

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun Pandan Wangi



Gambar 3. *Pandanus amaryllifolius* (R.) (Koleksi Pribadi, 2015).

Indonesia sebagai negara tropis memiliki beraneka tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia. Masyarakat Indonesia sejak jaman dahulu telah mengenal dan memanfaatkan tanaman yang mempunyai khasiat obat atau menyembuhkan penyakit. Tanaman tersebut dikenal dengan sebutan tanaman obat tradisional atau obat herbal. Salah satu tanaman tersebut adalah daun pandan wangi (Dalimartha, 2009).

2.1.1 Klasifikasi Daun Pandan Wangi

Klasifikasi Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) menurut Van Steenis (2008) adalah sebagai berikut:

Regnum	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Classis	: Monocotyledonae
Ordo	: Pandanales
Familia	: Pandanaceae
Genus	: Pandanus
Species	: <i>Pandanus amaryllifolius</i> , Roxb.

2.1.2 Morfologi Daun Pandan Wangi

Pandan wangi adalah jenis tanaman monokotil dari famili *Pandanaceae*. Daunnya merupakan komponen penting dalam tradisi masakan Indonesia dan negara-negara Asia Tenggara lainnya. Di beberapa daerah, tanaman ini dikenal dengan berbagai nama antara lain: Pandan Rampe, Pandan Wangi (Jawa); Seuke Bangu, Pandan Jau, Pandan Bebau, Pandan Rempai (Sumatera); Pondang, Pondan, Ponda, Pondago (Sulawesi); Kelamoni, Haomoni, Kekermioni, Ormon Foni, Pondak, Pondaki, Pudaka (Maluku); Pandan Arrum (Bali), Bonak (Nusa Tenggara). Pandanus umumnya merupakan pohon atau semak yang tegak, tinggi 3–7 meter, bercabang, kadang-kadang batang berduri, dengan akar tunjang sekitar pangkal batang. Daun umumnya besar, panjang 1–3 m, lebar 8–12cm; ujung daun segitiga lancip-lancip;

tepi daun dan ibu tulang daun bagian bawah berduri, tekstur daun berkilin, berwarna hijau muda–hijau tua. Buah letaknya terminal atau lateral, soliter atau berbentuk bulir atau malai yang besar (Rahayu SE dan S Handayani, 2008).

2.1.3 Penyebaran Daun Pandan Wangi

Tanaman pandan wangi dapat dengan mudah dijumpai di daerah tropis dan banyak ditanam di halaman, di kebun, di pekarangan rumah maupun tumbuh secara liar di tepi-tepi selokan yang teduh. Selain itu, tumbuhan ini dapat tumbuh liar ditepi sungai, rawa, dan tempat-tempat lain yang tanahnya agak lembab dan dapat tumbuh subur dari daerah pantai sampai di daerah dengan ketinggian 500 meter dpl (di bawah permukaan laut) (Dalimartha, 2009).

2.1.4 Kandungan Daun Pandan Wangi

Pandan wangi memiliki aroma yang khas pada daunnya. Komponen aroma dasar dari daun pandan wangi itu berasal dari senyawa kimia *2-acetyl-1-pyrroline (ACPY)* yang terdapat juga pada tanaman jasmin, hanya saja konsentrasi *ACPY* pada pandan wangi lebih tinggi dibandingkan dengan jasmin (Cheetangdee dan Sinee, 2006).

Pandan wangi memiliki senyawa metabolik sekunder yang merupakan suatu senyawa kimia pertahanan yang dihasilkan oleh tumbuhan di dalam jaringan tumbuhannya, senyawa tersebut

bersifat toksik dan berfungsi sebagai alat perlindungan diri dari gangguan pesaingnya (hama) (Mardalena, 2009).

Daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*, Roxb.) mengandung *alkaloida*, *saponin*, *flavonoida* (Dalimartha, 2009). *Alkaloid* pada serangga bertindak sebagai racun perut serta dapat bekerja sebagai penghambat enzim asetilkolinesterase sehingga mengganggu sistem kerja saraf pusat, dan dapat mendegradasi membran sel telur untuk masuk ke dalam sel dan merusak sel telur (Cania, 2013).

Selain itu, senyawa *flavonoid* juga memiliki sifat anti insektisida yaitu dengan menimbulkan kelayuan syaraf pada beberapa organ vital serangga yang dapat menyebabkan kematian, seperti pernapasan (Dinata, 2005). *Flavonoid* yang bercampur dengan *alkaloid*, *phenolic* dan *terpenoid* memiliki aktivitas hormon *juvenil* sehingga memiliki pengaruh pada perkembangan serangga (Elimam dkk., 2009).

Saponin juga merupakan *entomototoxicity* yang dapat menyebabkan kerusakan dan kematian telur, gangguan reproduksi pada serangga betina yang menyebabkan adanya gangguan fertilitas (Chaieb, 2010). Dalam beberapa penelitian dilaporkan bahwa *saponin* konsentrasi rendah dapat menyebabkan gangguan pengambilan makanan, penurunan pertumbuhan dan kematian sedangkan dalam konsentrasi tinggi akan bersifat toksik (Davidson, 2004). Selain itu,

saponin juga diketahui mempunyai efek anti jamur dan anti serangga (Ary dkk., 2009).

2.1.5 Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlukan sedemikian hingga memenuhi baku yang ditetapkan (Depkes RI, 2000).

Ekstraksi adalah proses pelarutan senyawa kimia yang terdapat dalam suatu sampel dengan menggunakan pelarut yang sesuai dengan komponen yang diinginkan. Pembuatan ekstrak melalui tahapan berikut :

a. Pembuatan serbuk simplisia

Simplisia dibentuk menjadi serbuk agar proses pembasahan dapat merata dan difusi zat aktif meningkat (Depkes RI, 2000).

b. Cairan pelarut

Pelarut digunakan untuk memisahkan zat aktif. Farmakope menyatakan etanol merupakan pelarut yang baik digunakan secara universal. Pelarut yang dipilih secara selektif tergantung pada zat aktif yang diharapkan (Depkes RI, 2000).

c. Pemisahan dan pemurnian

Merupakan pemisahan zat aktif yang diharapkan sehingga didapatkan ekstrak murni (Depkes RI, 2000).

d. Pengeringan ekstrak

Pengeringan ekstrak bertujuan untuk menghilangkan pelarut dari bahan sehingga menghasilkan massa kering keruh (Depkes RI, 2000).

e. Rendemen

Rendemen adalah perbandingan antara ekstrak yang diperoleh dengan simplisia awal (Depkes RI, 2000).

Metode ekstraksi secara maserasi merupakan metode pemisahan zat aktif secara pengadukan dan penyaringan yang digunakan untuk membuat ekstrak tumbuhan. Cairan pelarut yang masuk ke dalam sel akan menciptakan perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam dan di luar sel. Larutan konsentrasi rendah berada di dalam sel, sedangkan larutan konsentrasi tinggi terdesak keluar sel (Depkes RI, 2000).

2.2 *Aedes aegypti*

2.2.1 Klasifikasi *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan vektor primer penyakit virus, yaitu demam *dengue*, cikungunya, dan *yellow fever* (CDC, 2012). Nyamuk *Aedes aegypti* yang terinfeksi virus *dengue* akan menggigit manusia dan virus menyebar ke aliran darah serta menyebabkan *viremia*. *Viremia*

menyebabkan reaksi imun kompleks yang dapat memengaruhi kesehatan tubuh manusia berupa demam tinggi dan peningkatan permeabilitas kapiler darah. Peningkatan permeabilitas kapiler menyebabkan kebocoran cairan plasma pada pembuluh darah di seluruh tubuh sehingga menyebabkan syok hipovolemik (*dengue shock syndrome*) yang dapat menyebabkan kematian (Suhendro dkk., 2009).

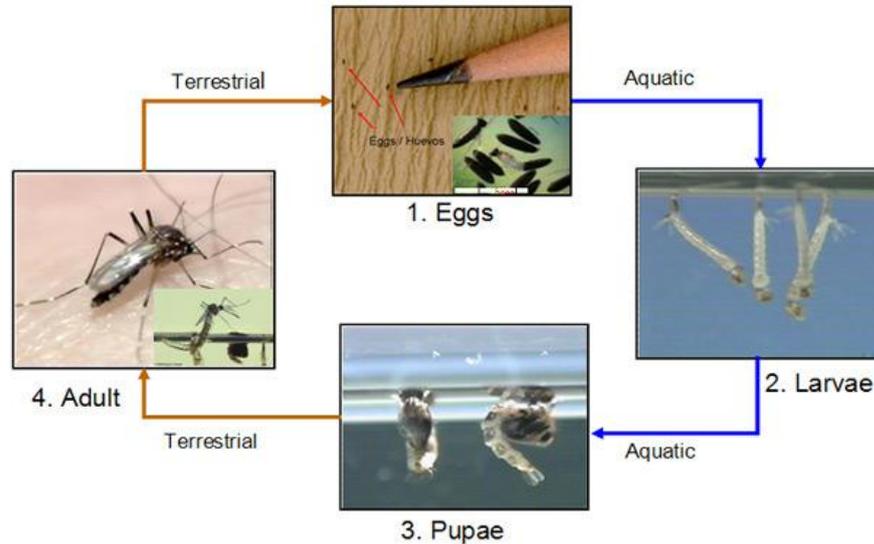
Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* menurut Universal Taxonomic Service (2012) sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Bangsa : Diptera
Suku : Culicidae
Genus : Aedes
Jenis : *Aedes aegypti*, Linn.

2.2.2 Siklus Hidup *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami beberapa stadium pertumbuhan, yakni stadium telur (menetas 1-2 hari setelah perendaman air) kemudian berubah menjadi stadium larva. Terdapat beberapa tahapan dalam perkembangan larva yang disebut instar. Perkembangan larva dari instar 1-4 memerlukan waktu sekitar 5 hari. Selanjutnya, larva

akan berubah menjadi pupa selama \pm 2 hari sebelum akhirnya menjadi nyamuk dewasa (Depkes RI, 2007).



Gambar 4. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2012).

Nyamuk betina meletakkan telur-telurnya di batas atas permukaan air dalam keadaan menempel pada dinding tempat perindukannya. Seekor nyamuk betina dapat meletakkan rata-rata sebanyak 100 butir telur setiap kali bertelur. Telur-telur *Aedes aegypti* diletakkan satu persatu terpisah, biasanya pada lubang pohon dan benda-benda yang dapat menampung air (Ridad dkk., 1999).

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 dkk., 1999). 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. 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 dkk., 1999).

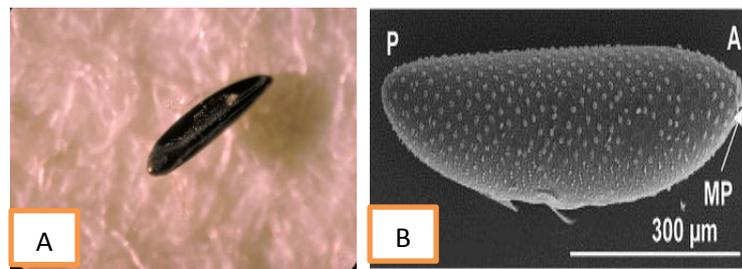
2.2.3 Morfologi *Aedes aegypti*

2.2.3.1 Telur *Aedes aegypti*

Telur nyamuk *Aedes aegypti* berbentuk elips atau oval memanjang, berwarna hitam, berukuran 0,5–0,8 mm, dan tidak memiliki alat pelampung. Nyamuk *Aedes aegypti* meletakkan telur-telurnya satu per satu pada permukaan air, biasanya pada tepi air di tempat-tempat penampungan air bersih dan sedikit di atas permukaan air. Nyamuk *Aedes aegypti* betina dapat menghasilkan hingga 100 telur apabila telah menghisap darah manusia. Telur pada tempat kering (tanpa air) dapat bertahan sampai 6 bulan. Telur-telur ini kemudian akan menetas menjadi jentik setelah sekitar 1-2 hari terendam air (Herms, 2006).

Telur dari nyamuk *Aedes aegypti* pada saat pertama kali diletakkan berwarna putih, kemudian berubah menjadi

gelap sampai hitam dalam waktu 12-24 jam. Perubahan warna pada telur terjadi karena adanya lapisan endokorion yang merupakan lapisan pelindung telur (Junsuo dan Jianyong, 2006).



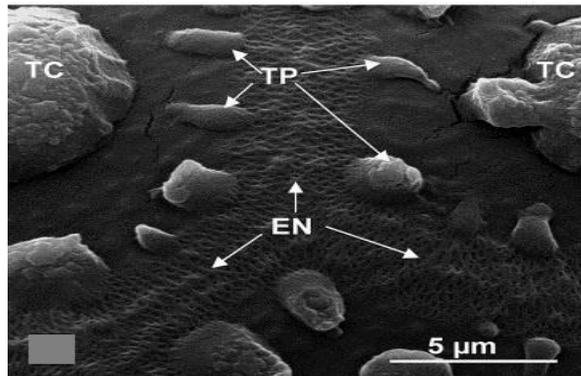
Gambar 5. A. Telur *Aedes aegypti* (Center for Disease Control, 2012). B. Morfologi *Aedes aegypti* (Suman dkk., 2011).

Telur *Aedes aegypti* berwarna hitam, berukuran ± 300 mikron, berbentuk elips menyerupai torpedo dengan titik-titik poligonal pada seluruh dinding selnya (Suman dkk., 2011). Telur *Aedes aegypti* diperkirakan memiliki berat 0,0010 - 0,015 mg (Astuti dkk., 2004), serta tidak memiliki pelampung. Pada permukaan luar dinding sel tersebar suatu struktur sel yang disebut sel luar korion (Suman dkk, 2011).

Korion telur nyamuk *Aedes aegypti* adalah struktur protein padat, namun rentan terhadap pengeringan, tidak resistan terhadap deterjen atau zat pereduksi. Misalnya, ketika telur dipindahkan ke lingkungan yang sangat kering kemudian segera setelah oviposisi, telur akan cepat terdehidrasi. Pada dasarnya semua protein korion akan terlarut ketika telur

matang diletakkan dalam larutan yang mengandung agen pereduksi kuat. Namun, dalam lingkungan yang lembab, korion akan menjadi sangat tahan terhadap kekeringan dalam waktu 2 jam setelah oviposisi, proses ini disebut pengerasan korion. Protein merupakan komponen utama dalam korion dan menjadi tidak larut setelah proses pengerasan korion. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh modifikasi struktural protein korion bersifat tidak larut (Junsuo dan Jianyong, 2006).

Studi ultrastruktur mengungkapkan bahwa ada dua lapisan dalam korion nyamuk *Aedes aegypti*, yaitu endokorion dan eksokorion. Endokorion adalah lapisan elektron padat homogen dan eksokorion terdiri dari lapisan pipih dengan turbekel menonjol (Junsuo dan Jianyong, 2006). Dalam waktu 1-2 jam setelah peletakan telur, lapisan endokorion akan berubah dari lunak menjadi keras dan gelap serta kadang menjadi tidak permeabilitas. Telur dari nyamuk *Aedes aegypti* pada saat pertama kali diletakkan berwarna putih, kemudian berubah menjadi gelap sampai hitam dalam waktu 12-24 jam. Perubahan warna pada telur terjadi karena adanya lapisan endokorion yang merupakan lapisan pelindung telur (Junsuo dan Jianyong, 2006).



Gambar 6. Struktur Eksokorion Telur *Aedes aegypti*. TC (*Tubercle Central*; Tuberkel Sentral), TP (*Tubercle Preripher*; Tuberkel Perifer); EN (*Exochorion Network*; Jaringan Eksokorion) (Suman dkk., 2011).

Tuberkel pada lapisan eksokorion terdiri dari tubercle sentral dan tuberkel perifer. Tuberkel sentral dikelilingi oleh tuberkel perifer yang membentuk bidang heksagonal yang dihubungkan oleh jaringan eksokorion yang berfungsi sebagai saluran udara (Suman dkk., 2011).

2.2.3.2 Larva *Aedes aegypti*

Tubuh larva memanjang tanpa kaki dengan bulu-bulu sederhana yang tersusun bilateral simetris. Dalam pertumbuhan dan perkembangannya, larva mengalami 4 kali pergantian kulit (ecdysis), dan larva yang terbentuk berturut-turut disebut larva instar I, II, III, IV (Soegijanto, 2006). Larva sering berada di dasar kontainer dengan posisi istirahat pada permukaan air membentuk sudut 45°, dengan posisi kepala berada di bawah, pada stadium ini larva

bergerak cepat sekali dan berlangsung 4–8 hari, selanjutnya larva akan menjadi pupa (Hasan, 2006).



Gambar 7. *Larva Aedes aegypti* (Centers for Disease Control, 2002).

2.2.3.3 Pupa *Aedes aegypti*

Pupa berbentuk koma, gerakan lambat, dan berada di permukaan air. Pada pupa terdapat kantong udara yang terletak diantara bakal sayap nyamuk dewasa dan sepasang sayap pengayuh yang saling menutupi sehingga memungkinkan pupa untuk menyelam cepat dan mengadakan serangkaian jungkiran 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 *thorax* (Aradilla, 2009).



Gambar 8. Pupa *Aedes Aegypti* (Centers for Disease Control, 2002).

2.2.3.4 Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* dikenal dengan sebutan *black white mosquito* atau *tiger mosquito* karena tubuhnya memiliki ciri yang khas, yaitu adanya garis-garis dan bercak-bercak putih keperakan di atas dasar warna hitam. Ciri khas utamanya adalah 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).

Pada nyamuk betina, proboscis digunakan sebagai alat untuk menghisap bahan-bahan cair seperti cairan tumbuhan dan buah. Antena pada nyamuk jantan berambut lebat (*plumose*) dan pada nyamuk betina jarang (*pilose*). Sayap nyamuk panjang dan langsing, mempunyai vena yang permukaannya ditumbuhi sisik-sisik sayap (*wing scales*) yang letaknya mengikuti vena. Nyamuk mempunyai 3 pasang kaki yang melekat pada *thorax* dan tiap

kaki terdiri atas 1 ruas femur, 1 ruas tibia, dan 5 ruas tarsus (Hoedojo, 2004).



Gambar 9. Nyamuk *Aedes aegypti* (© Landcare Research, 2013).

2.2.4 Pengendalian Vektor

Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilakukan dengan cara perlindungan perseorangan dengan memasang kawat kasa di lubang angin, tidur dengan kelambu, penggunaan *repellent* pada kulit saat berkegiatan. Mencegah nyamuk meletakkan telurnya membuang dan mengubur benda-benda di pekarangan yang dapat menampung air hujan seperti kaleng. Selain itu, pemberian larvisida, melakukan *fogging* dan pendidikan kesehatan masyarakat (Natadisastra dan Agoes, 2009).

Melakukan *fogging* dengan malation setidaknya 2 kali dengan jarak waktu 10 hari di daerah yang terkena wabah di daerah endemi DHF. Pendidikan kesehatan masyarakat melalui ceramah agar masyarakat dapat memelihara kebersihan lingkungan dan turut

secara perseorangan memusnahkan tempat-tempat perindukan *Aedes aegypti* di sekitar rumah (Sutanto dkk., 2009).

Tujuan utama pengendalian vektor adalah upaya untuk menurunkan kepadatan dari populasi vektor tersebut, sehingga kemampuannya sebagai vektor dapat menurun. Menurut Safar (2010), dalam pengendalian vektor dapat dibagi menjadi pengendalian secara alami dan pengendalian secara buatan.

2.2.4.1 Pengendalian Secara Alami

Pengendalian alami ini diantaranya adalah faktor ekologi yang berpengaruh terhadap perkembangan vektor, seperti lautan, gunung, danau, sungai yang dapat menghalangi penyebaran vektor. Perubahan musim yang merupakan suatu ancaman bagi vektor, serta adanya hewan lain sebagai pemangsa vektor.

2.2.4.2 Pengendalian Secara Buatan

A. Pengendalian Lingkungan

Pengendalian dilakukan dengan cara mengelola lingkungan, yaitu dengan memodifikasi atau memanipulasi lingkungan.

1). Modifikasi Lingkungan

Cara ini paling aman dilakukan karena tidak mencemari lingkungan, tetapi harus dilakukan secara terus-menerus.

Contoh: pengaliran air yang menggenang sehingga menjadi kering.

2). Manipulasi Lingkungan

Cara ini berkaitan dengan pembersihan atau pemeliharaan sarana fisik yang telah ada supaya tidak terbentuk tempat perindukan atau tempat istirahat serangga.

2.2.4.3 Pengendalian Kimiawi

Cara kimiawi dilakukan dengan senyawa atau bahan kimia untuk membunuh telur nyamuk (ovisida), jentiknya (larvisida), dan mengusir atau menghalau nyamuk (*repellent*) supaya nyamuk tidak menggigit. Ada berbagai senyawa kimia yang dapat digunakan.

1). Senyawa Kimia Nabati

Insektisida nabati adalah pestisida berbahan aktif tumbuh-tumbuhan yang bersifat racun bagi organisme pengganggu serta mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung berbagai senyawa bioaktif (*alkaloid, terpenoid, flavonoid, saponin, dan fenolik*). Insektisida nabati memiliki keunggulan yaitu hanya meninggalkan sedikit residu pada komponen lingkungan sehingga lebih aman daripada insektisida sintetis/kimia,

dan cepat terurai di alam sehingga tidak menimbulkan resistensi pada sasaran (Naria, 2005).

2). Senyawa kimia non-nabati

Senyawa kimia non-nabati berupa derivat-derivat minyak bumi seperti minyak tanah dan pelumas yang mempunyai daya insektisida. Caranya minyak dituang di atas permukaan air dan terbentuk suatu lapisan tipis yang menghambat pernapasan larva nyamuk (Wahyuni, 2005).

3). Senyawa kimia sintetis

Senyawa kimia sintetis bersumber dari bahan dasar minyak bumi yang diubah strukturnya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu, diantaranya golongan *organo chlorine*, golongan *organo phospate*, dan golongan *carbonate*.

Pengendalian ini dilakukan dengan menggunakan insektisida. Insektisida yang baik mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat serta tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan ternak. Selain itu, kriteria yang lain adalah murah harganya dan mudah di dapat dalam jumlah besar. Insektisida yang mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar, mudah dipergunakan dan dapat dicampur

dengan berbagai macam bahan pelarut, tidak berwarna dan tidak berbau (Hoedjojo, 2008).

2.2.2.4 Pengendalian Mekanik

Cara ini dapat menggunakan alat yang dapat membunuh, menangkap, menghalau, menyisir, dan mengeluarkan vektor dari jaringan tubuh. Contohnya dengan menggunakan baju pelindung dan pemasangan kawat kasa pada jendela rumah (Hasan, 2006).

2.2.2.5 Pengendalian Fisik

Pengendalian ini dengan penggunaan alat fisika untuk pemanasan, pembekuan, dan penggunaan alat listrik untuk pengadaaan angin, penyinaran cahaya yang dapat membunuh atau mengganggu kehidupan vektor tersebut (Safar, 2010).

2.2.2.6 Pengendalian Biologik

Pengendalian ini dapat dilakukan dengan memperbanyak pemangsa atau musuh alami dari vektor atau hospes perantara (Depkes, 2007).

2.3 Ovisida

Ovisida berasal dari kata latin *ovum* yang berarti telur dan *cide* yang bermakna pembunuh. Ovisida merupakan suatu insektisida yang mekanisme kerjanya membunuh atau menghambat perkembangbiakan telur (Hoedjojo, 2004). Ovisida yang baik menurut WHO adalah yang tidak menimbulkan perubahan pada pH dan warna pada media air, serta kandungan zat yang tidak membahayakan (WHO, 2005). Ovisida botani adalah insektisida yang bahan

aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti akar, daun, batang atau buah. Bahan-bahan ini diolah menjadi berbagai bentuk, antara lain bahan mentah berbentuk tepung, ekstrak atau resin yang merupakan hasil pengambilan cairan metabolit sekunder dari bagian tumbuhan atau bagian tumbuhan dibakar untuk diambil abunya dan digunakan sebagai ovisida (Novizan, 2002).

2.3.1 Mekanisme Kerja Ovisida

Proses penghambatan daya tetas telur *Aedes aegypti* diduga terjadi karena masuknya zat aktif insektisida ke dalam telur melalui titik-titik poligonal pada permukaan telur. Masuknya zat aktif insektisida disebabkan karena potensial insektisida dalam air yang berada di lingkungan luar telur lebih tinggi (hipertonis) daripada 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 (Astuti dkk., 2004).

Pengaruh yang dapat ditimbulkan akibat masuknya insektisida ke dalam telur adalah rusaknya membran telur yang menyebabkan masuknya senyawa aktif lain ke dalam telur sehingga terjadi gangguan perkembangan pada telur *Aedes aegypti* yang berujung pada kegagalan telur menetas menjadi larva (Chaieb, 2010).

2.3.2 Daun Pandan Wangi dan Ovisida Botani

Uji toksisitas dari berbagai jenis tanaman terhadap telur dan larva nyamuk telah banyak dilakukan, seperti menurut penelitian Mardalena (2009) tanaman Nimba, penelitian Al-Habibi (2013) tanaman Legundi, dan penelitian Diah (2014) buah Mahkota Dewa Merah, dimana ketiga tanaman ini mengandung senyawa aktif seperti *saponin*, *flavonoid*, dan *alkaloid* serta terbukti efektif sebagai ovisida telur *Aedes aegypti* dengan konsentrasi optimum 1%. Selain itu, Kamandrah dan Jarak Pagar yang mampu menurunkan jumlah peletakan telur dan menghambat penetasan telur *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*.

Daun pandan wangi yang sudah diekstrak memiliki kandungan zat *saponin* yang bersifat menghambat hormon pertumbuhan *Aedes aegypti* sehingga menyebabkan waktu perkembangan yang abnormal dan juga sifat *saponin* sebagai *entomotoxicity* dapat menyebabkan gangguan pada sistem reproduksi dan kerusakan membran telur (Chaieb, 2010). Selain itu, pengaruh terhadap kemampuan menetas telur diduga terjadi karena kandungan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik berperan sebagai *ecdysion blocker* atau zat yang dapat menghambat kerja hormon *ecdysion* (hormon yang berfungsi dalam metabolisme serangga), sehingga proses perubahan telur menjadi larva akan terganggu (Kardinan, 2004).