

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Aedes aegypti*

Salah satu spesies nyamuk yang paling sering ditemukan di wilayah tropis dan subtropis di dunia, termasuk Indonesia. *Aedes aegypti* merupakan vektor primer penyakit virus, yaitu demam dengue, cikungunya, dan *yellow fever* (CDC, 2012).

1. Morfologi Larva, Pupa, dan Dewasa *Aedes aegypti*

1) Larva *Aedes aegypti*

Ciri-ciri larva *Aedes aegypti* yaitu memiliki corong udara pada segmen terakhir, pada segmen-segmen abdomen tidak dijumpai adanya rambut-rambut berbentuk kipas (*palmate hairs*), pada corong udara terdapat pekten, adanya sepasang rambut serta jumbai pada corong udara (*siphon*), pada setiap sisi abdomen segmen kedelapan terdapat *comb scale* sebanyak 8 sampai 21 atau berjejer 1 sampai 3, bentuk individu dari *comb scale* seperti duri. Larva nyamuk bernafas terutama pada permukaan air, biasanya melalui satu buluh pernafasan pada ujung posterior tubuh (*siphon*). Saluran pernafasan pada *Aedes* secara relatif pendek dan gembung. Pada waktu istirahat, posisinya

hampir tegak lurus dengan permukaan air. Segmen anal pelana tidak menutupi segmen. Gigi sisir tidak berduri lateral (Prianto *et al.*, 2004).

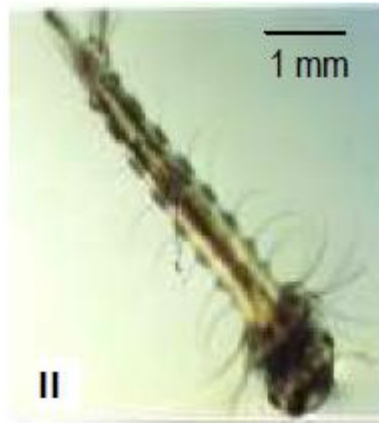
Ada 4 tingkatan perkembangan (instar) larva sesuai dengan pertumbuhan larva, yaitu (Hoedojo, 2003) :

- a. Larva instar I; berukuran paling kecil yaitu 1-2 mm atau satusampai dua hari setelah telur menetas, duri-duri (*spinae*) pada dada belum jelas dan corong pernapasan pada *siphon* belum menghitam (Hoedojo, 2003).



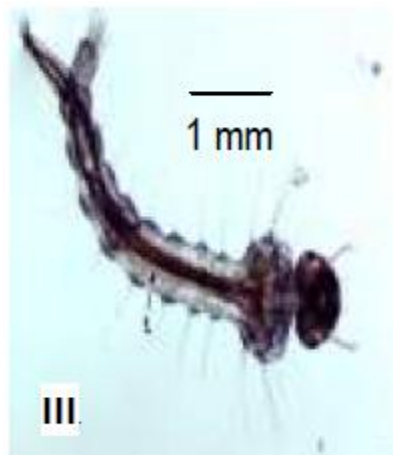
Gambar 3. Larva Instar I *Aedes aegypti*
(Sumber: Gama, Z.P., *et al.*, 2010)

- b. Larva instar II; berukuran 2,5-3,5 mm berumur dua sampai tiga hari setelah telur menetas, duri-duri dada belum jelas, corong pernapasan sudah mulai menghitam (Hoedojo, 2003).



Gambar 4. Larva Instar II *Aedes aegypti*
(Sumber: Gama, Z.P., *et al.*, 2010)

- c. Larva instar III; berukuran 4-5 mm berumur tiga sampai empat hari setelah telur menetas, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan berwarna coklat kehitaman (Hoedojo, 2003).



Gambar 5. Larva Instar III *Aedes aegypti*
(Sumber: Gama, Z.P., *et al.*, 2010)

- d. Larva instar IV; berukuran paling besar yaitu 5-6 mm berumur empat sampai enam hari setelah telur menetas dengan warna kepala gelap (Hoedojo, 2003).



Gambar 6. Larva Instar IV *Aedes aegypti*
(Sumber: Gama, Z.P., *et al.*, 2010)

2) Pupa *Aedes aegypti*

Pupa berbentuk koma, gerakan lambat, sering ada di permukaan air. Pada pupa terdapat kantong udara yang terletak diantara bakal sayap nyamuk dewasa dan terdapat sepasang sayap pengayuh yang saling menutupi sehingga memungkinkan pupa untuk menyelam cepat dan mengadakan serangkaian jungkitan sebagai reaksi terhadap rangsang. Bentuk nyamuk dewasa timbul setelah sobeknya selongsong pupa oleh gelembung udara karena gerakan aktif pupa. Pupa bernafas pada permukaan air melalui sepasang struktur seperti terompet yang kecil pada toraks (Aradilla, 2009).



Gambar 7. Pupa *Aedes aegypti*
(Sumber: Zettel, 2010)

3) Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa berukuran lebih kecil daripada ukuran nyamuk rumah (*Culex quinquefasciatus*) (Djakaria, 2006). Nyamuk *Aedes aegypti* dikenal dengan sebutan *black white mosquito* atau *tiger mosquito* karena tubuhnya memiliki ciri yang khas, yaitu dengan adanya garis-garis dan bercak-bercak putih keperakan di atas dasar warna hitam. Sedangkan yang menjadi ciri khas utamanya adalah ada dua garis lengkung yang berwarna putih keperakan di kedua sisi lateral dan dua buah garis lengkung sejajar di garis median dari punggungnya yang berwarna dasar hitam (*lyre shaped marking*) (Soegijanto, 2006).

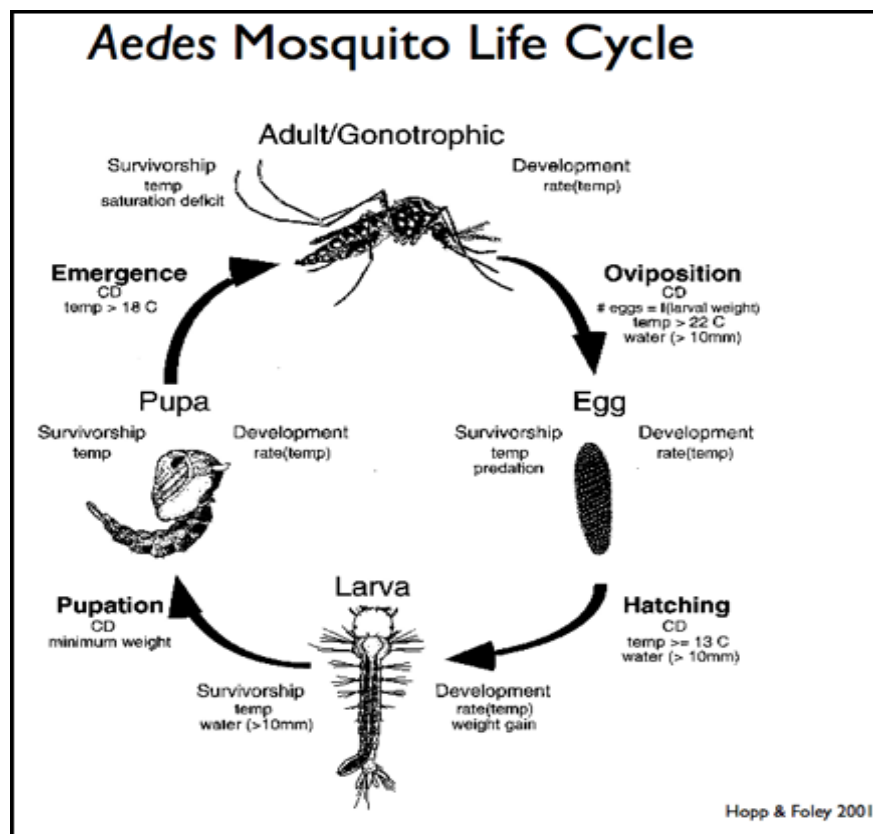


Gambar 8. Nyamuk *Aedes aegypti*
(Sumber: CDC, 2012)

2. Siklus Hidup *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosa sempurna, yaitu dari bentuk telur, jentik, kepompong dan nyamuk dewasa. Stadium telur, jentik, dan kepompong hidup di dalam air (aquatik), sedangkan nyamuk hidup secara teresterial (di udara bebas). Pada umumnya telur akan menetas menjadi larva dalam waktu kira-kira 2 hari setelah telur terendam

air. Nyamuk betina meletakkan telur di dinding wadah di atas permukaan air dalam keadaan menempel pada dinding perindukannya. Nyamuk betina setiap kali bertelur dapat mengeluarkan telurnya sebanyak 100 butir. Fase akuatik berlangsung selama 8-12 hari yaitu stadium jentik berlangsung 6-8 hari, dan stadium kepompong (pupa) berlangsung 2-4 hari. Pertumbuhan mulai dari telur sampai menjadi nyamuk dewasa berlangsung selama 10-14 hari. Umur nyamuk dapat mencapai 2-3 bulan (Ridad, 2009).



Gambar 9. Siklus Hidup *Aedes aegypti*
(Sumber : Hopp & Foley, 2001)

Setelah 2-3 hari telur menetas menjadi larva (jentik) yang selalu hidup di dalam air. Selama proses pertumbuhannya larva nyamuk mengadakan pengelupasan kulit (*moulting*) sebanyak 4 kali (Ridad, 2009).

Pertumbuhan larva stadium I sampai dengan stadium IV (instar I-IV) berlangsung selama 5-7 hari. Perkembangan dari instar I ke instar II berlangsung dalam 2-3 hari, kemudian dari instar II ke instar III dalam waktu 2 hari, dan perubahan dari instar III ke instar IV dalam waktu 2-3 hari (Aradilla, 2009). Larva mengambil makanan dari tumbuhan atau mikroba di tempat perindukannya (CDC, 2012).

Larva instar IV kemudian tumbuh menjadi pupa kurang lebih selama 3 hari (Shinta, 2011). Pupa merupakan stadium yang tidak makan tetapi masih memerlukan oksigen yang diambilnya melalui corong pernapasan (*breathing trumpet*). Diperlukan waktu 1-2 hari agar pupa menjadi dewasa. Pertumbuhan dari telur menjadi dewasa memerlukan waktu sekitar 14 hari (Ridad, 2009).

3. Hormon Pertumbuhan sebagai Pengatur Perkembangan

Semua kelompok artropoda mempunyai sistem endokrin yang ekstensif. Serangga mempunyai eksoskeleton yang tidak bisa meregang. Serangga terlihat tumbuh secara bertahap, dengan melepaskan eksoskeleton lama dan mengekskresikan eksoskeleton baru pada setiap pergantian kulit. Pada serangga pergantian kulit dipicu oleh hormon yang disebut ekdison (*ecdysone*). Pada serangga ekdison disekresi dari sepasang kelenjar endokrin, yang disebut kelenjar protoraks, terletak persis dibelakang kepala. Selain merangsang pergantian kulit, ekdison juga merangsang

perkembangan karakteristik dewasa, seperti perubahan larva menjadi nyamuk (Campbell, 2004).

Pada serangga produksi ecdison itu sendiri dikontrol oleh hormon yang disebut sebagai hormon otak (*brain hormone*, BH). Sel-sel neurosekretori di otak menghasilkan hormon otak (*brain hormone*, BH), namun hormon tersebut disimpan dan dikeluarkan dari organ yang disebut korpus kardiakum. Hormon tersebut mendorong perkembangan dengan cara merangsang kelenjar protoraks untuk mensekresikan ecdison. Sekresi ecdison secara bertahap, dan setiap pembebasan hormon tersebut akan merangsang pergantian kulit (Campbell, 2004).

Hormon otak dan ecdison diseimbangkan oleh hormon juvenil (*juvenile hormone*, JH). *Juvenile hormone* disekresikan oleh sepasang kelenjar kecil persis dibelakang otak, yaitu korpus allata. Hormon juvenil menyebabkan karakteristik larva tetap dipertahankan. Kadar hormon juvenil dalam tubuh serangga pada stadium larva awal akan cukup tinggi, sedangkan pada stadium larva akhir mulai berkurang. Demikian juga pada stadium pupa, kadarhormon juvenil sedikit. Pada stadium dewasa kadarhormon juvenil meningkat kembali, hal ini berhubungan dengan fungsinya dalam proses reproduksi (Gilbert, 2004).

Pada konsentrasi JH yang relatif tinggi, pergantian kulit yang dirangsang oleh ecdison akan menghasilkan tahapan larva sekali lagi sehingga produknya adalah larva yang lebih besar. Dengan demikian JH

menghambat metamorfosis. Ketika kadar hormon juvenil semakin berkurang, maka pergantian kulit yang diinduksi oleh ecdison baru dapat menghasilkan suatu tahapan perkembangan yang disebut sebagai pupa. Di dalam pupa tersebut, metamorfosis mengubah anatomi larva menjadi bentuk serangga dewasa. Serangga yang sudah dewasa tersebut kemudian keluar dari pupa. Versi sintetik JH sekarang sedang digunakan sebagai insektisida untuk mencegah perkembangan atau pematangan serangga menjadi serangga dewasa yang bereproduksi (Campbell, 2004).

B. Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum L.*)

Deskripsi



Gambar 10. *Allium Sativum L*
(Sumber: Sucipto, 2014)

Suku : Liliaceae

Perawakan: herba annual (2-4 bulan), tegak, 30 - 60 cm.

Batang : kecil (corpus), 0,5 - 1 cm.

Daun : bangun garis, kompak, datar, lebar 0,4 – 1,2 cm, pangkal pelepah membentuk umbi, bulat telur melebar, anak umbi bersudut, di bungkus oleh selaput putih, pelepah bagian atas membentuk batang semu.

Bunga : susunan majemuk payung sederhana, muncul di setiap anak umbi, 1-3 daun pelindung, seperti selaput.

Tenda bunga (perhiasan) : 6 daun, bebas atau berlekatan di pangkal, bentuk memanjang, meruncing, putih-putih kehijauan-ungu (Lucas, 2007).

Asal - usul : Asia daratan

Daerah distribusi

Di Jawa di budidaya di dataran tinggi 1000 - 200 m dpl.

Keanekaragaman

Variasi morfologi kecil (sempit), hanya terjadi pada ukuran organ. Ada beberapa varietas bawang putih yang tumbuh di Indonesia, antara lain varietas unggul Lumbu Hijau, Lumbu Kuning, Ilocos, Gombloh, Layur dan lain-lain. (Lucas, 2007).

Sifat khas

Daun 8 - 10 helai, pelepah membungkus membentuk batang semu, pangkal membungkus anak-anak umbi lapis, di setiap anak umbi memiliki tunas vegetatif. (Lucas, 2007).

Budidaya



Gambar 11. *Allium Sativum L*
(Sumber: Hariana, 2008)

Yang digunakan sebagai bibit bukan seluruh umbinya, namun hanya siungnya saja. Menjelang ditanam, sekitar 1-2 hari, umbi dijemur beberapa jam, lalu dipecah-pecah menjadi siung, usahakan agar kulit siung tidak ikut terkelupas, kemudian dipilah-pilah berdasar atas keseragaman ukuran siung. Bagian ujung kulit siung umumnya mengering dan menutupi lubang tempat lewatnya tunas pertama, maka untuk mempercepat dan mempermudah keluarnya tunas pertama perlu daerah tersebut disayat sekitar 1/8 - 1/5 bagian (Hariana, 2008).

Tanah yang dipersiapkan adalah dalam bentuk bedeng berparit yang telah digemburkan, serta telah diolah dengan pemberian pupuk dasar dan pengapuran (bagi lahan yang terlalu asam). Jarak tanam bisa 10 x 10 cm sampai 15 x 10 cm tergantung luas lahan, semakin jarang semakin baik, tetapi menurut pengalaman, dengan jarak tanam 15 x 15 cm ternyata tidak menghasilkan panen yang lebih baik dibanding 15 x 10 cm.

Bibit-bibit yang pertama kali ditanam perlu ditaburkan tanah halus di atasnya dan lalu bedeng dinaungi dengan jerami kira-kira setebal 3 cm.

Jagalah kelembaban jerami dengan cara menyiram air sekedarnya (jangan terlalu basah, asal lembab sudah cukup) (Hariana, 2008).

Pemeliharaan selanjutnya sama dengan yang dilakukan pada bawang merah, meliputi pengairan, penyiangan, penggemburan tanah, pemupukan, pencegahan dan pemberantasan hama-penyakit. Juga kadang-kadang (apabila dianggap perlu) perlu dilakukan penjarangan tanaman (Hariana, 2008).

Kegunaan di masyarakat

Umbi bawang putih berkhasiat sebagai obat tekanan darah tinggi, meredakan rasa pening di kepala, menurunkan kolesterol, dan obat maag. Di samping itu digunakan pula sebagai ekspektoransia (pada bronkhitis kronis), karminativa (pada keadaan dispepsia dan meteorismus (Hansel, 2001).

Analisis Kandungan Gizi

Tabel 1.Kandungan dari 100 gram umbi *Allium sativum L.*

Kandungan	Jumlah
Air	61-68 %
Kalori	122 kal
Protein	3,5-7 %
Lemak	0,3 %
Karbohidrat	24-28 %
Serat	0,7 %

β -Carotene	Sangat sedikit
Tiamin (Vit B1)	Sedikit
Riboflavin (Vit B2)	Sedikit
Niasin	Sedikit
Asam askorbat (Vit C)	Sedikit
Kalsium	28,00 mg
Kalium	377,00 mg
Natrium	16,00 mg
Zat besi	1,50 mg
Fosfor (sbg P ₂ O ₅)	109,00 mg

Dosis

- Dalam bentuk minyak 0,12-0,2 ml.
- Dalam bentuk juice yang dicampur dengan sirup 4-8 ml.

Efek biologik

Air perasan bawang putih bersifat meningkatkan methemoglobin dalam darah, dapat menurunkan tekanan darah tinggi dan dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah (Perry, 2000).

Sari etil eter dari serbuk bawang putih yang telah dikeringkan memiliki aktivitas mengendalikan kadar gula darah pada kelinci puasa yang diberi perlakuan glukosa. Bawang putih segar juga memiliki aktivitas penurunan kadar gula darah pada kelinci yang dibuat diabetes dengan aloksan. Penelitian tersebut juga dilakukan terhadap Alisin (kandungan aktif

bawang putih), ternyata juga memberikan hasil yang sama (Atal, 2002).

Juice bawang putih juga dilaporkan dapat berpengaruh dalam pengendalian kadar gula darah pada kelinci yang diberi glukosa berlebihan dan memacu mobilitas kolesterol.

Alisin dilaporkan terbukti memiliki potensi sebagai anti bakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif, *Mycobacterium tuberculosis* serta terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Brucella abortus*. Terhadap *S.aureus* potensinya adalah satu miligram alisin setara dengan 15 Oxford penicillin units. Pertumbuhan bakteri-bakteri lain yang juga terhambat oleh alisin maupun alisin adalah *Staphylococci*, *Streptococci*, *Eberthella typhosa*, *Bacillus paratyphoid A*, *Bacterium dysenteriae*, *Bacterium enteridis*, *Vibrio cholerae* dan beberapa bakteri tahan asam (Lucas, 2007).

Alisin dilaporkan memiliki aktivitas menghambat enzim sulfidril (-SH), suatu reaksi yang diketahui berperan dalam penghambatan pertumbuhan sel-sel ganas.

Perubahan bentuk produk (+)-S-alil-L-sistein sulfoksida, alisin, ajoene, dan Dialil disulfida menunjukkan aktivitas in vitro dalam hal penghambatan secara bermakna terjadinya penggumpalan trombosit (IC50 terhitung = 60 M).4) Dan dalam berbagai percobaan klinis telah dibuktikan, bahwa serbuk bawang putih mampu menurunkan secara bermakna kadar trigliserida, kolesterol dan fosfolipid dalam plasma, serta mampu pula menurunkan secara bermakna terbentuknya penggumpalan trombosit spontan dan juga kekentalan plasma (Eckner, 2003).

Bawang putih terbukti memiliki efek ekbolik (mempercepat kelahiran)

pada tikus putih dan mencit dan memiliki aktivitas estrogenik pada tikus putih betina. Setelah 4 hari dilakukan penyuntikan sari alkohol secara intramuskuler terhadap binatang percobaan, akan dikeluarkan metabolitnya yang berupa 17-ketosteroid, hal ini menunjukkan adanya efek kortikotropik pada korteks adrenal binatang tersebut. Selain itu juga dilaporkan memiliki aksi sebagai antelmintik, antiseptik dan anti asma (Atal, 2002).

Aksi Anthelmintic terutama terhadap cacing *Ascaris* dan *Oxyuris*. Terhadap cacing *Ascaris lumbricoides* menyebabkan terjadinya paralisis. Ekstrak bawang putih dilaporkan memiliki efek fibronolitik, meningkatkan mobilitas kholesterol dan trigliserida. Disamping itu dapat pula berefek sebagai anti asma. Potensi anti asma tersebut adalah karena adanya ester asam tiosulfinat yaitu dengan menghambat proses timbulnya asma (menekan pengaruh alergen) (Sri, 2001).

Alil-2-propen-1-tiosulfinat dan Alkil-tiosulfinat juga memiliki aktivitas terhadap infeksi *dermatophytic*, baik terhadap infeksi jamur maupun infeksi bakteri Gram positif dan negatif pada kulit. Sedang kandungan yang lain Garlisin, Alistatin I dan Alistatin II memiliki aktivitas antibiotik dengan potensi 1:50.000 (Wagner, 2004).

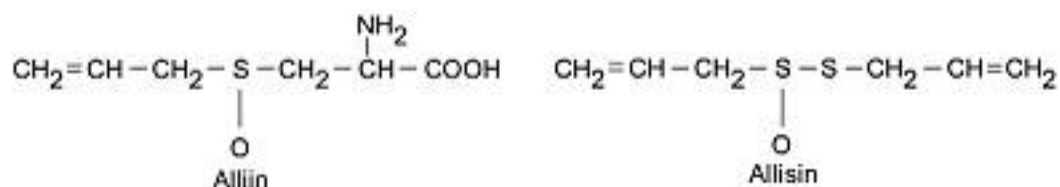
Tablet Alisatin yang berisi sari bawang putih diindikasikan untuk anti kejang pada perut, sementara sediaan tablet yang lain Alimin yang berisi konsentrat bawang putih yang tidak mengandung air, diindikasikan untuk vasodilator bagi penderita tekanan darah tinggi (Lucas, 2007).

Di Indonesia telah dipasarkan beberapa kapsul lunak yang berisi minyak

bawang putih, untuk menurunkan kolesterol dan obat tekanan darah tinggi. Untuk kepentingan pengobatan, tanaman *Allium sativum L.* telah banyak dibudidayakan di berbagai negara. Senyawa karakteristik yang terkandung di dalamnya adalah turunan sistein yang berkaitan erat dengan senyawa *g-glutamil dipeptide* (Eckner, 2003).

Bawang putih mengandung 0,2% minyak atsiri yang berwarna kuning kecoklatan, dengan komposisi utama adalah turunan asam amino yang mengandung sulfur (aliin, 0,2-1%, dihitung terhadap bobot segar). Pada proses destilasi atau pengirisan umbi, aliin berubah menjadi alisin.

Kandungan yang lain adalah alil sulfida dan alil propil disulfida, sejumlah kecil polisulfida, alil divinil sulfida, alil vinil sulfoksida, trans-Ajoen-2-vinil-[4H]-1,3-ditiin, metil-aliltrisulfida, cis-Ajoen, 3-vinil-[4H]-1,2-ditiin, Dialiltrisulfida, adenosin. Kadar *Alliin* sangat tergantung dari penyiapan simplisia (pada cara penyiapan simplisia yang kurang baik, maka 1/4 bagian aliin akan mengalami perubahan). Bobot jenis minyak atsiri bawang putih berkisar antara 1,046-1,057. Alisin adalah senyawa yang memberikan bau khas bawang putih. Bawang putih juga mengandung saponin, tuberholosida, dan senyawa fosforus (0,41%) (Atal, 2002).



Gambar 10. Susunan Senyawa *Allium sativum L*
(Sumber: Sudarsono, 2002)

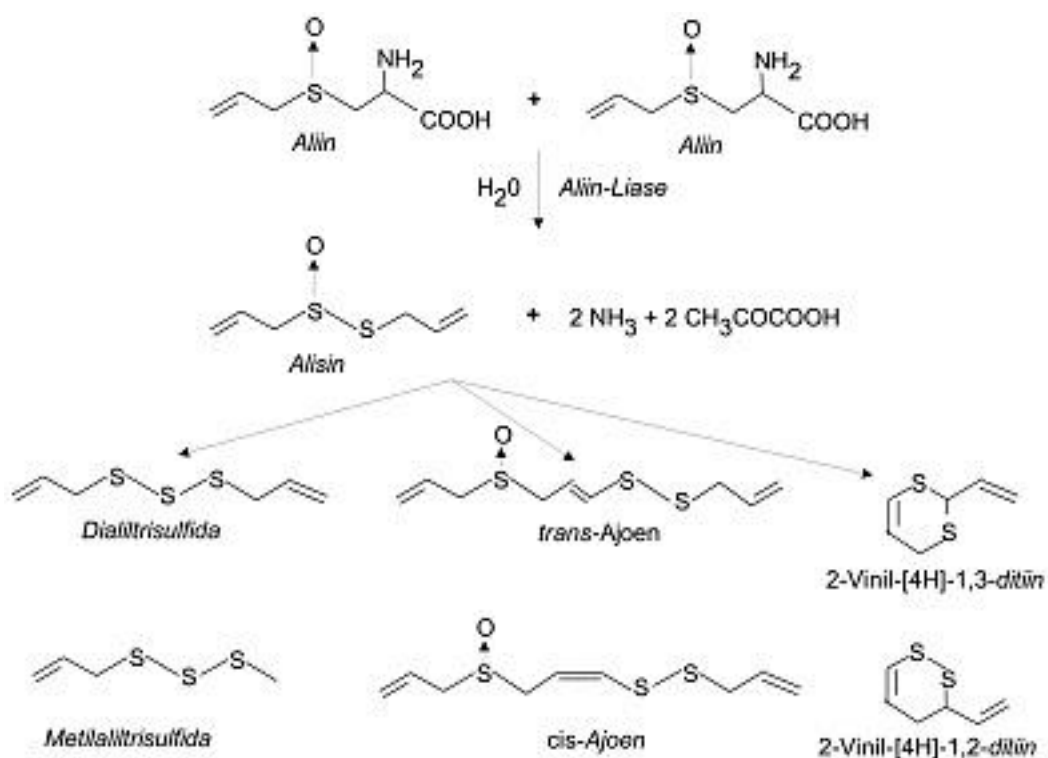
Senyawa lain yang terkandung di dalam bawang putih adalah alistatin I, alistatin II, garlisin, alil-2-propen-1-tisulfinat dan alkil-tisulfinat.

Aliin atau S-Alil-L-sistein sulfoksida $C_6H_{11}NO_2S$, selain terkandung dalam bawang putih juga terkandung dalam bawang merah (*Allium cepa L.*) dan jenis-jenis *Allium* lainnya. Senyawa ini berupa hemihidrat yang tidak berwarna $C_6H_{11}NO_2S \cdot \frac{1}{2}H_2O$ bentuk jarum tumpul yang diperoleh dari hasil rekristalisasi menggunakan pelarut aseton. Jarak leburnya 164-1660C (dengan mengeluarkan gas), praktis larut dalam air. Tidak larut dalam etanol mutlak, kloroform, aseton, eter dan benzena. Aliin memiliki dua pusat asimetrik, hingga secara teoritis memiliki empat isomer, dua diantaranya diturunkan dari L-Sistein dan D-Sistein alami. Keempat isomer tersebut seluruhnya telah dapat disintesis, dan salah satu yang identik dengan aliin alami adalah (-)-S-alil-L-sistein sulfoksida. Senyawa ini memiliki potensi sebagai antibakteri (Wagner, 2004).

Pemberian perlakuan enzim alinase atau juga disebut aliinase (yaitu enzim yang sangat spesifik terhadap aliin), akan segera memecah aliin menjadi alisin, asam piruvat dan amonia. Sebenarnya alisin bebas inilah yang berdaya sebagai anti bakteri.

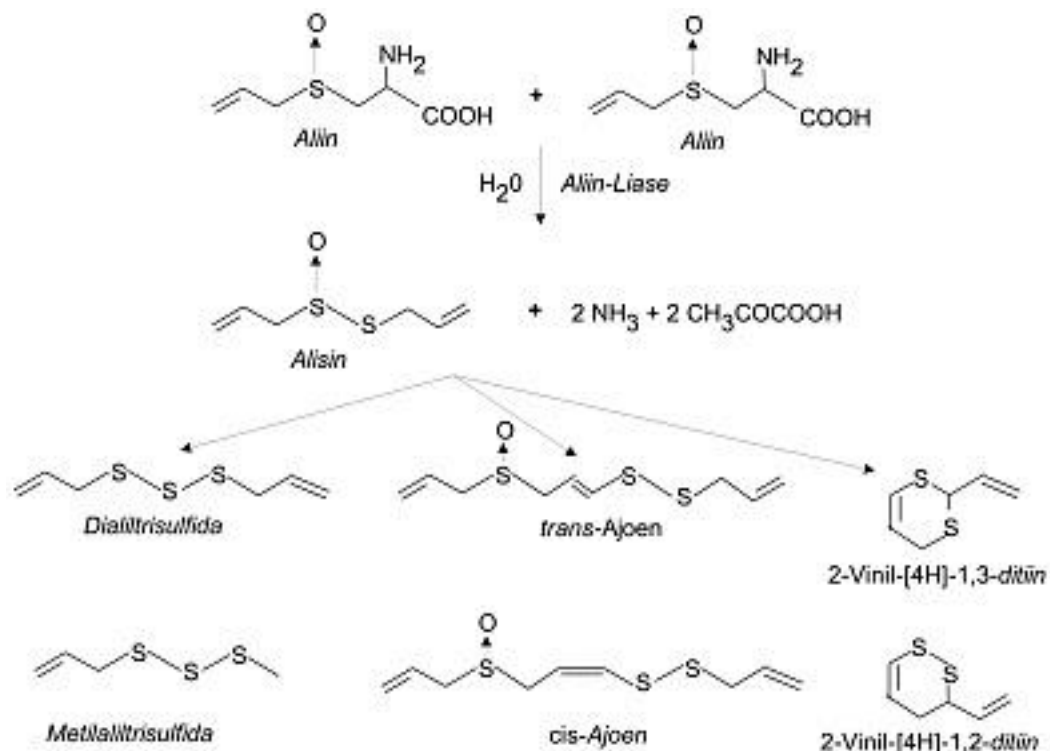
Alisin $C_6H_{10}OS_2$ memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Alisin ini juga terkandung dalam bawang merah. Berbentuk cairan dengan bau yang khas bawang putih. Bersifat mengiritasi kulit, bila direbus atau disuling akan mengalami dekomposisi. Indeks biasnya 1,561 ($20^\circ C$), bobot jenis 1,113 ($20^\circ C$). Kelarutan dalam air 2,5% w/w ($10^\circ C$). pH sekitar 6,5. Dapat campur dengan alkohol, eter, dan benzena. Alisin merupakan senyawa yang tidak stabil, adanya pengaruh panas air, oksigen udara dan lingkungan basa, Alisin akan berubah menjadi senyawa polisulfida,

dialildisulfida (yang menimbulkan bau tidak enak). Alisin stabil dalam lingkungan asam (Wagner, 2004).



Gambar 11. Susunan Senyawa *Allium sativum L*
(Sumber: Sudarsono, 2002)

Kedua struktur paling bawah ditemukan oleh Eckner, (2003) sebagai senyawa asam amino baru. Sebelah kiri (-)-N-(1'-D-frictpurampsil)-S-alil-L-sistein sulfok-sida merupakan glikosida asam amino, sementara struktur 1,2, dan 3 di sebelah kanan adalah asam amino (Eckner, 2003).



Gambar 12. Susunan Senyawa *Allium sativum L*
(Sumber: Sudarsono, 2002)

Efek yang tidak diinginkan

Tidak semua orang memiliki toleransi terhadap penggunaan bawang segar dosis besar, karena sifat iritasinya pada mulut, oesophagus dan lambung.

Penggunaan bentuk serbuk dengan dosis relatif besar dapat menimbulkan rasa mual, disamping itu keringat dan nafasnya akan berbau tak sedap (bau badan atau bau mulut campur dengan bau bawang, dikarenakan adanya metabolit *aliin*, dialildi-sulfida, dialiltrisulfida dan oligosulfida) (Hansel 2001).

Toksisitas

Bawang putih yang sudah bertunas tidak baik untuk dikonsumsi, karena pada tunasnya tersebut mengandung racun HCN (Hansel 2001).

C. Pengendalian Vektor secara Kimiawi

1. Insektisida

Insektisida adalah bahan yang mengandung persenyawaan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Insektisida yang baik mempunyai sifat yaitu, mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat serta tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan ternak, murah harganya dan mudah didapat dalam jumlah besar, mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar, mudah dipergunakan dan dapat dicampur dengan berbagai macam bahan pelarut, dan tidak berwarna dan tidak berbau yang tidak menyenangkan (Hoedojo, 2006).

Beberapa istilah yang berhubungan dengan insektisida adalah (Ridad, 2009):

- 1) Ovisida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium telur
- 2) Larvasida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium larva/nimfa
- 3) Adultisida, yaitu insektisida untuk membunuh stadium dewasa
- 4) Akarisida, yaitu insektisida untuk membunuh tungau
- 5) Pedikulisida, yaitu insektisida untuk membunuh tuma

Khasiat insektisida untuk membunuh serangga sangat bergantung pada bentuk, cara masuk ke dalam badan serangga, macam bahan kimia, konsentrasi dan jumlah (dosis) insektisida. Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam upaya membunuh serangga dengan insektisida ialah mengetahui spesies serangga yang akan dikendalikan, ukurannya, susunan badannya, dan stadiumnya (Hoedojo, 2006).

Klasifikasi insektisida dibagi dalam (Hoedoyo, 2006; Ridad, 2009):

- 1) Berdasarkan cara masuknya ke dalam badan serangga, yaitu:
 - a. Racun kontak, yaitu insektisida yang masuk ke dalam badan serangga dengan perantaraan tarsus (jari-jari kaki) pada waktu istirahat di permukaan yang mengandung residu insektisida.
 - b. Racun perut, yaitu insektisida yang masuk ke dalam badan serangga melalui mulut, jadi insektisida ini harus dimakan.
 - c. Racun pernapasan, yaitu insektisida yang masuk melalui sistem pernapasan.
- 2) Berdasarkan macam bahan kimia, yaitu:
 - a. Insektisida anorganik, terdiri dari golongan sulfur dan merkuri, golongan arsenikum, dan golongan flour.
 - b. Insektisida organik berasal dari alam, terdiri dari golongan insektisida berasal dari tumbuh-tumbuhan dan golongan insektisida berasal dari bumi (minyak tanah dan minyak).
 - c. Insektisida organik sintetik, terdiri dari golongan organik klorin (DDT, dieldrin, klorden, BHC, linden), golongan organik fosfor (malation, paration, diazinon, fenitrothion, temefos, DDVP, ditereks), golongan organik nitrogen (dinitrofenol), golongan sulfur (karbamat) dan golongan tiosinat (*letena, tanit*).

2. *Insect Growth Regulator*

Insect Growth Regulator (IGR) merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam kegiatan *larvaciding*. IGR adalah sejenis bahan kimia yang dapat menghambat pertumbuhan larva sejak dari instar I sampai IV dan dapat mengganggu hormon pertumbuhan larva agar tidak berhasil menjadi pupa atau nyamuk dewasa. Kematian nyamuk disebabkan karena ketidakmampuan nyamuk untuk melakukan metamorfosis. Telur gagal menetas, larva gagal menjadi pupa, pupa gagal menjadi nyamuk dewasa (Fitriani, 2004).

Insektisida ini dibagi menjadi dua yaitu yang mempengaruhi sistem endokrin dan yang menghambat sintesis kitin. *Juvenile Hormone Mimics* merupakan tiruan hormon juvenil endogen, mencegah metamorfosis menjadi stadium dewasa yang viabel ketika diberikan pada stadium larva. Sampai sekarang, terdapat dua target primer juvenoid yang telah diketahui, yaitu menghambat *juvenile hormone esterase* sehingga tidak terjadi degradasi hormon juvenil endogen dan dengan cara efek agonis pada reseptor hormon juvenil. Pada stadium dewasa serangga, hormon juvenil terlibat dalam regulasi vitelogenesis telur. Perubahan pada homeostasis pada tahap perkembangan ini dapat menyebabkan telur yang steril (Mehlhorn, 2008).

Hormon juvenil dan *juvenile hormone mimics* bertindak sebagai *suppressor* atau *stimulator* terhadap ekspresi gen yang tergantung pada tahap

perkembangan dan tipe protein pengatur. Hal ini menjelaskan variasi efek yang terjadi pada serangga yang diberikan juvenoid. *Fenoxycarb* adalah *insect growth regulator* dengan aksi sebagai racun kontak dan pencernaan. Kandungannya memperlihatkan aktivitas hormon juvenil yang kuat, menghambat metamorfosis menjadi stadium dewasa dan menghambat proses *moulting*. *Methoprene* merupakan *insect growth regulator* yang mencegah metamorfosis menjadi stadium dewasa yang viable ketika diberikan pada tahap perkembangan larva (Mehlhorn, 2008).

Insektisida yang menghambat pembentukan kitin adalah dari golongan benzylurea seperti lufenuron, diflubenzuron (@Dimilin), teflubenzuron (@Nomolt) dan hexaflumuron (@Sentricon). Kitin adalah komponen utama eksoskeleton serangga. Terganggunya proses pembentukan kitin larva tidak dapat melanjutkan pertumbuhannya secara normal dan akhirnya mati (Sudarmo, 2001).

3. Efek *Juvenile Hormone Mimics* Bawang Putih

Bawang putih mengandung terpenoid, flavonoid, dan alkaloid (Sudarsono dkk, 2002). Elimam *et al.*(2009) dan Rajkumar *et al.*(2005) melaporkan bahwa senyawa seperti *phenolic*, terpenoid, flavonoid, dan alkaloid memiliki aktivitas *Juvenile Hormone* sehingga memiliki pengaruh pada perkembangan serangga.

Tanaman yang mempunyai kandungan bahan aktif *phenylpropane derivates*, nonsteroidal terpenoid, steroidal terpenoid, *gossypol* dan alkaloid mempunyai aktivitas *Juvenile hormone* (JH). Perkembangan kematangan insekta tergantung pada JH yang menyebabkan terjadinya pertumbuhan dan penambahan ukuran tanpa perubahan bentuk yang radikal (Wigglesworth, 2004).

Mekanisme larvasida dari bawang putih diduga diperankan oleh zat aktif yang terkandung di dalamnya. Kandungan *allicin* dan *dialil sulphide* memiliki sifat bakterisida dan bakteristatik (Rukmana, 2005). *Allicin* bekerja dengan cara mengganggu sintesis membran sel parasit sehingga parasit tidak dapat berkembang lebih lanjut (Nok, 2006), *Allicin* juga bersifat toksik terhadap sel parasit maupun bakteri. *Allicin* bekerja dengan merusak sulfhidril (SH) yang terdapat pada protein. (bawang putih) Diduga struktur membran sel larva terdiri dari protein dengan sulfhidril (SH) *Allicin* akan merusak membran sel larva sehingga terjadi lisis. Toksisitas *allicin* tidak berpengaruh pada sel mamalia karena sel mamalia memiliki *glutathione* yang dapat melindungi sel mamalia dari efek *allicin* (Anki S, 2007). Berdasarkan mekanisme tersebut maka *allicin* dapat menghambat perkembangan larva stadium 3 menjadi larva stadium 4 atau larva stadium 4 tidak akan berubah menjadi pupa dan akhirnya mati karena membran selnya telah dirusak (Nok AJ, 2006).

Garlic oil bekerja dengan mengubah tegangan permukaan air sehingga larva mengalami kesulitan untuk mengambil udara dari permukaan air. Hal

ini diduga menyebabkan larva tidak mendapat cukup oksigen untuk pertumbuhannya sehingga menyebabkan kematian larva (Tvedten S, 2005)

Penelitian yang dilakukan Aghneta (2004) melaporkan bahwa ekstrak dbawang putih yang diujikan pada larva *Culex quinquefasciatus* menyebabkan terjadinya perpanjangan waktu yang diperlukan dalam perkembangan larva menjadi pupa. Pada penelitian tersebut juga dilaporkan pemberian ekstrak bawang putih meningkatkan mortalitas pada stadium larva dan pupa (Aghneta, 2004).

D. Ekstraksi

Ekstraksi adalah metode umum yang digunakan untuk mengambil produk dari bahan alami, seperti jaringan tumbuhan, hewan, mikroorganisme, dan sebagainya. Ekstraksi dapat dianggap sebagai langkah awal dalam rangkaian kegiatan pengujian aktivitas biologi tumbuhan yang dianggap atau diduga mempunyai pengaruh biologi pada suatu organisme. Untuk menarik komponen nonpolar dari suatu jaringan tumbuhan tertentu dibutuhkan pelarut nonpolar, seperti petroleum eter atau heksana, sedangkan untuk komponen yang lebih polar dibutuhkan pelarut yang lebih polar juga, seperti etanol atau metanol (Dadang dan Prijono, 2008).

Terdapat beberapa metode ekstraksi. Metode ekstraksi dipilih berdasarkan beberapa faktor seperti sifat dari bahan yang akan diekstrak, daya penyesuaian dengan tiap macam metode ekstraksi, dan kepentingan dalam

memperoleh ekstrak yang sempurna. Metode pembuatan ekstrak yang umum digunakan antara lain adalah maserasi, perkolasi, soxhletasi, partisi, dan ekstraksi ultrasonik. Ekstraksi dengan pelarut dapat dilakukan dengan cara dingin dan panas. Cara dingin yaitu metode maserasi dan perkolasi, sedangkan cara panas antara lain yaitu metode refluks, soxhlet, digesti, destilasi uap, dan infus (Kurnia, 2010).

Maserasi merupakan proses pengambilan komponen target yang dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia ke dalam pelarut yang sesuai dalam jangka waktu tertentu. Isi sel akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam sel dan di luar sel. Larutan dengan konsentrasi tinggi akan terdesak keluar dan diganti oleh pelarut dengan konsentrasi rendah (proses difusi). Peristiwa tersebut berulang sampai terjadi kesetimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel. Selama proses maserasi sesekali dilakukan pengadukan dan juga pergantian pelarut (Harborne, 1998). Residu yang diperoleh dipisahkan kemudian filtratnya diuapkan. Filtrat yang diperoleh dari proses tersebut diuapkan untuk menguapkan pelarut dengan alat penguap (*rotary evaporator*) hingga menghasilkan ekstrak pekat (Dadang dan Prijono, 2008).