

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Chrysomya sp.*

2.1.1 Taksonomi

Klasifikasi	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Subphylum	: Hexapoda
Class	: Insecta
Ordo	: Diptera
Suborder	: Brachycera
Family	: Calliphoridae
Genus	: <i>Chrysomya</i>
Spesies	: <i>Chrysomya sp.</i>

(Linneaus, 2004)

2.1.2 Morfologi

Chrysomya sp. memiliki empat tahapan hidup, yaitu telur, larva pupa, dan dewasa. Setiap tahapan hidup memiliki morfologi yang dapat diuraikan berdasarkan tahapan tersebut.

2.1.2.1 Telur

Panjang telur *Chrysomya sp.* adalah 2 mm dan diletakkan dalam rumpun yang menyerupai nasi. Satu betina dapat meletakkan

hampir 2.000 telur selama hidupnya. Telur menetas dalam interval waktu antar 12 jam – 2 hari, tergantung pada suhu (Staf Pengajar Parasitology, 2009).



Gambar 2.1.2.1 Telur lalat *Chrysomyia* sp. (Smith, 1986)

2.1.2.2 Larva

Bentuk larva menyerupai kerucut, *posterior spiracle* pada larva mempunyai *peritreme* yang tidak lengkap berbentuk *pear* (Buku Ajar Parasitologi, 2007). Larva mempunyai segmen, bagian anterior dan posterior yang sukar dibedakan. Ukuran larva sekitar 5-35 mm. Pada bagian anterior terdapat *cephalopharyngeal skeleton* yang berguna untuk identifikasi. Larva terbagi menjadi tiga *instlar*, yaitu *instlar* I, II dan III (L1, L2 dan L3). Larva ini mempunyai dua belas segmen, yaitu satu segmen kepala, tiga segmen thorak dan delapan segmen abdominal. Panjang L1 adalah 1,6 mm dengan diameter 0,25 mm dan berwarna putih. Sedangkan L2 mempunyai panjang 3,5 – 5,5 mm dengan diameter 0,5 – 0,75 mm dan berwarna putih sampai krem. Adapun panjang L3 mencapai 6,1 – 15,7 mm dengan

diameter 1,1 – 3,6 mm. Larva *instlar* III muda berwarna krem namun jika telah dewasa berwarna merah muda. Tubuh larva dilengkapi bentukan duri dengan arah condong ke belakang. Spirakel anterior mempunyai empat sampai enam papilla sedangkan spirakel posterior dilengkapi tiga celah dengan peritreme yang kuat dan berwarna kehitaman (Spradbery, 1991).



Gambar 2.1.2.2 Larva lalat *Chrysomya* sp. (James dan Green, 2007)

2.1.2.3 Pupa

Pada *instlar* (tahapan) ketiga, pupa akan bergerak mencari tempat untuk memulai fase kepompong. Bagi spesies ini, hal ini dilakukan dengan masuk kedalam tanah. Pada larva *instlar* ketiga disebut “pre-kepompong”. Saat akan memulai pupa, L3 berubah warna menjadi coklat hingga hitam dengan panjang rata-rata 10,1 mm yang berdiameter 3,6 mm (Spradbery, 1991).



Gambar 2.1.2.3 Pupa *Chrysomya* sp. (Centre for Health Protection, 2005)

2.1.2.4 Dewasa

2.1.2.4.1 Kepala

Kepala berbentuk oval dengan sepasang antena pada kedua sisi. Antena terbagi menjadi tiga segmen, segmen pertama dan kedua sukar dilihat, segmen ketiga besar. Arista pada antenanya berbulu pada kedua sisi. Muka (antara kedua mata) berwarna kuning. Kepala lalat ini berwarna oranye dengan mata berwarna merah gelap. Perbedaan antara lalat jantan dan betina terletak pada matanya. Lalat betina memiliki mata kiri dan kanan yang terpisah, sedangkan lalat jantan menyatu. Mulut termasuk jenis “*sponging type*” dengan proboscis yang lunak dan retractile (Buku Ajar Parasitologi, 2009).

2.1.2.4.2 Thorax

Jumlah *bristile* pada *Thorax* sedikit, *squamae* berbulu (Buku Ajar Parasitologi, 2009). *Chrysomya* memiliki sepasang sayap, helter dan 3 pasang kaki. Warna *Thorax* hijau berkilat. Sayap mempunyai venasi yang lengkap, mempunyai 2-3 posterior cell, variasi bagi tiap spesies berbeda bentuk. Lalat umumnya mempunyai sepasang sayap asli serta sepasang sayap kecil yang digunakan untuk menjaga stabilitas saat terbang (Encyclopedia Britannica, 2006). Kaki terdiri dari femur, tibia, tarsus dan kuku (Natadisastra *et al.*, 2009).

2.1.2.4.3 Abdomen

Rata-rata ukuran tubuh *Chrysomya sp.* adalah 8-10 mm. Tubuhnya berwarna biru metalik, biru kehijauan atau biru keunguan, yang terutama akan Nampak dibawah sinar matahari. Pada segmen terakhir didapat *ovipositor* (Natadisastra *et al.*, 2009).



Gambar 2.1.2.4 Lalat *Chrysomya sp.* (Schaefer, 2008)

2.1.3 Siklus Hidup

Siklus hidup lalat dibagi menjadi empat tahap, yaitu telur, larva, pupa dan lalat. Perkembangan L1 sampai dengan L3 memerlukan waktu enam hingga tujuh hari, selanjutnya L3 akan membentuk pupa dalam waktu tujuh sampai delapan hari, kemudian menjadi lalat yang akan bertelur setelah enam hingga tujuh hari (Spradbery, 1991).

Lalat betina akan meletakkan kumpulan telurnya di tepi luka atau jaringan hidup atau mati yang dapat dijadikan sumber makanan pada sore hari atau menjelang petang dalam waktu 4,1 menit. Jumlah telur yang dikeluarkan oleh lalat betina berkisar antara 95 sampai 245 (rata-rata 180) dengan ukuran sepanjang 2 mm. Telur akan menetas menjadi L1 dalam

waktu 12-24 jam atau sepuluh jam pada suhu 30°C. Larva memiliki tiga stadium pertumbuhan (instars), setiap stadium didahului oleh *molting* (Depkes, 2001).

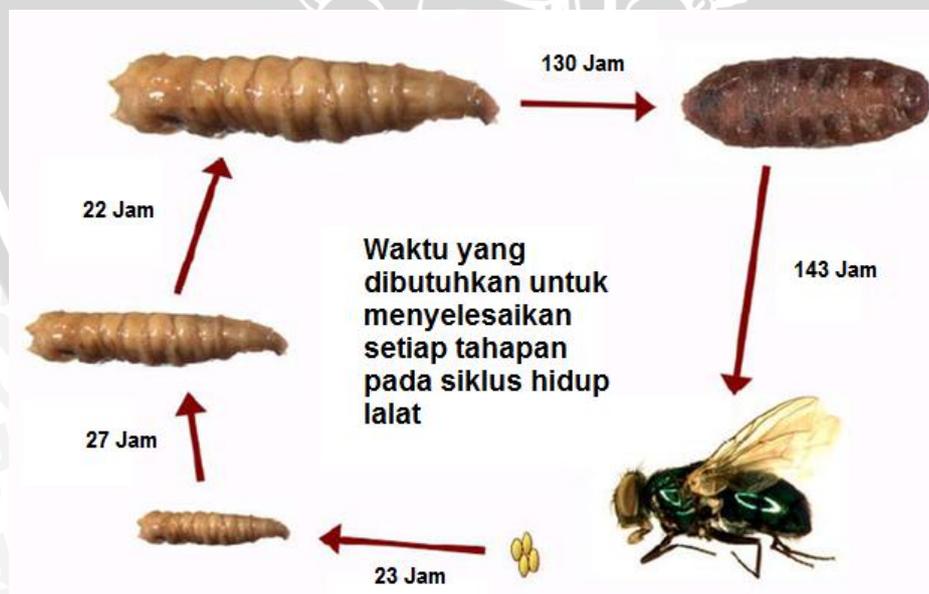
Tingkat I (L1) : Telur baru menetas disebut instar 1, berukuran panjang 2 mm, berwarna putih, tidak bermata dan berkaki, sangat aktif dan ganas terhadap makanan. L1 akan menuju ke daerah luka yang basah. Sehari kemudian, L1 akan berubah menjadi L2.

Tingkat II (L2) : Ukuran besarnya dua kali lipat dan instar 1. Pada fase ini larva mulai membuat terowongan yang lebih dalam di daerah luka tersebut dengan cara masuk ke dalam jaringan inang. Larva instar II akan berkembang menjadi L3 pada hari keempat.

Tingkat III (L3) : Larva berukuran 12 mm atau lebih, yang kemudian akan bermigrasi keluar dan daerah luka tersebut dan jatuh ke tanah. Larva tersebut akan membuat terowongan sepanjang dua sampai dengan tiga sentimeter untuk menghindari sinar matahari secara langsung. Larva akan membentuk pupa dalam waktu 24 jam pada suhu 28°C guna untuk mengeringkan tubuhnya. Pupa berwarna coklat tua, panjangnya sama dengan larva, namun tidak bergerak. Penetasan lalat dan pupa sangat bergantung pada lingkungan. Pupa akan menetas menjadi lalat selama seminggu pada kondisi suhu lingkungan berkisar antara

25-30°C. sedangkan pada temperatur yang lebih rendah penetasan akan berlangsung lebih lama bahkan sampai berbulan-bulan (Spradbery, 1991).

Pada saat menetas, akan keluar lalat muda yang sudah dapat terbang antara 450-900 meter, siklus hidup dan lahir menjadi lalat dewasa memerlukan waktu sekitar 6-20 hari. Lalat jantan dan betina mempunyai daya tahan hidup yang relatif sama yaitu lima belas hari dalam kondisi laboratorium, meskipun beberapa lalat dilaporkan mampu hidup hingga empat puluh hari (Spradbery, 1991). Lalat dewasa berukuran panjang kurang dari 2 cm dan mempunyai 4 garis yang nampak gelap di punggungnya. Beberapa hari setelah menetas, lalat sudah siap bereproduksi, pada kondisi normal lalat betina mampu bertelur sampai lima kali (Agnesa, 2011).



Gambar 2.1.3 Siklus hidup lalat *Chrysomya sp.* (Chunn, 2011)

2.1.4 Habitat dan Tempat Perindukan

Berkembang biak di bahan yang cair atau semi cair yang berasal dari hewan, termasuk daging, ikan, daging busuk, bangkai, sampah penyembelihan, sampah ikan, sampah serta kotoran hewan. Lalat ini jarang berkembang biak di tempat kering atau buah-buahan. Terkadang bisa ditemukan berkembang biak pada luka hewan dan manusia (Kesmas, 2013). Lalat dewasa sangat aktif sepanjang hari, terutama pada pagi hingga sore hari. Habitatnya meningkat pada musim kemarau.

2.1.5 Sifat-sifat

Chrysomya sp. dikenal dengan panggilan *old world screw-worm fly*. Terdiri dari ribuan spesies termasuk yang domestik, dikenal dengan sebutan "*blue bottle*", "*green bottle*", and "*flesh flies*". Tidak seekor lalatpun yang termasuk family *Calliphoridae* merupakan penghisap darah, bagian mulutnya bertipe seperti *Musca* (Buku Ajar Parasitologi, 2009).

Lalat jantan memerlukan minum dan karbohidrat yang lebih banyak dibandingkan dengan betina untuk mempertahankan hidupnya. Walaupun protein bukan merupakan komponen yang esensial bagi siklus pertama perkembangan telur tetapi penambahan protein dalam pakan dapat mempercepat dan meningkatkan produksi telurnya (Spardbery. 2002).

Mahon dan Leopold (2002) yang menyebutkan bahwa perbandingan lalat jantan dan betina untuk kawin adalah 1:1. Hasil pengamatan Wardhana *et al.* (2003) menunjukkan bahwa awal produksi telur terjadi pada hari kedua pasca kawin. Umur lalat termuda yang mampu memproduksi telur adalah umur lima hari. Puncak produksi telur terjadi

pada betina yang berumur delapan hingga dua belas hari. Umumnya lalat betina menetas satu hari lebih awal dibandingkan dengan lalat jantan. Awal kematian terjadi pada umur empat hari dan mencapai puncaknya pada umur empat belas hari.

Wardhana dan Muharsini (2004) menyebutkan bahwa larva yang turun dan sumber pakan dan jatuh ke tanah pada hari pertama 3,05 kali lebih banyak menjadi lalat betina. Kesimpulan tersebut sama dengan pendapat Mahon dan Leopold (2002) yang menyatakan bahwa larva betina cenderung turun dan sumber pakan lebih awal daripada larva jantan. Terowongan yang dibuat larva untuk menjadi pupa mempunyai kedalaman berkisar 6-7 cm dibawah tanah. Larva akan mengalami penurunan bobot badan sekitar 25,87% untuk menjadi pupa dan 44,93 % untuk menjadi lalat dewasa. Bobot minimal pupa yang bisa menetas menjadi lalat adalah 23,5-26 mg. Lalat ini tidak terbang pada malam hari, dan telurnya diletakkan pada sore atau menjelang petang. Serangga ini juga tidak suka terbang pada cuaca yang dingin. Jika suhu 12°C serangga ini tidak akan meletakkan telurnya, selain itu hujan juga akan mencegahnya untuk bertelur (Grisye, 2007).

2.1.6 Kepentingan Medis

Lalat merupakan vektor berbagai jenis bakteri dan parasit, sehingga tak jarang lalat dianggap sebagai agen penyebar penyakit. Sekali hinggap lalat kurang lebih menjatuhkan 125.000 bakteri ke tempat yang dihinggap. Sebagian besar penyakit yang ditularkan oleh lalat, berhubungan dengan saluran pencernaan, misal diare. disentri. deman tifoid, dan juga penyakit

kuilt seperti myiasis (Hidayat, 2005). Lalat *Chrysomia sp.* juga dilaporkan membawa telur cacing *Ascharis lumbricoides* dan *Trichuris trichiura* yang menempel pada bagian luar tubuhnya (Kesmas, 2013).

Kejadian kasus myiasis pada manusia masih sering dilaporkan khususnya di daerah endemik penyebaran lalat *Chrysomia sp.* Identifikasi myiasis secara luas adalah infestasi larva *diphthera* (lalat) pada jaringan hidup manusia atau hewan vertebrata lainnya dalam periode tertentu, dengan memakan jaringan inangnya termasuk jaringan substitusi tubuh. Myiasis terbagi menjadi 2 yaitu myiasis obligat dan myiasis fakultatif. Perbedaan keduanya terdapat pada jaringan tubuh yang diserangnya. Myiasis obligat hanya dapat terjadi pada jaringan tubuh yang masih hidup. Sedangkan pada myiasis fakultatif dapat terjadi pada jaringan tubuh yang masih hidup maupun yang sudah mati. Myiasis obligat disebabkan oleh larva *Chrysomia bezziana* sedangkan myiasis fakultatif disebabkan oleh larva *Chrysomya megacephala*. Masyarakat Indonesia mengenal myiasis dengan istilah belatungan. Kasus myiasis banyak terjadi di negara tropis, terutama pada masyarakat golongan sosio-ekonomi rendah di musim hujan antara bulan september sampai November (April, 2011).

Gejala umum yang terjadi pada myiasis manusia antara lain demam, gatal-gatal, sakit kepala, vertigo, eritema, radang (inflamasi), pendarahan serta memicu terjadinya infeksi sekunder oleh bakteri. Gambaran darah penderita myiasis akan menunjukkan gejala *hipereosinopilia* dan meningkatnya jumlah neutrofil. Pembagian myiasis bagi *Chrysomia sp.* adalah traumatik myiasis (dapat berakibat fatal),

myiasis mulut, myiasis hidung dan sinus, ocular myiasis dan myiasis daeah anus (Wardhana, 2011).

Myiasi luka atau traumatik

Juga disebut myiasis oportunistik , myiasis luka terjadi ketika lalat larva terdapat pada bagian tubuh yang membusuk atau luka terbuka. Beberapa spesies larva tetap dalam jaringan membusuk, sementara spesies lain terus makan pada jaringan hidup di dekatnya, dan dapat menghasilkan nodul subkutan (West, 2001).

Myiasis hidung

Terjadi karena lalat meletakkan telurnya pada membran mukosa yang luka di rongga hidung. Penderita sering mengatakan bahwa hidungnya kemasukan lalat. Infestasi larva menyebabkan hidung dan muka membengkak. Apabila tidak diobati maka larva dapat bergerak ke atas dan masuk ke saluran air mata, selanjutnya merusak tulang rawan dan tulang septum, menghancurkan *os nasal* dan *os frontal*. Selain itu, larva dapat masuk ke dalam paranasal bahkan menembus dasar tengkorak dan menyebabkan meningitis sampai kematian (Wardhana, 2006). Tanda dan gejala myiasis biasanya terasa ada pergerakan larva, yang meliputi sensasi benda asing, nyeri hidung, nyeri wajah, terdapat noda darah atau cairan hidung mukopurulen, epistaksis, dan bau busuk. Dapat pula ditemukan belatung keluar dari hidung (Dio, 2012)

Myiasis telinga

Myiasis jenis ini sering terjadi sebagai komplikasi myiasis hidung dan mulut. Larva dapat masuk ke dalam telinga melalui tuba *Eustachius*.

Myiasis telinga juga dapat terjadi secara primer, umumnya terdapat luka atau nanah di liang telinga yang menarik lalat untuk bertelur. Larva mampu menembus gendang telinga dan masuk ke telinga tengah. Kondisi ini akan menimbulkan iritasi dan rasa sakit yang hebat di telinga bahkan menyebabkan tinitus dan vertigo (Wardhana, 2006).

Myiasis Mata

Ophthalmomyiasis, atau oculomyiasis, adalah infestasi larva pada setiap struktur anatomi mata. Myiasis ini lebih lanjut dikelompokkan menjadi ophthalmomyiasis eksterna (atau dangkal) dan ophthalmomyiasis interna. Myiasis orbital, atau "ophthalmomyiase profunde", digunakan untuk menyatukan palpebra atau infestasi periokular dengan myiasis intraokular (Doi, 2012). Jika myiasis mata tidak diobati maka larva mampu menghancurkan seluruh bola mata (Whardhana, 2006).

Myiasis kulit

Lalat bertelur di permukaan kulit. Larva akan masuk ke dalam kulit yang sehat melalui folikel rambut atau melalui luka traumatik atau sebab lainnya. Larva mungkin akan berdiam di tempat masuknya pada kulit dan menimbulkan sebuah bisul di tempat tersebut (Wardhana, 2006). Gejala khas termasuk gatal, sensasi gerakan, dan kadang-kadang nyeri pedih. Lesi awal dapat menyerupai gigitan arthropoda atau furunkel bakteri tetapi dapat dibedakan oleh kehadiran punctum pusat dengan drainase serosanguineous; kadang-kadang sebagian kecil dari ekor larva terlihat (Doi, 2012).

Myiasis saluran cerna

Myiasis jenis ini terjadi karena termakan makanan yang mengandung telur atau larva lalat. Keadaan tersebut dapat disertai dengan gastroenteritis akut. Disamping jenis-jenis myiasis di atas, beberapa jenis lainnya juga dilaporkan seperti myiasis anus, vagina, saluran dan kandung kemih, mulut, faring dan laring. Kasus-kasus di atas pernah terjadi di lapangan baik di Indonesia maupun di luar negeri (Wardhana, 2006).



Gambar 2.1.6 Myiasis Oral (Jimson *et al.*, 2013)

Salah satu penyakit yang memanfaatkan lalat sebagai vektornya adalah penyakit demam tifoid yang disebabkan oleh kuman *Salmonella thypi*. Di Indonesia penderita demam tifoid cukup banyak tersebar dimana-mana, ditemukan sepanjang tahun, dan paling sering diderita anak usia 5 sampai 9 tahun. Demam tifoid merupakan penyakit yang sangat menular, terutama melalui air dan makanan yang tercemar oleh air seni dan kotoran penderita. Penularan terutama dilakukan oleh lalat dan kecoa (Duke, 2007).

Selain sebagai vektor penyakit yang merugikan, larva lalat *Chrysomya sp.* ternyata dapat dimanfaatkan dalam “*manggot therapy*” atau terapi belatung. Terapi belatung adalah penggunaan larva lalat yang

sudah didisinfeksi untuk memakan luka kronis, guna mendebriskan luka dari jaringan yang nekrosis, mengurangi kontaminasi bakteri, dan meningkatkan pertumbuhan jaringan granulasi yang lebih sehat. Tujuan dari penggunaan belatung dalam terapi terhadap manusia dikarenakan tingginya prevalensi bakteri resisten antibiotik, terbukti terapi belatung berhasil mengatasi infeksi karena bakteri MRSA, demikian juga golongan bakteri pemakan daging (*flesh eating*) yang banyak mengakibatkan kematian pada penderitanya. Tidak semua jenis lalat menyebabkan myiasi digunakan pada terapi ini. Spesies yang merupakan agen obligat dan myiasis seperti lalat daging *Wohlfahrtia magnifica* (Diptera: Sarcophagidae) serta *Chrysomya bezziana* atau *Cochiomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae) tidak digunakan karena dapat memakan jaringan dengan agresif pada jaringan tissue yang masih hidup dan sehat (Gemma, 2007).

2.1.7 Pengendalian *Chrysomya sp.*

Beberapa hal harus diperhatikan sebelum upaya pemberantasan dilakukan. Kita harus menganalisa terlebih dahulu sumber serangga tersebut, bagaimana populasinya meningkat, bagaimana derajat gangguannya pada individu dan komunitas, peran serangga tersebut terhadap penularan penyakit. Dalam dinamika populasi, keberadaan dan besarnya populasi ditentukan oleh faktor fisik berupa cuaca atau iklim, habitat dan ekosistem, keberadaan inang dan faktor biotik (Depkes RI, 1992).

Banyaknya metode pemberantasan dan pengontrolan lalat rumah menyebabkan perlunya suatu analisa dan pertimbangan yang lengkap sebelum penentuan metode. Pemborosan tenaga dan uang akan terjadi

apabila suatu metode tidak dapat mengontrol lalat secara efektif. Pengendalian *Chrysomya sp.* dapat dilakukan secara alamiah maupun buatan (Santi, 2004).

2.1.7.1 Pemberantasan Lalat Secara Langsung

Cara yang digunakan untuk membunuh lalat secara langsung adalah dengan cara fisik, cara kimiawi dan cara biologi.

2.1.7.1.1 Cara Fisik

Cara pemberantasan secara fisik adalah cara yang mudah dan aman tetapi kurang efektif apabila lalat dalam kepadatan yang tinggi. Cara ini hanya cocok untuk digunakan pada skala kecil seperti dirumah sakit, kantor, hotel, *supermarket* dan pertokoan lainnya yang menjual daging, sayuran, serta buah-buahan (Dinata, 2006).

(a) Perangkap Lalat (*Fly Trap*)

Lalat dalam jumlah yang besar/padat dapat ditangkap dengan alat ini. Tempat yang menarik lalat untuk berkembang biak dan mencari makan adalah kontainer yang gelap. Bila lalat mencoba makan maka, mereka akan tertangkap dalam perangkap. Cara ini hanya cocok digunakan di luar rumah sebuah model perangkap akan terdiri dari kontainer plastik atau kaleng untuk umpan, tutup kayu atau plastik dengan celah kecil, dan sangkar diatas penutup. Celah selebar 0,5 cm antara sangkar dan penutup

tersebut memberi kelonggaran kepada lalat untuk bergerak pelan menuju penutup. Kontainer harus terisi sebagian dengan umpan, yang luntur teksturnya dan lembab, tidak ada air tergenang dibagian bawahnya. Dekomposisi sampah basah dan dapur adalah yang paling cocok, seperti sayuran hijau, sereal, dan buah-buahan. Setelah tujuh hari, umpan akan berisi larva dalam jumlah yang besar dan perlu dirusak serta diganti. Lalat yang masuk ke dalam sangkar akan segera mati dan umumnya terus menumpuk sampai mencapai puncak. Perangkap harus ditempatkan di udara terbuka dibawah sinar matahari, jauh dari keteduhan pepohonan.

**(b) Umpan kertas lengket berbentuk pita/lembaran
(Sticky tapes)**

Di pasaran tersedia alat ini, menggantung diatap, menarik lalat karena kandungan gulanya. Lalat hinggap pada alat ini akan terperangkap oleh lem. Alat ini dapat berfungsi beberapa minggu bila tidak tertutup sepenuhnya oleh debu atau lalat yang terperangkap (Dinata, 2006).

(c) Perangkap dan pembunuh elektronik (*light trap with electrocutor*)

Lalat yang tertarik pada cahaya akan terbunuh setelah kontak dengan jeruji yang bermuatan listrik. Sinar bias dan ultraviolet menarik lalat hijau (*blow flies*) tetapi tidak

terlalu efektif untuk lalat rumah. Metode ini harus diuji dibawah kondisi setempat sebelum investasi selanjutnya dibuat. Alat ini kadang digunakan didapur rumah sakit dan restoran (Dinata, 2006).

(d) Pemasangan kasa kawat/plastik pada pintu dan jendela serta lubang angin/ventiasi (Trisnaini, 2011).

(e) Membuat pintu dua lapis, daun pintu pertama kearah luar dan lapisan kedua merupakan pintu kasa yang dapat membuka dan menutup sendiri (Trisnaini, 2011).

2.1.7.1.2 Cara Kimia

Pemberaritan lalat dengan insektisida harus dilakukan hanya untuk periode yang singkat apabila sangat diperlukan karena akan terjadi resistensi yang cepat. Aplikasi yang efektif dari insektisida yang sementara dapat memberantas lalat dengan cepat dan aman, diperlukan pada KLB kolera, desentri atau *trachoma*. Penggunaan pestisida ini dapat dilakukan melalui cara umpan (*baits*), penyemprotan dengan efek residu (*residual spraying*) dan pengasapan (*space spraying*) (Depkes RI, 1992).

Penggunaan bahan kimia direkomendasikan hanya jika benar-benar diperlukan, hal ini dilakukan untuk menghindari kemungkinan resistensi. Insektisida kimia

memiliki fungsi antara lain menghambat reproduksi serangga betina, racun syaraf, dan merusak perkembangan telur, larva dan pupa. Insektisida yang tidak digunakan secara bijak, memiliki resiko untuk merusak kesehatan manusia dan dapat masuk kedalam tubuh melalui makanan yang tercemar, dihirup dalam bentuk gas atau uap, serta terserap kedalam kulit. Efek yang dapat ditimbulkan kepada manusia adalah penglihatan kabur, keringat berlebihan, pusing, sakit kepala dan badan lemah serta menimbulkan efek jangka panjang seperti berpengaruh pada hati dan reproduksi (Raini, 2007).

2.1.7.1.3 Cara Biologi

Metode biologi adalah metode pengendalian dengan menggunakan makhluk hidup, baik berupa predator, parasitoid maupun kompetitor.

2.1.7.2 Perbaikan *Hygiene* dan Sanitasi Lingkungan

Tindakan-tindakan penyehatan lingkungan bertujuan melenyapkan semua tempat-tempat yang berpotensi menjadi tempat lalat berkembang biak guna mencegah transmisi penyakit yang disebabkan oleh lalat (Santi, 2001).

2.1.7.2.1 Mengurangi atau Menghilangkan Tempat Perindukan Lalat

Pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan sampah yang dikelola dengan baik dapat menghilangkan media perindukan lalat. Bila sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah dari rumah-rumah tidak ada, sampah dapat dibakar atau dibuang ke lubang sampah, dengan catatan bahwa setiap minggu sampah yang dibuang ke lubang sampah harus ditutup dengan tanah sampai tidak menjadi tempat berkembang biaknya lalat. Lalat mungkin dapat berkembang biak di tempat sampah yang permanen dan tertutup rapat. Dalam iklim panas, larva lalat ditempat sampah dapat menjadi pupa dalam waktu hanya 3-4 hari. Untuk daerah tertentu sampah basah harus dikumpulkan paling lambat 2 kali dalam seminggu (Darman, 2005).

Tong sampah kosong penting untuk dibersihkan terutama sisa-sisa sampah yang ada di dasar tong. Pembuangan sampah akhir dibuang ketempat terbuka perlu dilakukan dengan pemadatan sampah dan ditutup setiap hari dengan tanah merah setebal 15-30 cm, untuk menghilangkan tempat perkembangbiakan lalat. Lokasi tempat pembuangan akhir sampan harus kurang lebih beberapa kilometer dari rumah penduduk (Darman, 2005).

2.1.7.2.2 Mencegah Kontak Antara Lalat dengan Kotoran yang Mengandung Kuman Penyakit

Kandang ternak harus rutin dibersihkan. Lantai kandang harus kedap air dan dapat disiram setiap hari. Bila ternak berada dalam kandang dan kotorannya terkumpul didalam sangkar/kandang, maka kandang perlu dilengkapi dengan ventilasi yang cukup agar tetap kering. Selain itu, timbunan pupuk kandang yang dibuang ke permukaan tanah pada temperature tertentu dapat menjadi tempat perindukan lalat. Timbunan pupuk hams ditutup dengan plastik atau bahan lain yang anti lalat. Pada alasnya perlu diletakkan pipa atau bahan keras sehingga mencegah larva untuk masuk kedalam tanah dibawah tumpukan pupuk tersebut (Santi, 2001). Selain itu kandang juga harus memiliki ventilasi untuk membuat sirkulasi udara yang baik, sehingga bias mempermudah penurunan kadar air dari kotoran (Trisnaini, 2011).

Setain itu menutup lobang kotoran manusia juga perlu dilakukan, sehingga mencegah bau dan tidak mengundang lalat, buatlah konstruksi jamban yang memenuhi syarat, sehingga lalat tidak bisa kontak dengan kotoran. Jika tidak tersedia jambang, maka tutuplah lobang penampungan dengan tanah (Santi, 2001). Dapat pula dibuat seperti leher angsa untuk mencegah bau atau

diventilasi dengan kawat anti lalat, sehingga lalat tidak bisa masuk ke tempat pembuangan kotoran (Trisniani, 2011).

2.1.7.2.3 Mencegah Kontak Antara Lalat dengan Makanan, Peralatan Makan dan Manusia

Cara mencegah kontak antara lalat dengan makanan, peralatan makanan dan manusia menurut Santi (2001) adalah :

- Makanan dan peralatan makan yang digunakan harus dilindungi dari lalat, misalnya dietakkan dibawah penutup atau lemari, bukan pada udara terbuka sehingga ada kemungkinan kontak dengan lalat
- Jendela dan tempat-tempat terbuka dipasang kawat kasa
- Pintu dipasang dengan sistem yang dapat menutup sendiri
- Pintu masuk dilengkapi dengan gor anti lalat
- Penggunaan kelambu atau tudung saji, dapat digunakan untuk:
 - a) Menutup bayi agar terlindung dari lalat, nyamuk dan serangga lainnya
 - b) Menutup makanan atau peralatannya
 - c) Kipas angin elektrik dapat dipasang untuk menghalangi lalat masuk

- d) Memasang stik berperekat anti lalat sebagai perangkap.

2.2 Insektisida

Insektisida adalah pestisida yang digunakan untuk memberantas serangga seperti belalang, kepik, wereng, dan ulat. Insektisida juga digunakan untuk memberantas serangga di rumah, perkantoran atau gudang, seperti nyamuk, kutu busuk, rayap, kecoa dan semut. Contoh : *basudin*, *basminon*, *tiodan*, *dikiorovinil dimetil fosfat diazinon* dan lain-lain (Kementerian Pertanian Indonesia, 2010).

Beberapa istilah yang berhubungan dengan insektisida adalah: (1) ovisida adalah insektisida untuk membunuh stadium telur; (2) larvasida adalah untuk membunuh stadium larva atau nimfa; (3) adultisida adalah untuk membunuh stadium dewasa; (4) akarisisida (mitisida) adalah insektisida untuk membunuh tungau dan (5) pedikulisisida (lousisida) adalah insektisida untuk membunuh tuma (Baskoro *et al.*, 2005).

2.2.1 Jenis-Jenis Insektisida

Menurut cara masuk insektisida ke dalam tubuh serangga dapat dibagi menjadi tiga kelompok sebagai berikut (Sayono, 2008):

1) Racun lambung (racun perut/*stomach poison*)

Racun lambung atau racun perut adalah insektisida yang membunuh serangga sasaran dengan cara masuk melalui mulut ke organ pencernaan melalui makanan yang dimakan serangga dengan cara menggigit dan mengisap, yang kemudian akan diserap oleh dinding usus.

Racun kemudian ditranslokasikan ke tempat sasaran yang mematikan sesuai dengan jenis bahan aktif insektisida misalkan menuju ke pusat saraf serangga, menuju ke organ-organ respirasi, meracuni sel-sel lambung dan sebagainya. Oleh karena itu, serangga harus memakan tanaman yang sudah disemprot insektisida yang mengandung residu dalam jumlah yang cukup untuk membunuh (Metusala D., 2006).

2) Racun kontak (*contact poisons*)

Racun kontak adalah insektisida yang masuk dalam tubuh serangga melalui kulit, celah/lubang alami pada tubuh (*trachea*) atau langsung mengenai mulut serangga. Serangga akan mati apabila bersinggungan langsung (kontak dengan insektisida tersebut). Kebanyakan racun kontak juga berperan sebagai racun perut (Metusa D., 2006).

3) Racun pernafasan (*fumigants*)

Racun pernafasan adalah insektisida yang masuk melalui sistem pernafasan serangga. Sasaran akan mati bila menghirup insektisida dalam jumlah yang cukup. Kebanyakan racun pernafasan berupa gas, asap, maupun uap dan insektisida cair (Metusala D., 2006).

Berdasarkan cara kerjanya (*mode of action*). Insektisida dibedakan menjadi 5 kelompok sebagai berikut (Djojournarto,2008):

1. Racun Saraf

Racun ini merupakan cara insektisida yang paling umum. Gejala yang akan muncul jika serangga terkena racun yang bersifat *neurotoxin* adalah kekejangan dan kelumpuhan sebelum mati.

2. Racun Pencernaan

Racun pencernaan adalah racun yang merusak saluran pencernaan serangga, sehingga kematian serangga disebabkan oleh system pencernaan yang tidak bekerja atau hancur.

3. Racun Penghambat Metamorfosa Serangga

Racun ini umumnya menghambat pembentukan kitin yang dihasilkan serangga sebagai bahan untuk menyusun kulitnya. Apabila terjadi kontak dengan racun ini, maka serangga tidak mampu menghasilkan kulit baru dan akan mati dalam beberapa hari karena terganggunya proses pergantian kulit.

4. Racun Metabolisme

Racun ini membunuh serangga dengan menginervensi proses metabolismenya. Contoh insektisida dengan *mode of action* ini yaitu *deafentiuron* yang mengganggu respirasi sel dan bekerja di mitokondria.

5. Racun Fisik (Racun Non Spesifik)

Racun fisik membunuh serangga dengan sasaran yang tidak spesifik, sebagai contoh debu inert yang bisa menutupi lubang-lubang pemapasan serangga, sehingga serangga mati lemas karena kekurangan oksigen.

2.2.2 Insektisida Alami

Secara umum insektisida alami diartikan sebagai suatu insektisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Insektisida alami relatif mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan terbatas, oeh karena terbuat dan bahan alami (Judarwanto, 2007).

Penggunaan insektisida alami dimaksudkan bukan untuk meninggalkan dan menganggap tabu penggunaan insektisida sintetis, hanya merupakan suatu cara alternatif dengan tujuan agar pengguna tidak hanya tergantung kepada insektisida sintetis. Tujuan lainnya adalah agar penggunaan insektisida sintetis dapat di minimalkan sehingga, pencemaran lingkungan yang di akibatkannya pun dapat di kurangi (Judarwanto, 2007).

Insektisida alami mempunyai kelompok metabolik sekunder yang mengandung beribu-ribu senyawa bioaktif seperti alkaloid, fenolik dan zat kimia sekunder lainnya. Senyawa bioaktif yang terdapat pada tanaman dapat di manfaatkan seperti layaknya insektisida sintetis. Perbedaannya adalah bahan aktif pada insektisida alami disintesa dari tumbuhan dan jenisnya bisa lebih dan satu macam (campuran) (Judarwanto, 2007).

Bagian tumbuhan seperti daun, bunga, buah, biji, kulit dan batang dan sebagainya dapat digunakan dalam bentuk utuh, bubuk ataupun ekstraksi (dengan air ataupun pelarut organik). Insektisida alami merupakan bahan alami, bersifat mudah terurai di alam (*biodegradable*) sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia maupun ternak karena residunya mudah hilang (Soeganto, 2006).

Insektisida alami tidak atau hanya sedikit meninggalkan residu pada komponen lingkungan dan bahan makanan sehingga dianggap lebih aman dan pada insektisida sintetis/kimia. Selain itu, zat pestisidik dalam insektisida alami lebih cepat terurai di alam sehingga tidak menimbulkan resistensi pada sasaran. Insektisida alami dapat dibuat sendiri dengan cara

yang sederhana. Bahan membuat insektisida alami dapat ditemukan di sekitar rumah. Secara ekonomi tentunya akan mengurangi biaya pembelian insektisida (Sayono, 2008).

2.2.3 Faktor-Faktor yang Perlu Diperhatikan dalam Memilih Insektisida

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan insektisida, adalah spesies yang dituju, stadium serangga, lingkungan hidup, dan cara hidup. Selain itu perlu juga untuk diketahui cara penggunaannya apakah mudah atau tidak, apakah harga terjangkau dan mudah didapatkan. Tidak berbau dan tidak berwarna merupakan pertimbangan lain (Baskoro *et al.*, 2005).

2.2.4 Syarat Insektisida yang Baik

Syarat insektisida yang baik adalah mempunyai sifat ramah lingkungan. Insektisida ini sebaiknya tidak mengganggu kesehatan atau mengancam keselamatan manusia, tidak menimbulkan gangguan dan kerusakan sumberdaya alam dan lingkungan hidup (Riyadi, S., 2010). Pestisida alami dapat berfungsi sebagai penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh dan bentuk lainnya. Keuntungan penggunaan pestisida alami antara lain: (a) bersifat mudah terurai (*bio-degradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan; (b) relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan kerana residu mudah hilang; (c) relatif mudah dibuat oleh masyarakat (Retno, A., 2006).

2.3 Durian (*Durio zibethinus* Murr)

Durian merupakan salah satu tanaman yang sering dimanfaatkan buahnya. Durian merupakan jenis buah tropis asli Indonesia. Tanaman durian di

habitat aslinya tumbuh di hutan belantara yang beriklim panas (tropis). Nama diambil dari ciri khas kulit buahnya yang keras dan berlekuk-lekuk tajam sehingga menyerupai duri. Sebutan populer adalah *King of Fruit* atau raja dari segala buah (Ashari, 1995).



Gambar 2.3 Tanaman Durian (Oktara, 2014)

2.3.1 Klasifikasi

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Sub-kingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super divisi	: Spermatophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (Berkeping dua/dikotil)
Sub-kelas	: Dilleniidae
Ordo	: Malvalves
Famili	: Bombacaceae
Genus	: Durio
Spesies	: <i>Durlo zibethinus</i> Murr.

(Ashari, 2011)

2.3.2 Ekologi

Tanaman durian berasal dari hutan Malaysia, Sumatra dan Kalimantan yang merupakan tanaman liar. Penyebaran durian ke arah barat adalah ke Thailand, Birma, India, dan Pakistan. Buah durian sudah dikenal di Asia Tenggara sejak abad ke tujuh masehi. Nama lain dari durian adalah duren (Jawa, Gayo), duriang (Manado), rulen (Seram Timur) dan dulian (Toraja) (Masakiueda, 2010).

Pengembangan budidaya tanaman durian yang paling baik adalah di daerah dataran rendah sampai ketinggian 800 meter di atas permukaan laut dan keadaan iklim basah. suhu udara antara 25-32° C, kelembaban udara (rH) sekitar 50-80%, dan intensitas cahaya matahari 45-50% (Rukmana, 1996).

2.3.3 Morfologi

Dihabitat aslinya di hutan, tanaman durian dapat berumur sampai kurang lebih 200 tahun. Ketinggiannya dapat mencapai 50 meter. Tanaman durian terdiri atas bagian kayu, daun, buah, bunga dan akar. Bagian kayu terdiri atas batang dan cabang tanaman. Cabangnya tumbuh mendatar atau tegak dan membentuk sudut yang bervariasi tergantung pada jenis dan varietasnya. Percabangannya banyak dan membentuk tajuk mirip kerucut atau segitiga. Daun tanaman durian umumnya berbentuk bulat memanjang (*oblong*) dengan bagian ujung meruncing. Struktur daun agak tebal dengan permukaan daun sebelah atas berwarna hijau mengkilap sedangkan bagian bawah daun berwarna coklat atau kuning keemasan (Wirayanta, 2008).

Pohon durian membutuhkan waktu kurang lebih empat sampai dengan lima tahun untuk menghasilkan buah. Bunga durian tersusun dalam tangkai agak panjang bergerombol. yang keluar langsung dan batang (*cauliflous*) atau cabang-cabang yang tua di bagian pangkal, berkelompok dalam kerangka berisi 3-19 bunga (Ashari, 1995). Bunga durian berkelamin sempurna. artinya dalam satu bunga terdapat kelamin betina dan jantan. Setiap musim, tanaman durian yang sudah berproduksi menghasilkan bunga sebanyak 1.000-100.000 kuntum. Dan ribuan kuntum yang ada, tidak semua menjadi bakal buah. Hal ini disebabkan adanya perebutan untuk mendapatkan unsur hara (Wiryanta, 2008).

Buah durian berbentuk bulat, bulat panjang, atau variasi dari kedua bentuk itu. Buah yang sudah matang panjangnya sekitar 30-45 cm dengan lebar 20-25 cm, beratnya sebagian besar berkisar antara 1,5-2,5 kg. Setiap buah berisi 5 luring yang didalamnya terletak 1-5 biji yang diselimuti daging buah berwarna putih, krem, kuning, atau kuning tua. Besar kecilnya ukuran biji, rasa, tekstur dan ketebalan daging buah tergantung varietas (Untung, 2008). Tangkai buah berbentuk bulat panjang dan terletak di pangkal buah. Panjangnya bisa mencapai 15 cm. Buah akan matang atau tua dan siap dipetik pada usia kurang lebih empat bulan setelah bunga mekar. Buah yang sudah matang biasanya mengeluarkan bau harum yang khas. Sesuai dengan namanya, kulit dan buah memiliki duri. Warnanya hijau sampai coklat kekuningan, tergantung kepada tingkat kematangan buah. Daging buah terletak di petak-petak didalam buah. Jumlah biji dalam satu petak tergantung pada jenis dan varietas durian, begitu pula dengan ketebalan, rasa, warna dan tekstur daging buah (Wiryanta, 2008). Waktu panen

berbeda tergantung jenis varietas. Jenis monthong sekitar 125 - 135 hari setelah bunga mekar, jenis chanee sekitar 110 - 116 hari setelah bunga mekar. Buah durian mengalami tingkat kematangan sempurna 4 bulan setelah bunga mekar. Waktu petik berdasar tanda-tanda fisik, misal ujung duri coklat tua, garis-garis di antara duri lebih jelas, tangkai buah lunak dan mudah dibengkokkan, ruas-ruas tangkai buah membesar, baunya harum, terdengar bunyi kasar dan bergema jika buah dipukul. Proporsi daging buah durian cukup kecil, yaitu berkisar antara 20-35% dan berat total buah. Sedangkan proporsi bijinya 5-15% (Ashani, 1995). Akar tanaman durian merupakan akar tunggang. Akar ini bisa menembus tanah sampai kedalaman kurang lebih tiga meter (Wiryanta, 2008).

2.3.4 Kegunaan

Tanaman durian merupakan tanaman yang memiliki banyak khasiat pengobatan. Pemanfaatan utama dan durian adalah daging buahnya yang dikonsumsi, bahkan dijadikan daya eksopot ke manca negara. Pohon durian dapat mencegah erosi lahan-lahan yang miring. Batangnya banyak digunakan untuk bahan bangunan dan perkakas rumah tangga. Kayu durian setaraf dengan kayu sengon karena bentuknya yang cenderung lurus. Bijinya memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pengganti makanan lain sebagai sumber karbohidrat. Kulit durian dipakai sebagai bahan abu gosok yang bagus, dengan cara dijemur sampai kering dan dibakar sampai hancur, dapat juga digunakan untuk campuran media tanam di dalam pot, serta sebagai campuran bahan baku papan olahan serta produk lainnya. Bunga dan buahnya dapat dijadikan makan, antara lain untuk dibuat sayur (Jombangkab, 2011).

2.3.5 Kandungan Kimia

Daging, buah, biji dan kulit durian memiliki kandungan kimia yang cukup banyak. Setiap 100 gram daging durian memiliki kandungan air sebanyak 67 g, protein 2,5 g, lemak 2,5 g, karbohidrat 28,3 g, serat 1,4 g, abu 0,8 g, kalsium 20 mg, fosfor 63 mg, potassium 601 mg, thiamin 0,27 mg, riboflavin 0,29 mg dan vitamin C 57 mg (Ashari, 1995). Setiap bagian pada tanaman durian memiliki kandungan kimia tersendiri, contohnya kulit yang memiliki kandungan minyak astiri, saponin, flavonoid, unsur selulosa, lignin, dan kandungan pati. Sedangkan kulit kayu dan tanaman ini memiliki kandungan kimia flavonoid, saponin, tannin, alkaloid serta triterpenoid (Nurliani, 2007).



Gambar 2.3.5 Kulit Kayu Durian (Kadar, 2014)

Tabel 2.3.5 Uji fitokimia kulit kayu durian (*Durio zibethinus* Murr) (Nurliani, 2007)

Uji Fitokimia	Pereaksi	Hasil	Kesimpulan
Alkaloid	Mayer	Terbentuk endapan putih	Positif
	Wagner	Terbentuk endapan coklat	Positif
	Dragendorf	Terbentuk endapan jingga	Positif
Flavonoid	Mg+HClp+amil Alkohol	Terbentuk warna merah	Positif
	H ₂ SO ₄ p	Terbentuk warna kuning	Positif
Saponin		Terbentuk busa stabil	Positif
Steroid	Liebermann-Buchard	Tidak terbentuk warna hijau kebiruan	Negatif
Triterpenoid	Liebermann-Buchard	Terbentuk warna merah	Positif
Tanin	FeCl ₃ 1%	Terbentuk warna hijau kebiruan	Positif
	Stiasny	Terbentuk endapan merah muda	Positif tannin kate kuat
	Na asetat + FeCl 1%	Tidak terbentuk warna biru kehitaman	Negatif tanin galat

2.3.5.1 Alkaloid

Alkaloid merupakan racun saraf bagi serangga, khususnya menyerang saraf otot yang menyebabkan saraf tidak aktif, sehingga mengakibatkan kematian bagi serangga. Mekanisme penetrasi senyawa tersebut diawali dengan penembusan membran sel oleh *nikotin* (senyaw alkaloid tumbuhan) menyerupai *acetycoline* kemudian mengikat reseptor *acetycoline* pada sambungan saraf otot, akibatnya terjadi tarikan saraf sehingga saraf rusak atau tidak berfungsi yang menyebabkan kematian. Selain itu dilaporkan bahwa nikotin dapat menghambat sinap yang berasosiasi dengan motor saraf. Alkaloid juga dapat merangsang kelenjar endokrin untuk menghasilkan hormon *ekdison*, peningkatan hormone tersebut dapat

menyebabkan kegagalan metamorphosis (Aminah et al., 2001). Diperkirakan penyemprotan menggunakan insektisida organik dan bahan kulit kayu durian dapat memutuskan atau menggagalkan metamorphosis lalat. Alkaloid juga merupakan *antifeedant* sehingga mengganggu pusat makan serangga di system saraf pusat.

2.3.5.2 Flavonoid

Flavonoid mempunyai sejumlah kegunaan. Pertama, terhadap tumbuhan, yaitu sebagai pengatur tumbuhan, pengatur fotosintesis, sebagai antimikroba dan antivirus. Kedua, terhadap manusia, yaitu sebagai antibiotik terhadap penyakit kanker dan ginjal serta menghambat pendarahan. Ketiga, terhadap serangga yaitu sebagai daya tarik untuk melakukan penyerbukan. Keempat, kegunaan lainnya adalah sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida alami (Dinata, 2008). Flavonoid yang berkerja sebagai *inhibitor* pemapasan, menghambat *fosfodiesterase*, *aldoreduktase*, *monoamina oksidase*, *protein kinase*, balik *transcriptase*, DNA *polvmerase* dan *lipooksiaenase* (Robinson dalam Putri, 2008), hal ini menimbulkan kerusakan spirakel mengganggu sistem pemapasan serangga (Marjannah. 2004). Flavonoid mengganggu proses metabolise energi didalam mitokondria dengan menghambat system pengangkutan elektrondan menghalangi produksi ATP sehingga menyebabkan penurunan pemakaian oksigen oleh mitokondria (Brodnitz et. al., 2014).

2.3.5.3 Saponin

Saponin merupakan suatu glikosida yang ada pada banyak tanaman. Fungsi terhadap tumbuhan tidak diketahui, mungkin sebagai bentuk penyimpanan karbohidrat atau merupakan *waste product* dari metabolisme tumbuhan. Kemungkinan lain adalah sebagai pelindung terhadap serangga karena saponin yang terdapat pada makanan yang dikonsumsi serangga dapat menurunkan aktifitas enzim pencernaan dan menahambat penyerapan makanan (Nio, 1989; Nursal dan Pasaribu, 2003). Saponin merupakan senyawa aktif permukaan yang kuat dan menimbulkan busa jika dikocok dalam air, dimana pada konsentrasi rendah sering menimbulkan hemolisis darah. Sifat saponin mirip dengan sabun, saponin akan menggunakan tegangan permukaan sehingga larutan di luar sel masuk ke dalam sel, dimana saponin ini akan merusak lapisan lilin yang ada pada permukaan tubuh serangga (Robinson, 1991).

2.3.5.4 Tanin

Tanin merupakan racun perut yang menghalangi serangga dalam mencernakan makanan. Sementara itu, tanin yang terdapat pada berbagai jenis tumbuhan jika termakan oleh serangga dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan (racun pencernaan) (Nursal dan Siregar, 2005). Tanin mengganggu sistem pencernaan serangga dengan menurunkan tegangan permukaan traktus digestivus serangga, sehingga mudah mengalami korosif (Nio, 1889).