfungsi untuk mengambil  $O_2$  dari udara. Stadium dewasa *Anopheles* jantan dan betina memiliki palpus yang hampir sama dengan panjang probosisnya, hanya pada nyamuk jantan palpus pada bagian apikal berbentuk gada yang disebut *club form* sedangkan pada nyamuk betina ruasnya mengecil. Bagian posterior abdomen agak sedikit lancip. Sayap pada bagian pinggir ditumbuhi sisik-sisik yang berkelompok sehingga membentuk belang-belang hitam putih (Safar, 2010 dalam Nenabu 2019).

b. Siklus hidup nyamuk *Anopheles* sp.

1) Telur

Betina dewasa bertelur 50 - 200 setiap bertelur dan secara khusus terapung sejajar dengan permukaan air. Telur tidak perlu

pengeringan dan menetas kurang lebih 2 - 3 minggu di iklim yang lebih dingin.

## 2) Larva

Larva nyamuk mempunyai perluasan kepala, bulu palma, sebuah *thorax*/dada, sebuah ruas perut dan tidak mempunyai kaki. Larva *Anopheles* kekurangan *siphon* pernapasan jadi posisi mereka adalah sejajar pada permukaan air. Larva *Anopheles* dapat ditemukan di air rawa, rawa bakau, ladang padi, selokan yang tertutup rumput.

## 3) Pupa

Pupa berbentuk koma jika dilihat dari samping. Kepala dan dada di bagi dalam *cephalothorax* dengan abdomen yang melengkung ke dalam. Nyamuk dapat berkembang dari telur menuju dewasa dalam  $\pm 5$  hari, tapi biasanya 10 - 15 pada kondisi tropis.

## 4) Dewasa

Nyamuk *Anopheles* yang besar mempunyai tubuh yang ramping atau tipis dengan 3 bagian: kepala, dada dan perut. Kepala terdiri dari sepasang mata dan banyak bagian antena. Kepala dispesialisasikan untuk menerima sensor informasi dan untuk mencari makan. Dada dispesialisasikan untuk daya bergerak. Terdapat 3 pasang kaki dan sepasang sayap terletak pada dada. Perut dispesialisasikan untuk pencernaan makanan dan penghasil telur pada betina.

### c. Daya Biotik Potensial

Pertumbuhan suatu populasi nyamuk dapat dipengaruhi oleh adanya faktor internal pada vektor atau daya yang dimiliki oleh nyamuk. Daya biotik adalah kemampuan serangga untuk memperbanyak diri yang dibedakan oleh Porman (2013) menjadi:

#### 1) Daya Reproduksi

Daya reproduksi adalah kemampuan serangga untuk berkembang bila waktu tertentu dalam kondisi lingkungan yang optimum (Maria dkk., 2014). Faktor-faktor yang menentukan besarnya daya reproduksi pada nyamuk adalah fekunditas dan fertilitas.:

##### a) Fekunditas dan Fertilitas

Fekunditas dan fertilitas seringkali disebut dengan kemampuan organisme dalam menghasilkan keturunan. Kedua istilah tersebut pada beberapa literatur dianggap sama. Namun terdapat perbedaan antar keduanya menurut Shenk (2015) pada teori manusia, bahwa fekunditas merupakan kemampuan individu secara psikologi melahirkan individu dan fertilitas adalah jumlah individu hidup yang dimiliki.

##### 1) Fekunditas Nyamuk

Fekunditas merupakan sebuah proses memperbanyak diri pada spesies individu yang berhubungan dengan pembentukan gamet yaitu sejauh mana

sebuah spesies memiliki kemampuan tersebut (Labeyrie, V. 1978). Fekunditas pada spesies serangga yang bertelur (nyamuk) diartikan sebagai jumlah telur yang dihasilkan pada masa satu kali peneluran (Isnainingsih dan Sukendra, 2018).

(a) Angka Fekunditas Nyamuk

Fekunditas setiap spesies nyamuk dapat berbeda-beda, akan tetapi umumnya, nyamuk akan bertelur dalam jumlah yang banyak pada setiap siklus gonotropis. Nyamuk *Aedes aegypti* dapat menghasilkan telur 100-300 butir ( $\pm 150$ ) per siklus (Zuhriyah, 2016). Fekunditas atau jumlah telur yang dihasilkan nyamuk *Aedes aegypti* betina selama hidupnya rata-rata bertelur 16 kali dengan rata-rata jumlah telur yang dihasilkan mencapai 744 butir (Yulidar dan Wilya, 2015).

Nyamuk *Anopheles* yang baru keluar dari pupa akan diam beberapa saat untuk mengeringkan sayapnya, setelah berkopulasi *Anopheles* betina akan menghisap darah untuk pematangan telur dan 3 hari kemudian akan bertelur 50 - 200 butir atau  $\pm 150$  butir dalam satu siklus gonotropik (Gunadini dan Sugiarto, 2009). Salah satu penelitian terkait fekunditas yang telah dilakukan oleh Lobo dan Maumalay (2019)



menunjukkan bahwa *Anopheles vagus* mampu menghasilkan telur 42 - 184 butir sekali bertelur dengan angka penetasan 79%. Telur dapat bertahan sampai  $\pm 6$  bulan di tempat kering dengan suhu  $-2^{\circ}\text{C}$  hingga  $42^{\circ}\text{C}$  dan bila tempat-tempat tersebut tergenang air atau kelembabannya tinggi, maka telur dapat menetas lebih cepat (Ginanjari, 2011).

(b) Perhitungan Fekunditas Nyamuk

Nyamuk betina akan menahan telur yang sudah matang di dalam ovarium pada beberapa kondisi di laboratorium (Magnarelli, 1975). Sehingga untuk memperkirakan fekunditas pada nyamuk (Xue *et al.*, 2008; Leishman *et al.*, 2008; McCann *et al.*, 2009; dan Aminu *et al.*, 2019) terdapat 2 metode yang digunakan. Pertama yaitu menghitung jumlah folikel matang pada ovarium dengan melakukan pembedahan. Kedua dengan menghitung jumlah telur yang diletakkan oleh nyamuk betina.

Metode pembedahan ovarium nyamuk betina dapat dilakukan pada saat nyamuk ingin meletakkan telur atau setelah meletakkannya dengan menggunakan mikroskop elektron tepat ketika pembedahan dilakukan (Isoe, J. *et al.*, 2019) dan

dilakukan setelah nyamuk betina diberi makan darah setelah 50-60 jam sehingga telah terbentuk *oocytes* yang matang (Briegel, 1990). Metode penghitungan fekunditas nyamuk dengan menghitung telur dilakukan pada waktu dimulai sejak nyamuk melakukan kopulasi dan mulai meletakkan telur tiap satuan waktu (jam dan/atau hari). Sehingga dapat dihitung fekunditas per satuan waktu atau total fekunditas sampai semua telur pada suatu masa gonotropik telah diletakkan (Aminu *et al.*, 2019). Pada beberapa literatur penelitian (Lobo dan Maumalay (2019), Isnaningsih dan Sukendra (2018), Simajuntak (2006)) penghitungan fekunditas pada nyamuk adalah menghitung jumlah telur yang ditaruh pada kotak penelitian.

(c) Faktor yang Mempengaruhi Fekunditas Nyamuk

Fekunditas nyamuk dapat dipengaruhi oleh berbagai hal. Selain dari faktor individu nyamuk sendiri seperti faktor genetik, (Costanzo, *et.al.*, 2018) terdapat faktor diluar individu nyamuk sehingga meletakkan telur-telurnya. Menurut McCann, *et.al.* (2009), terdapat pengaruh umur dan ukuran tubuh nyamuk *Culex quinquefasciatus* terhadap jumlah telur

yang diproduksi. Nyamuk yang benar-benar dewasa akan menghasilkan lebih banyak telur karena kondisi morfologi yang siap bereproduksi.

Jumlah darah yang dihisap berpengaruh pada fekunditas nyamuk *Anopheles* dibuktikan oleh Briegel (1990) dan Roitberg dan Gordon (2005). Nyamuk yang menghisap darah lebih banyak dan tidak terganggu, menghasilkan lebih banyak telur dibandingkan yang terganggu (Phasomkusolsil, *et al.*, 2015). Fekunditas nyamuk *Anopheles* juga dipengaruhi jenis darah yang dihisap, dalam siklus gonotropis 1 sampai ke 4 jenis darah manusia diketahui paling berhasil membuat nyamuk bertelur lebih banyak daripada darah dari babi, ayam dan domba (Chikwendu, *et al.*, 2019).

Angka fekunditas nyamuk *Anopheles* betina yang telah terinfeksi plasmodium pada fase Ookista awal akan mengalami penurunan (Hurd, *et al.*, 1995). Sporozoit mempengaruhi perilaku nyamuk mencari makan lebih banyak, hal ini akan sejalan dengan jumlah parasit yang menyebabkan kematian pada nyamuk betina. Jumlah telur yang diletakkan nyamuk betina terinfeksi plasmodium (dengan 2 genotip atau

lebih) dapat menurun sebanyak 20% (Ferguson *et.al.*, 2003).

## 2) Fertilitas Nyamuk

Fertilitas merupakan jumlah individu baru yang dihasilkan dari proses fertilisasi. Tentunya fertilitas akan memiliki makna berbeda pada setiap jenis/spesies individu.

### (a) Angka Fertilitas Nyamuk

Menurut Wahyuningsih dan Sihite (2015), angka fertilitas pada jenis nyamuk dapat diartikan dengan jumlah telur yang mampu menetas setelah peletakkan oleh nyamuk betina dewasa. Fertilitas pada makhluk bertelur dapat diekspresikan dalam presentase. Fekunditas mengacu pada jumlah telur yang dihasilkan sedangkan fertilitas merupakan jumlah telur yang dapat beralih pada fase selanjutnya yaitu larva. Hasbi dkk. (2016) telah menghitung tingkat fertilitas serangga berdasarkan jumlah telur yang menetas. Jumlah telur yang diletakkan oleh nyamuk betina berbanding dengan jumlah telur yang menetas menjadi larva merupakan angka fertilitas nyamuk (Lobo dan Maumalay, 2019).

### (b) Faktor yang Mempengaruhi Fertilitas Nyamuk

Menurut Carter *et al.*, (2016), yang dapat berkontribusi pada fertilitas nyamuk adalah lingkungan

fisik dan faktor kimia. Faktor kimia yang ada pada air tempat peletakan telur *Anopheles* dapat mempengaruhi daya tetas telur. Proses fertilisasi dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah kemampuan organ dan hormon yang mempengaruhi proses reproduksi untuk bekerja secara optimal baik dari hewan betina maupun jantan. Pengoptimalan fungsi dari organ dan hormon reproduksi pejantan selain dipengaruhi oleh unsur genetik juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti kualitas dan kuantitas dari sel spermatozoa (Hernawati dkk., 2012).

Fertilitas nyamuk *Anopheles gambiae* dipengaruhi oleh faktor lingkungan biotik dan abiotik yang ikut andil dalam pematangan telur sehingga dapat menetas (Meuti dan Short, 2019). Plasmodium sebagai parasit malaria berperan dalam pembentukan gamet, sehingga dapat menghambat fertilitas nyamuk untuk bereproduksi (Hirai et.al., 2008). Infertilitas atau daya tetas telur dari induk nyamuk dan paparan pestisida berkorelasi dalam beberapa penelitian dan banyak lagi bahan kimia *xenobiotic* lingkungan seperti *polychlorinated biphenyls* (PCB), *dichloro-diphenyltrichloroethane* (DDT) *dioxin*, insektisida,

herbisida dan beberapa pestisida telah ditemukan efek estrogenik (Akunna *et al.*, 2013)

c) Periode Perkembangan atau Siklus Hidup

Lamanya suatu generasi keturunan dapat menyelesaikan perkembangan hidup, nyamuk memiliki metamorfosis sempurna yang meliputi stadium telur-larva-pupa-nyamuk dewasa selama pertumbuhan. Nyamuk mempunyai perbedaan morfologi yang jelas disertai perbedaan biologi (tempat hidup dan makanan) fase muda dan dewasa (Lilik, 2016).

d) *Sex Ratio*

Angka yang menunjukkan perbandingan jenis jantan dan betina dalam suatu populasi. Daya reproduksi maksimum untuk *sex ratio* adalah 1 (Riyani dkk., 2015).

2) Daya Survival

Aliyah (2017) mengemukakan bahwa kemampuan serangga dalam bertahan hidup dipengaruhi oleh:

1) Daya Persepsi dan Mobilitas

Daya persepsi adalah kemampuan serangga untuk menerima rangsangan dari luar dan memberikan respon terhadap rangsangan, misalnya kemampuan untuk mendapatkan makanan, keperluan kawin, meletakkan telur, dan menghindari predator. Daya persepsi berhubungan dengan kemampuan indera yang dimiliki oleh serangga. Mobilitas dapat aktif

maupun pasif, tergantung pada organ yang dimiliki (Apriyanto dan Victor, 2014).

### 3) Daya Dispersi

Daya dispersi adalah daya untuk menjauhi tempat asalnya ketika lingkungan menjadi tidak cocok untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal ini dapat terjadi karena jumlah individu dalam populasi sudah sangat banyak atau jumlah makanan berkurang. Ada 3 bentuk daya dispersi yaitu menyebar (*spread*), memencar (*disperse*), dan migrasi (*migration*). Dispersi dalam jumlah besar sering disebut dengan migrasi (Petric *et al.*, 2014).

### 4) Daya Kompensasi dan Adaptasi

Daya yang dimiliki oleh serangga untuk mengimbangi berbagai kelemahan dengan daya yang lain. Hal ini ada karena daya kompensasi setiap serangga berbeda, ada yang lemah ada yang kuat. Sedangkan daya adaptasi adalah kemampuan serangga untuk menyesuaikan diri apabila mengalami keadaan lingkungan yang tidak cocok (Pramudyo dkk., 2016).

### 5) Siklus Gonotropik

Nyamuk betina merupakan nyamuk yang aktif menggigit karena memerlukan darah untuk perkembangan telurnya. Nyamuk yang aktif mencari mencari darah akan terbang berkeliling untuk mencari rangsangan dari hospes yang cocok.

Beberapa faktor seperti keberadaan hospes, tempat menggigit, frekuensi menggigit dan waktu menggigit merupakan hal dasar yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengamatan perilaku nyamuk menghisap darah.

Berdasarkan obyek yang digigit (hospes), nyamuk dibedakan menjadi antropofilik, zoofilik, dan *indiscriminate biter*. Nyamuk antropofilik adalah nyamuk yang lebih suka menghisap darah manusia, dan dikategorikan zoofilik apabila nyamuk lebih suka menghisap darah hewan. Apabila nyamuk menghisap darah tanpa kesukaan tertentu terhadap hospes disebut *indiscriminate biter*. Nyamuk akan menghisap darah dari hospes lain yang tersedia apabila darah hospes yang disukai tidak ada. Hal ini disebabkan adanya suhu dan kelembaban yang dapat menyebabkan nyamuk berorientasi terhadap hospes tertentu dengan jarak yang cukup jauh dan adanya bau spesifik dari hospes (Depkes, 2004 dalam Nenabu 2019).

Selain berdasarkan objek yang digigit, berdasarkan tempat menggigitnya nyamuk juga dapat dibedakan menjadi eksofagik dan endofagik. Nyamuk dikatakan eksofagik apabila nyamuk lebih suka menggigit di luar rumah dan dikatakan endofagik apabila nyamuk lebih suka menggigit di dalam rumah. Namun nyamuk yang bersifat eksofagik dapat bersifat endofagik apabila terdapat hospes yang cocok di dalam rumah



(Rumbiak, 2006 dalam Lestari, 2017). Frekuensi menggigit nyamuk dipengaruhi oleh siklus gonotropik dan waktu menggigit.

Nyamuk dengan siklus gonotropik dua hari akan lebih efisien untuk menjadi vektor dibandingkan dengan nyamuk yang mempunyai siklus gonotropik tiga hari. Nyamuk yang menggigit beberapa kali untuk satu siklus gonotropik akan menjadi vektor yang lebih efisien dari pada nyamuk yang hanya menggigit satu kali untuk satu siklus gonotropiknya. Siklus gonotropik juga dipengaruhi oleh suhu dan tersedianya genangan air untuk tempat bertelur. Waktu menggigit harus diperhatikan, seperti nyamuk *Anopheles* yang menggigit pada malam hari. Saat malam hari umumnya manusia sedang beristirahat atau sedang tidur, mungkin satu kali menggigit sudah cukup untuk satu siklus gonotropik (Depkes RI, 2001 dalam Nenabu, 2019). Berdasarkan waktu menggigit, secara umum nyamuk *Anopheles* aktif mencari darah mulai dari senja hingga tengah malam tetapi ada pula yang mulai tengah malam hingga menjelang pagi (Depkes, 2004 dalam Tindige *et al.*, 2018).

### 3. Bunga Krisan

#### a. Klasifikasi Ilmiah

Klasifikasi bunga Krisan atau dalam bahasa ilmiah disebut *Chrysanthemum cinerariaefolium* menurut Linnaeus (1980) dalam sistem taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Kelas : *Dycotyledonae*

Ordo : *Asterales*

Famili : *Asteraceae*

Genus : *Chrysanthemum*

Spesies : *Chrysanthemum cinerariaefolium*

Krisan merupakan tanaman hari pendek yang inisiasi dan perkembangan bunganya dikendalikan oleh panjang hari. Tanaman Krisan membutuhkan cahaya lebih dari 13 - 16 jam sehari untuk tetap tumbuh secara vegetatif. Di daerah tropis seperti Indonesia kebutuhan tersebut tidak dapat dipenuhi oleh cahaya matahari yang lamanya rata-rata 12 jam sehari sehingga perlu ditambah dengan pencahayaan buatan dari lampu listrik yang biasanya dilakukan setelah matahari terbenam. Fotosintesis paling tinggi terjadi pada tengah hari yaitu dari pukul 11.00 - 14.00 dan akan menurun tajam jika tertutup awan pada pukul 18.00 - 06.00 malah tidak berlangsung karena tidak ada cahaya matahari (Apriyanti, 2010 dalam Syafriyudin, 2015).

Batang Krisan tumbuh tegak berstruktur lunak dan berwarna hijau. Ciri khas pada tanaman ini diamati pada bentuk daunnya yaitu tepi bercelah dan bergerigi tersusun secara berselang-seling pada cabang atau batang. Perakaran tanaman Krisan menyebar ke semua arah pada kedalaman 30 - 40 cm. Bunga Krisan tumbuh tegak pada ujung tanaman dan tersusun dalam tangkai berukuran pendek sampai panjang dan bentuk bunga beraneka ragam tergantung varietasnya (Rismunandar, 1995 dalam Chusjairi, 2017).

Menurut Rukmana dan Mulyana (2006) dalam Chusjairi (2017) berdasarkan bentuk dan susunan floret (bunga kecil), bunga Krisan dapat diklasifikasikan dalam tipe bunga sebagai berikut:

1) *Single*

Bentuk bunga *single* merupakan bunga yang terdiri atas satu atau dua lapisan *ray flower* dengan *disk flower* di bagian tengahnya dan mempunyai mahkota bunga.



Gambar 2. Bunga Krisan Tipe *Single*.  
(Sumber: pixabay.com)

2) *Anemone*

Bentuk bunga mirip dengan single tetapi mahkota bunga bagian pinggirnya tidak sepanjang single dan bagian tengah bunganya mempunyai bantalan.



Gambar 3. Bunga Krisan Tipe *Anemone*.  
(Sumber: [hobikebunku.blogspot.com](http://hobikebunku.blogspot.com))

3) *Spider*

Mahkota bunganya pipih dan panjang seperti kaki laba-laba.



Gambar 4. Bunga Krisan Tipe *Spider*.  
(Sumber: [hobikebunku.blogspot.com](http://hobikebunku.blogspot.com))

#### 4) Pompom

Berbentuk bulat seperti bola, mahkota bunganya menyebar ke semua arah dan piringan dasar bunga tidak tampak.



Gambar 5. Bunga Krisan Tipe Pompom.  
(Sumber: [hobikebunku.blogspot.com](http://hobikebunku.blogspot.com))

#### 5) Dekoratif

Mirip dengan bentuk pompon, tetapi mahkota bunga bagian luarnya



berkembang lebih panjang dari mahkota bunga bagian bawah.

Gambar 6. Bunga Krisan Tipe Dekoratif.  
(Sumber: [hobikebunku.blogspot.com](http://hobikebunku.blogspot.com))

Menurut Kofranek (1980) dalam Chusjairi (2017) bunga Krisan digolongkan menurut banyaknya kuntum bunga dalam satu tangkai, yaitu:

- 1) Tipe *standard*, adalah tipe bunga Krisan yang mempunyai bunga tunggal per batang. Tipe ini dihasilkan dengan membuang calon bunga samping (*lateral bud*) dan membiarkan calon bunga utama (*terminal bud*) tumbuh dan berkembang sendiri.
- 2) Tipe *spray*, adalah tipe bunga Krisan yang mempunyai bunga paling sedikit lima kuntum per batang. Tipe ini dihasilkan dengan membuang kuncup bunga utama dan membiarkan calon bunga samping.

#### b. Habitat Bunga Krisan

Bunga Krisan dapat tumbuh baik di dataran tinggi (>800 m dpl) dengan pH tanah 5,5 - 6. Penanaman di daerah pegunungan dengan pH tanah 5 - 5,5 perlu didahului dengan pengapuran. Bunga Krisan memerlukan tanah dengan kesuburan sedang karena tanah yang subur akan mengakibatkan tanaman menjadi rimbun. Jika ditanam di pot pH media yang sesuai adalah 6,2 - 6,7. Secara genetik bunga Krisan merupakan tanaman hari pendek, untuk mendapatkan pertumbuhan yang seragam dan produksi bunga yang tinggi, pertumbuhan vegetatifnya perlu diberi perlakuan hari panjang dengan penambahan cahaya lampu pijar atau neon. Daerah tropis seperti di Indonesia suhu rata-rata harian di dataran rendah terlalu tinggi untuk pertumbuhan tanaman Krisan, suhu

udara di siang hari yang ideal untuk pertumbuhan tanaman Krisan berkisar antara 20°C - 26°C dengan batas minimum 17°C dan batas maksimum 30°C. Suhu udara pada malam hari merupakan faktor penting dalam mempercepat pertumbuhan tunas bunga. Suhu ideal berkisar antara 16°C - 18°C bila suhu turun sampai dibawah 16°C, maka pertumbuhan tanaman menjadi lebih vegetatif bertambah tinggi dan lambat berbunga, karena pada suhu tersebut intensitas warna bunga meningkat (cerah) sebaliknya bila suhu malam terlalu tinggi dapat berakibat melunturnya warna bunga sehingga penampilan tampak kusam walaupun bunganya masih segar (Hasim dan Reza, 1995 dalam Chusjairi, 2017).

Kelembaban udara antara 70% - 80% dinilai cocok untuk pertumbuhan tanaman Krisan. Kelembaban udara yang tinggi mengakibatkan transpirasi (penguapan air) dari tanaman menjadi kecil dalam waktu pendek. Keadaan ini membuat tanaman selalu dalam keadaan segar. Untuk waktu yang agak lama, dengan tidak adanya sirkulasi air dalam tanaman menyebabkan penyerapan air dan unsur hara terlarut dari dalam tanah juga sedikit. Kekurangan nutrisi kebalikannya, kelembaban udara yang rendah menyebabkan transpirasi tanaman menjadi tinggi. Air menguap dengan cepat melalui pori-pori daun dan perakaran ini berarti menyerap air dari tanah. Bila tanaman terlambat mengganti defisit air dalam pucuk-pucuk yang baru tumbuh menjadi layu

atau mengeringnya tepian daun yang sudah dewasa (Hasim dan Reza, 1995 dalam Chusjairi, 2017).

c. Kandungan Bunga Krisan

Identifikasi senyawa *flavonoid* dan senyawa *volatil* dari bunga *Chrysanthemum morifolium* dilakukan oleh penelitian terdahulu dengan menggunakan (1) HPLC (*High-performance liquid chromatography*), dan (2) GC/MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*), yaitu metode analisis yang menggabungkan fitur kromatografi gas dan spektrometri massa untuk mengidentifikasi zat yang berbeda dalam sampel uji.

Penelitian Wijaya (2012) menunjukkan bahwa terdapat delapan senyawa *flavonoid* dan 58 senyawa *volatil* yang teridentifikasi. Empat senyawa *flavonoid glukosida* diantaranya yaitu vitexin-2-O-rhamnosida, *hyperoside* (quercetin-3-galactoside), *cynarosida* (luteolin-7-glucoside) dan *isoquercetin* (quercetin-3-glucoside) yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan *flavonoid* pada Ekstrak Bunga Krisan

Senyawa <i>Flavonoid</i>	Kadar (mg/gr)
Vitexin-2-O-rhamnoside	0.10 - 0.01
Quercetin-3-galactoside	2.46 ± 0.02
Luteolin-7-glucoside	50.59 ± 0.94
Quercetin-3-glucoside	1.33 ± 0.09
Quercitrin	21.38 ± 0.80
Myricetin	2.13 ± 0.08
Luteolin	5.22 ± 0.48
Apigenin	0.70 ± 0.10
Kaempfero	10.14 ± 0.02
<b>Total</b>	83.95 ± 2.77

Sumber: Wijaya, 2012



*Flavonoid* akan mengganggu hormon juvenil yang mempengaruhi perkembangan serangga mulai dari telur hingga menjadi larva (Elimam dkk., 2009). Proses penghambatan terhadap daya tetas telur diduga terjadi karena masuknya zat aktif insektisida ke dalam telur melalui proses difusi pada bagian permukaan cangkang melalui titik-titik poligonal yang terdapat pada seluruh permukaan telur. Masuknya zat aktif insektisida disebabkan potensial insektisida dalam air yang berada di lingkungan luar telur lebih tinggi (hipertonis) dari pada potensial air yang terdapat di dalam telur (hipotonis). Masuknya zat aktif insektisida ke dalam telur akan mengganggu proses metabolisme dan menyebabkan berbagai macam pengaruh terhadap telur (Aulia dkk., 2014).

Selain *flavonoid*, senyawa lain yang mengganggu hormon juvenil adalah *triterpenoid* dan *alkaloid* (Elimam dkk., 2009). Senyawa *triterpenoid* juga terdapat di dalam bunga Krisan (*Chrysanthemum morifolium*). *Triterpenoid* merupakan salah satu kelas dari *saponin* (Rahmawati, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Aulia (2014) menyatakan bahwa *saponin* juga merupakan *entomotoxicity* yang dapat menghambat perkembangan telur menjadi larva dengan cara merusak membran telur sehingga nantinya senyawa aktif lain akan masuk ke dalam telur dan menyebabkan gangguan perkembangan pada telur *Aedes aegypti* yang berujung pada kegagalan telur menetas menjadi larva. Ulfah dkk (2009) dalam penelitiannya menjelaskan mekanisme kerusakan struktur dinding telur yang terjadi akibat *saponin* yang dibantu dengan

minyak atsiri. Minyak atsiri mengandung sitronelal, yang akan menyebabkan perubahan struktur dinding sel telur yang tersusun oleh lapisan lilin dan lipid sehingga akan terjadi suatu permeabilitas dinding sel yang mengakibatkan cairan di dalam sel keluar dan terjadi dehidrasi sel. Dehidrasi sel yang terjadi akan mengakibatkan telur gagal menetas karena dalam perkembangannya telur memerlukan cairan sel yang berisi nutrisi.

Martini dkk. (2018) menjelaskan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap larva *Ae. aegypti* pada berbagai konsentrasi ekstrak daun kecubung yang mengandung flavonoid, triterpenoid, dan saponin menunjukkan perubahan warna tubuh larva menjadi gelap dan gerakannya melambat. Saponin merupakan salah satu metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas biologi, salah satunya bersifat sebagai antimikroba. Saponin aman untuk mamalia, tetapi dapat bersifat racun bagi hewan berdarah dingin termasuk golongan serangga (Prihatman dalam Irwan dkk., 2016). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Asiah dkk. (2009) yang menjelaskan bahwa saponin yang masuk dalam larva dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa *tractus digestivus* larva sehingga dinding *tractus digestivus* menjadi korosif. Warna tubuh larva menjadi lebih gelap dan gerakannya melambat kemudian mati. Penelitian Amaranti dkk. (2017) menyebutkan bahwa saponin umumnya mempunyai karakteristik yaitu rasa pahit, sifat iritasi *mucosal*, sifat penyabunan dan sifat hemolitik serta sifat

membentuk kompleks dengan asam empedu dan kolesterol. Saponin merupakan surfaktan alami dengan sifat dapat menurunkan tegangan permukaan pada dinding sel larva. *Mode of action* saponin mirip dengan sabun, yaitu terdiri dari gugus hidrofilik (berupa gula, glikon) dan gugus hidrofobik (bukan gula, aglikon) berupa senyawa lain seperti steroid dan triterpenoid (Irwan dkk., 2016). Bagian hidrofilnya bekerja memasuki permukaan dinding sel, kemudian bagian hidrofobiknya ikut masuk ke dalam sel.

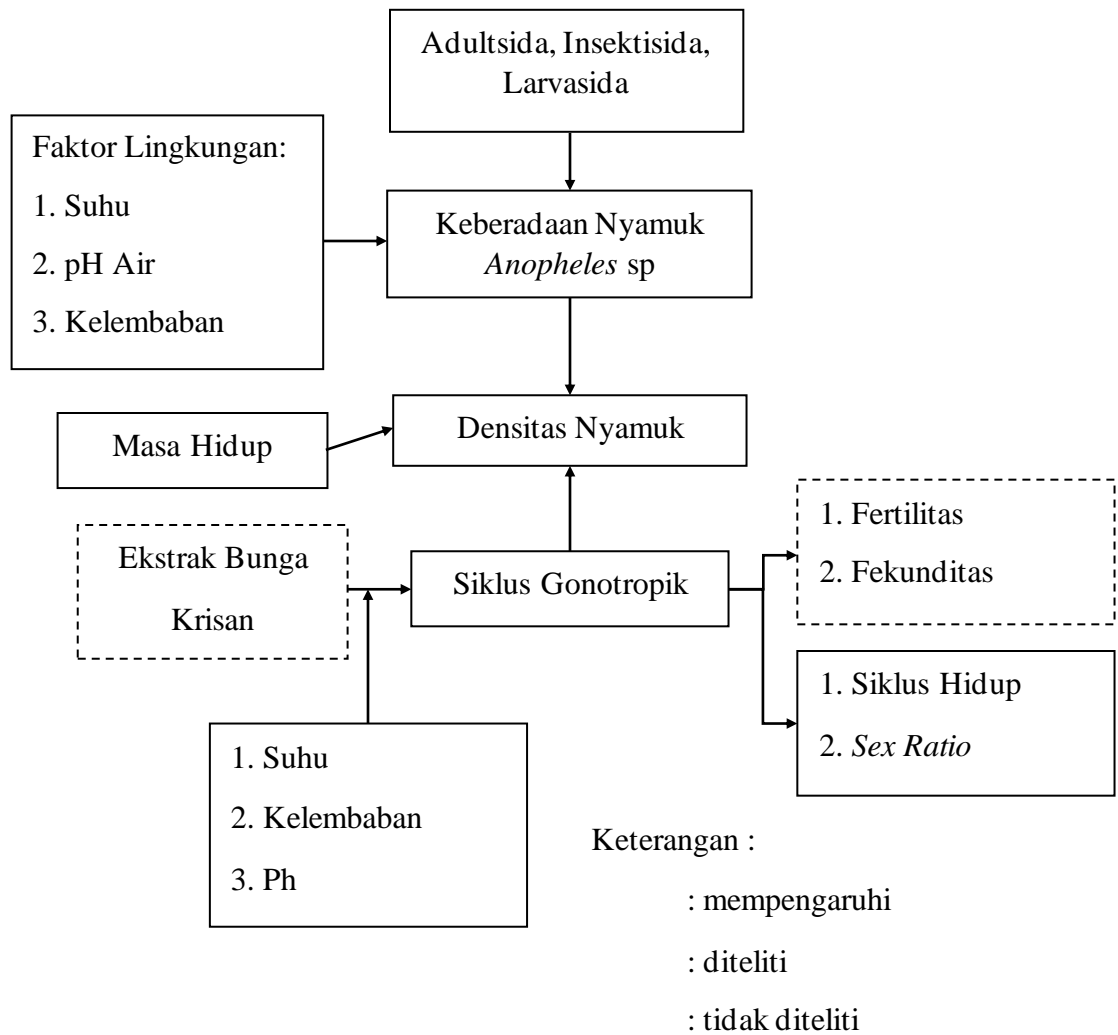
Senyawa alkaloid, terpenoid, fenolik, dan zat-zat kimia sekunder lainnya memiliki pengaruh terhadap sistem saraf dan otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku, seperti penolak, penarik, anti makan (*anti-feeding*), dan sistem pernapasan (Setiawan dkk., 2013). Efek selanjutnya dari senyawa tersebut adalah mengeraskan membran mukosa pada lambung sehingga dapat mematikan organisme sasaran. Penelitian Siahaya dan Rumthe (2018) mengemukakan bahwa pada gejala awal yang muncul pada kedua perlakuan, dimana larva uji berusaha naik ke permukaan wadah untuk mencari udara segar, diduga akibat pengaruh flavonoid. Robinson dalam Siahaya dan Rumthe (2018) mengemukakan bahwa flavonoid dapat bekerja sebagai inhibitor kuat pernapasan dan menghambat reaksi oksidasi. Hal ini akan menyebabkan terjadinya peningkatan CO<sub>2</sub> yang melebihi O<sub>2</sub>, sehingga larva uji akan bergerak aktif untuk mencari udara segar. Senyawa terpenoid, flavonoid, dan saponin yang terkandung pada ekstrak Bunga Krisan merupakan senyawa

kimia pertahanan tumbuhan yang termasuk ke dalam metabolit sekunder atau aleokimia yang dihasilkan pada jaringan tumbuhan dan dapat bersifat toksik serta dapat juga berfungsi sebagai racun perut dan pernafasan (Laelatul dkk. 2010). Penelitian Siahaya dan Rumthe (2018) dengan menggunakan ekstrak daun pepaya menunjukkan kerusakan atau cacatnya stadium lanjut *Plutella xylostella* diduga terjadi akibat senyawa-senyawa toksik yang merusak jaringan saraf, seperti senyawa alkaloid yang dapat menghambat proses larva menjadi pupa. Wiratno (2010) dalam Siahaya dan Rumthe (2018) mengemukakan bahwa penggunaan ekstrak daun pepaya dapat memutuskan atau menggagalkan metamorfosis hama yang memiliki metamorfosis sempurna. Saponin yang terdapat pada pakan jika dikonsumsi oleh serangga dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan (Applebaum *et al.*, 1979 dalam Siahaya dan Rumthe (2018)).

Pengaruh terhadap kemampuan menetas telur diduga terjadi karena kandungan senyawa yang berperan sebagai *ecdysone blocker* sehingga serangga akan terganggu dalam proses perubahan telur menjadi larva. *Saponin* yang merupakan kelompok senyawa *triterpenoid* akan berikatan dengan *aglikon* dari *flavonoid* berperan sebagai *ecdysone blocker* (Al-Habibi, 2013). Sesuai dengan penelitian Fidayanto (2010) dalam Hidana (2017) yang menjelaskan bahwa daun dan biji mimba mengandung triterpenoid azadirachtin yakni senyawa bioaktif yang bersifat pestisida. Senyawa lain yang diduga berfungsi sebagai larvasida

adalah alkaloid, saponin, flavonoid, triterpenoid, dan minyak lemak. Azadirachtin termasuk ke dalam kelompok triterpenoid yang berperan sebagai *antifeedant* dan *ecdyson blocker* yakni hormon yang berfungsi dalam metamorfosa serangga. Serangga akan diganggu dalam proses *moulting*, dari telur menjadi larva, dari larva menjadi pupa, atau dari pupa menjadi dewasa. Serangga akan mati jika gagal dalam proses metamorfosis (Kumar *et al.*, 2017). Penghambatan ini disebabkan oleh adanya penolakan dan pembelokan (*blocking*) pada sistem endokrin (neuroendokrin), sehingga menghambat sintesis *ecdyson* dalam jaringan. Hormon *ecdyson* ini bekerja dalam merangsang pertumbuhan dan menyebabkan epidermis menggetahkan suatu kutikula baru yang menyebabkan dimulainya proses pengelupasan kulit atau *moulting* (Hardiani dkk., 2019).

## B. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 7. Kerangka Konsep Penelitian.

## C. Hipotesis

Semakin besar konsentrasi ekstrak Bunga Krisan maka semakin besar penurunan angka fekunditas dan angka fertilitas nyamuk *Anopheles* sp.