

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Demam Berdarah Dengue (DBD)

2.1.1 Definisi Demam Berdarah Dengue (DBD)

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular dari orang ke orang yang disebabkan oleh virus Dengue, famili Flaviviridae, dengan genusnya adalah Flavivirus dan dapat ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Yang ditandai dengan demam mendadak 2-7 hari tanpa penyebab yang jelas, lemah atau lesu, nyeri ulu hati, disertai dengan tanda – tanda pendarahan di kulit berupa bintik (*petechiae*), lebam (*aechymosis*), dan ruam (*purpura*) (Suyanto, dkk, 2011).

2.1.2 Epidemiologi dengue dan penularan dengue (DBD)

Nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai persebaran dengue yang sangat luas hampir semua mencakup daerah yang tropis maupun subtropis diseluruh dunia (Silalahi, 2014). Virus dengue mempunyai empat serotipe yang dikenal dengan DEN-1, DEN-2, DEN-3 dan DEN-4. Selama ini secara klinik mempunyai tingkatan manifestasi yang berbeda, tergantung dari serotipe virus dengue. Data dari seluruh dunia menunjukkan Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya (Kemenkes, 2010). WHO (*World Health Organization*) mencatat negara Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2009 (WHO, 2009).

WHO memperkirakan insiden DBD telah meningkat dengan berbagai faktor. Pemanasan global (*Global warming*) yang dimana “*biting rate*” adalah perilaku mengigit nyamuk meningkat maka terjadi perluasan dan eksalasi atau kenaikan kasus DBD. Pemanasan global dan perubahan lingkungan merupakan penyebab meluasnya kasus – kasus DBD di belahan dunia (Achmadi, 2008).

2.1.3 Gambaran klinis Demam Berdarah Dengue (DBD)

Tanda atau gejala DBD yang muncul seperti bintik – bintik merah pada kulit. Selain itu suhu badan lebih dari 38°C, demam tinggi yang mendadak terus menerus selama 2-7 hari kemudian turun secara cepat, badan terasa lemah, ujung tangan dan kaki dingin berkeringat, nyeri ulu hati, lesu, gelisah, dan muntah. Dapat pula disertai dengan pendarahan seperti mimisan dan buang air besar bercampur darah (Depkes RI, 2012). Pemeriksaan laboratoris yang biasanya dilakukan yaitu : trombositopenia atau penurunan jumlah trombosit (kurang dari 100.000/ul). Pemeriksaan trombosit diulang sampai terbukti jumlah trombosit dalam batas normal atau menurun. Peningkatan kadar hematokrit lebih dari 20%, mencerminkan peningkatan permeabilitas kapiler dan perembesan plasma darah (Yusriana, 2010).

2.1.4 Mekanisme penularan Demam Berdarah Dengue (DBD)

Aedes aegypti memiliki sifat menyukai air bersih sebagai tempat peletakan telur dan tempat perkembangbiakannya. Beberapa faktor yang mempengaruhi nyamuk memilih tempat untuk bertelur adalah temperatur, pH, serta kelembapan, dan biasanya tidak terpapar matahari secara langsung (Olayemi, dkk, 2011). Nyamuk *Aedes aegypti* dapat membawa virus dengue setelah menghisap darah orang yang terinfeksi virus tersebut dan dapat mentransmisikan

virus dengue tersebut ke manusia sehat yang digigitnya, sesudah masa inkubasi virus didalam nyamuk selama 8-10 hari (Kemenkes, 2012).

2.1.5 Pencegahan Demam Berdarah Dengue (DBD)

Belum ditemukannya obat dan vaksin menjadikan upaya pengendalian utama. Demam Berdarah Dengue (DBD) lebih memfokuskan pada pengendalian vektor penyakit tersebut yaitu nyamuk *Aedes aegypti*. Dalam upaya mengendalikan populasi nyamuk vektor DBD, pemerintah dan masyarakat pada umumnya memilih penggunaan insektisida (Kemenkes, 2010).

Menurut Suyanto, dkk (2011) cara pemberantasan vektor adalah sebagai berikut :

- a. Kimia, yaitu menggunakan larvasida, misalnya menggunakan bubuk abate. Dosis yang digunakan 1 ppm atau 1 gram untuk 10 liter air dan mempunyai efek residu sampai 3 bulan.
- b. Biologis, yaitu dengan memelihara ikan sebagai predator jentik nyamuk *Aedes aegypti*. Salah satunya adalah ikan kepala timah atau ikan gupi.
- c. Fisik, cara ini dikenal dengan 3M (Menguras, Mengubur, Menutup) yaitu menguras bak mandi secara teratur 1 minggu sekali, menutup tempat penampungan air rumah tangga (tempayan, drum, ember, dll), serta mengubur barang – barang bekas yang dapat menampung air hujan.

2.2 Tinjauan Tentang Nyamuk *Aedes aegypti*.

2.2.1 Definisi nyamuk *Aedes aegypti*.

Aedes aegypti adalah jenis nyamuk penyebab penyakit DBD sebagai pembawa utama (*primary vektor*) virus dengue (WHO, 2009). Nyamuk *Aedes aegypti* termasuk nyamuk yang aktif pada siang hari dan biasanya akan berbiak dan meletakkan telurnya pada tempat – tempat penampungan air bersih (Sembel, 2009). Secara teoritis juga menyebutkan bahwa nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak pada air bersih yang tidak bersentuhan langsung dengan air tanah (Baharudin, 2015).

2.2.2 Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti*.

Menurut *Universal Taxonomic Services* (2012) klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Diptera
 Family : Culicidae
 Genus : *Aedes*
 Spesies : *Aedes aegypti*

2.2.3 Morfologi nyamuk *Aedes aegypti*.

1) Telur *Aedes aegypti*.

Telur *Aedes aegypti* berbentuk lonjong atau elips berwarna hitam, berukuran kecil yaitu 0,8 mm (dengan panjang sekitar 6,6 mm dan berat 0,0113 mg), mempunyai torpedo, dan ujung telurnya meruncing. Di bawah mikroskop, pada dinding luar (*exochorion*) telur nyamuk *Aedes aegypti*, tampak adanya garis-garis membentuk gambaran seperti sarang lebah seperti pada gambar 2.1 (Setyowati, 2013). Pada umumnya, nyamuk *Aedes aegypti* akan meletakkan

telurnya pada suhu sekitar 20°C sampai 30°C. Pada suhu 30°C telur akan menetas setelah 1 sampai 3 hari dan pada suhu 16°C akan menetas dalam waktu 7 hari. Telur nyamuk *Aedes aegypti* sangat tahan terhadap kekeringan sehingga telur tersebut dapat bertahan selama beberapa hari sampai bulan (Sudarmaja dan Mardihusodo, 2009).

Nyamuk betina *Aedes aegypti* setiap kali bertelur dapat mengeluarkan kurang lebih 100 butir. Ketika pertama kali dikeluarkan oleh induk nyamuk, telur *Aedes aegypti* sering diletakkan satu per satu, berwarna putih dan juga lunak. Kemudian telur tersebut menjadi warna hitam dan keras dalam waktu 30 menit. Induk nyamuk biasanya meletakkan telurnya pada dinding tempat penampungan air (WHO, 2009). Telurnya dapat menetas dalam waktu 1-2 hari kemudian akan berubah jentik (Susanti dan Suharyo, 2017).



Gambar 2.1 Morfologi telur *Aedes aegypti* (CDC, 2011)

2) Larva *Aedes aegypti*

Telur menetas menjadi larva atau sering juga disebut jentik. Larva *Aedes aegypti* mempunyai ciri khusus yaitu sifon yang pendek, besar, dan berwarna hitam, rumpun bulunya banyak, pada fase larva belum bisa dibedakan antara jantan dan betina, seperti pada gambar 2.2 (Chandra, 2010). Perkembangan larva

terutama dipengaruhi oleh suhu dan makanan. Pada keadaan yang optimal yaitu cukup makanan dan suhu air 25-27°C (Rosmayanti, 2014).

Karakteristik larva *Aedes aegypti* yaitu biasa bergerak aktif dan lincah didalam air bersih dari bawah ke permukaan untuk mengambil udara nafas atau oksigen lalu kembali lagi kebawah, posisinya membentuk 45 derajat, jika istirahat jentik terlihat agak tegak lurus dengan permukaan air (WHO, 2009). Ada 4 tahap perkembangan larva (yang dikenal sebagai instar). Perkembangan instar I ke instar 4 membutuhkan waktu kira – kira selama 5 hari (WHO, 2009).

Menurut Setyowati (2013), larva akan tumbuh menjadi larva instar I, II, III, dan IV secara berturut-turut :

- a. Larva instar I memiliki tubuh yang sangat kecil dengan panjang 1-2 mm, transparan, duri-duri pada dada belum begitu jelas dan siphon belum menghitam.
- b. Larva instar II, tubuhnya lebih besar dengan panjang 2,5 - 3,9 mm, duri pada dada belum begitu jelas, dan sifon telah menghitam.
- c. Larva instar III, duri-duri dada mulai jelas dan corong pernapasan bewarna coklat kehitaman dengan panjang 4-5 mm.
- d. Larva instar IV dengan panjang 5-7 mm, tubuhnya telah lengkap yang terdiri dari kepala, dada, dan perut. Pada bagian kepala terdapat antena dan mata sedangkan pada bagian perut terdapat rambut – rambut lateral, pada segmen kedelapan pada bagian perut terdapat sifon dan insang.



Gambar 2.2 Morfologi larva *Aedes aegypti* (Alfarisi, 2011)

3) Pupa *Aedes aegypti*

Pupa berbentuk agak pendek, merupakan tahapan yang tidak memerlukan makanan tetapi tetap aktif bergerak dalam air terutama bila terganggu. Pupa akan berenang naik turun dari bagian dasar ke permukaan air. Dalam waktu dua atau tiga hari perkembangan pupa sudah sempurna, maka kulit pupa pecah dan nyamuk dewasa muda segera keluar dan terbang (Sembel, 2009). Pupa bernapas dengan menggunakan tabung - tabung pernapasan yang terdapat pada bagian ujung kepala seperti gambar 2.3. Suhu untuk perkembangan pupa yang optimal adalah 27°C-32°C (Achmadi, 2011).



Gambar 2.3 Morfologi pupa *Aedes aegypti* (Alfarisi, 2011)

4) Nyamuk dewasa *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa yang baru keluar dari pupa berhenti sejenak di atas permukaan air untuk mengeringkan tubuhnya terutama sayap-sayapnya dan sesudah mampu mengembangkan sayapnya nyamuk dewasa terbang mencari makan (Sembel, 2009). Nyamuk *Aedes aegypti* bertubuh kecil daripada nyamuk *Culex*, hidup di dalam dan di luar rumah, pada saat hinggap posisi kepala dan abdomen tidak dalam satu sumbu, hinggap pada tempat gelap, menyukai air bersih (Suyanto, dkk, 2011).

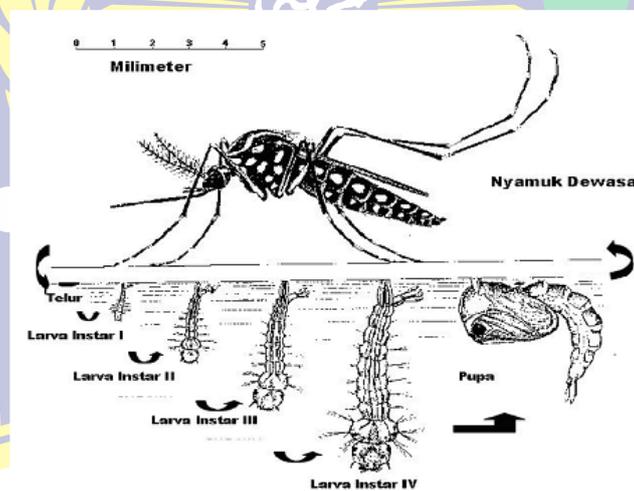
Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa mempunyai ukuran yang sedang dengan warna tubuh hitam kecoklatan dengan bercak putih keperakan di badan dan di kaki. Pada bagian punggung tubuh tampak ada dua garis yang melengkung vertikal yaitu bagian kiri dan bagian kanan yang menjadi ciri-ciri dari spesies tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4 (Silalahi, 2014). Nyamuk jantan biasanya tidak pergi jauh dari tempat perindukan, menunggu nyamuk betina untuk berkopulasi. Nyamuk betina kemudian menghisap darah yang diperlukannya untuk pembentukan telur (Sutanto, 2008).



Gambar 2.4 Morfologi nyamuk dewasa *Aedes aegypti* (Alfarisi, 2011)

2.2.4 Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* seperti nyamuk lainnya mengalami metamorfosis sempurna atau lengkap yaitu telur – larva (jentik, memiliki beberapa instar) – pupa (kepompong) – nyamuk dewasa (Sembel, 2009). Tempat untuk berkembang biak nyamuk *Aedes aegypti* adalah tempat-tempat penampungan air di dalam atau di sekitar rumah, atau dapat berupa genangan air yang tertampung di suatu tempat atau bejana yang tidak berhubungan langsung dengan tanah. Stadium telur, jentik dan pupa atau kepompong hidup di dalam air. Pada umumnya telur akan menetas setelah 2 hari terendam air, stadium jentik berlangsung 6-8 hari, stadium pupa atau kepompong berlangsung antara 2-4 hari. Pertumbuhan dari telur menjadi nyamuk dewasa mencapai 9-10 hari. Stadium nyamuk hidup didalam dan diluar rumah seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.5 (Suyanto, dkk, 2011).



Gambar 2.5 Siklus hidup *Aedes aegypti* (CDC, 2011)

2.2.5 Habitat nyamuk *Aedes aegypti*

Tempat perindukan *Aedes aegypti* berupa tempat perindukan buatan manusia, biasanya tidak melebihi jarak 500 meter dari rumah (Natadisastra dan

Agoes, 2009). Menurut Suyanto, dkk (2011) jenis – jenis tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Tempat penampungan air untuk keperluan sehari – hari, seperti drum, tempayan, bak mandi atau WC, ember, dll.
- b. Tempat penampungan air bukan keperluan sehari – hari, seperti tempat minum burung, vas bunga.

2.3 Insektisida

2.3.1 Definisi insektisida

Insektisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan serangga hama. Insektisida dapat memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, sistem hormon, sistem pencernaan, serta aktivitas biologis lainnya hingga berujung pada kematian serangga pengganggu tanaman (Trisyono, 2006). Sifat – sifat insektisida yang baik perlu memenuhi sifat ideal.

Sifat ideal yang dimaksud adalah memiliki daya bunuh besar dan cepat, tidak berbahaya bagi manusia maupun ternak, hanya membunuh serangga sasarannya saja, harga murah dan mudah didapat, susunan kimia stabil, tidak mudah terbakar, mudah digunakan, dapat dicampur dengan berbagai pelarut, tidak berbau dan tidak berwarna, ramah lingkungan, dan tidak menimbulkan polusi (Natadisastra dan Agoes, 2009). Menurut Natadisastra dan Agoes (2009) cara masuknya ke dalam badan serangga, insektisida dibagi dalam :

- a. Racun Kontak (*Contact Poisons*).

Insektisida masuk dan terserap melalui dinding atau eksoskelet (kulit tubuh serangga).

b. Racun Perut (*Stomach Poisons*).

Insektisida masuk kedalam badan serangga melalui mulut atau termakan. Biasanya serangga yang diberantas dengan insektisida ini bentuk mulutnya untuk mengigit, lekat isap, kerat isap, dan bentuk mengisapnya.

c. Racun Pernafasan (*Fumigans*).

Insektisida masuk melalui sistem pernafasan (spirakel atau stigma) dan melalui permukaan badan serangga.

2.3.2 Jenis insektisida

Menurut Sutanto, dkk (2013) bentuk insektisida dapat dibedakan menjadi :

1. Bahan padat :

- a. Serbuk (*dust*), berukuran 35-200 mikron dan tembus 20 *mesh screen*
- b. Granula (*granules*) berukuran sebesar butir pasir dan tidak tembus 20 *mesh screen*.
- c. *pellets*, berukuran $\pm 1 \text{ cm}^3$.

2. Larutan :

- a. Aerosol dan *fog*, berukuran 0,1 – 50 mikron.
- b. Kabut (*mist*), berukuran 50 – 100 mikron.
- c. Semprotan (*spray*), berukuran 100 – 500 mikron.

3. Gas :

- a. Asap (*fumes* dan *smokes*), berukuran 0,001 – 0,1 mikron.
- b. Uap (*wapours*), berukuran kurang dari 0,001 mikron.

2.4 Tinjauan Tentang Kelor (*Moringa oleifera*)

2.4.1 Sejarah kelor (*Moringa oleifera*)

Moringa oleifera Lam (sinonim: *Moringa pterygosperma* Gaertner) atau yang sering dikenal dengan nama kelor adalah spesies yang paling terkenal dari 13 spesies genus Moringaceae. Diduga kelor (*Moringa oleifera*) berasal dari daerah Agra dan Oudh, terletak di barat laut India, wilayah pegunungan Himalaya bagian selatan. Nama “*Shigon*” untuk kelor telah disebutkan dalam kitab “*Shushruta Sanhita*” yang ditulis pada awal abad pertama Masehi (Krisnadi, 2015).



Gambar 2.6 Tumbuhan kelor (*Moringa oleifera*) (Krisnadi, 2015)

2.4.2 Klasifikasi kelor (*Moringa oleifera*)

Menurut Tilong (2012) klasifikasi tanaman kelor tersusun dalam sistematika sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua atau dikotil)
Sub Kelas	: Dilleniidae
Ordo	: Capparales
Famili	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Spesies	: <i>Moringa oleifera</i> Lam.

2.4.3 Penyebaran kelor (*Moringa oleifera*)

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) dikenal dengan nama yang berbeda disetiap daerah di Indonesia. Masyarakat Sulawesi menyebutnya Kero, Wori, Kelo, atau Keloro. Orang-orang Madura menyebutnya Maronggih. Di Sunda dan Melayu disebut Kelor. Di Aceh disebut Murong. Di Ternate dikenal sebagai Kelo. Di Sumbawa disebut Kawona. Sedangkan orang-orang Minang mengenalnya dengan nama Munggai (Krisnadi, 2015). Saat ini kelor dikenal di 82 negara dengan 210 nama yang berbeda, diantaranya *Moringa*, *Horseradish tree*, *Drumstick* (Inggris), *Sajina* (Bangladesh), *mrum* (Cambodia), *Ben ailé* (Perancis), *Dandalonbin* (Myanmar), *Malunggay* (Philippines), dan *makhonkom* (Thailand) (Mardiana, 2013).

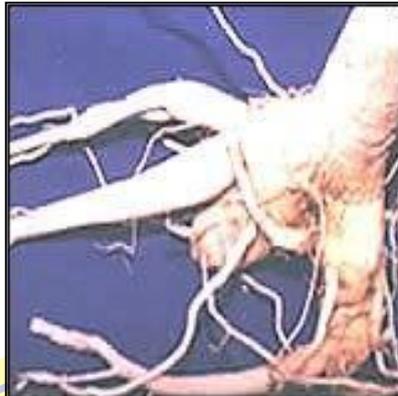
Kelor (*Moringa oleifera*) mulai dibudidayakan untuk diambil polong yang dapat dimakan, daun, bunga, akar dan bijinya untuk dibuat minyak, dan digunakan secara luas dalam pengobatan tradisional di seluruh negara dimana tanaman ini tumbuh dengan baik (Krisnadi, 2015).

2.4.4 Morfologi tanaman kelor (*Moringa oleifera*)

1) Akar (*Radix*)

Akar tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan akar tunggang lebar tidak terbentuk pada pohon yang diperbanyak dengan stek, berwarna putih, membesar seperti lobak, serabut tebal, dan memiliki bau tajam yang khas. Kulit akar berasa pedas dan berbau tajam, bagian dalam berwarna kuning pucat, bergaris halus, tapi terang dan melintang (Gambar 2.7). Tidak keras, bentuk tidak beraturan, permukaan luar kulit agak licin, permukaan dalamnya agak berserabut, bagian kayu warna coklat muda atau krem. Mempunyai akar yang kuat, akar

berasal dari biji, akan mengembang menjadi bonggol, membengkak. Pohon tumbuh dari biji akan memiliki perakaran yang dalam (Krisnadi, 2015).



Gambar 2.7 Akar kelor (*Moringa oleifera*) (Krisnadi,2015)

2) Batang (*Caulis*)

Kelor (*Moringa oleifera*) termasuk dalam jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki ketinggian batang 7 - 12 meter. Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tumbuhan yang termasuk jenis batang berkayu, sehingga batangnya keras dan kuat. Berbentuk bulat (*teres*) dan permukaannya kasar (Gambar 2.8). Arah tumbuhnya lurus ke atas atau tegak lurus (*erectus*) (Krisnadi, 2015). Batang berkayu getas atau mudah patah merupakan jenis kayu lunak dan memiliki kualitas kayu rendah (Isnain dan Nurhaedah, 2017).



Gambar 2.8 Batang kelor (*Moringa oleifera*) (Krisnadi, 2015)

3) Daun (*Folium*)

Daun tersusun berseling (*alternate*), majemuk, beranak daun gasal (*imparipinnatus*) rangkap tiga tidak sempurna, helai daun saat muda berwarna hijau muda - setelah dewasa hijau tua (daun muda teksturnya lembut dan lemas sedangkan daun tua agak kaku dan keras), bentuk helai daun bulat telur, panjang 1-2 cm, lebar 1 - 2 cm, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul (*obtusus*), tepi rata (*integer*), susunan pertulangan menyirip (*pinnate*) dimana daun kelor (*Moringa oleifera*) mempunyai satu ibu tulang yang berjalan dari pangkal ke ujung, permukaan atas dan bawah halus atau licin (*laevis*), dan berselaput lilin (*pruinosis*). Tangkai daun berbentuk silinder dengan sisi atas agak pipih, menebal pada pangkalnya dan permukaannya halus. Susunan daun seperti sirip-sirip pada ikan, dapat dilihat pada gambar 2.9 (Krisnadi, 2015).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) mempunyai 8-10 pasang anak daun dengan arah yang berlawanan terhadap sumbu utama. Anak daun memiliki warna hijau dan berbentuk elips (tumpul pada apex dan runcing pada pangkal) (Rahman, 2015). Daun kelor (*Moringa oleifera*) dapat dipanen setelah tanaman tumbuh 1,5 hingga 2 meter. Pemanenan dilakukan dengan cara memetik batang daun dari cabang atau dengan memotong cabangnya dengan jarak 20 sampai 40 cm di atas tanah dengan tepi daun rata dan ukurannya kecil - kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai (Tilong, 2012). Apabila jarang dikonsumsi maka daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki rasa agak pahit tetapi tidak beracun, rasa pahit akan hilang jika kelor (*Moringa oleifera*) untuk dikonsumsi sering dipanen secara berkala (Hariana, 2008).



Gambar 2.9 Daun kelor (*Moringa oleifera*) (Krisnadi, 2015)

4) Bunga (*Flox*)

Bunga kelor (*Moringa oleifera*) merupakan bunga biseksual (memiliki benang sari dan putik), berwarna coklat ketika matang dan memiliki tiga lobus dengan panjang 20-60 cm setiap buah berisi 12-35 biji (Rahman, 2015). Bunga kelor (*Moringa oleifera*) keluar sepanjang tahun dengan aroma bau semerbak. Bunga kelor (*Moringa oleifera*) ada yang berwarna putih, putih kekuning-kuningan atau krem (umumnya di Indonesia) atau merah, tergantung jenis atau spesiesnya (Palupi, dkk, 2007).

Bunga kelor (*Moringa oleifera*) terkumpul dalam pucuk lembaga di bagian ketiak dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Bunga muncul di ketiak daun (*axillaris*) dengan panjang 10-25 cm dan lebar 4 cm, bertangkai panjang, kelopak berwarna putih agak krem, menebar aroma khas. Malai terkulai 10 – 15 cm, memiliki 5 kelopak yang mengelilingi 5 benang sari dan 5 *staminodia*, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.10 (Krisnadi, 2015).



Gambar 2.10 Bunga kelor (*Moringa oelifera*) (Aminah, dkk, 2015)

5) Buah (*Frustus*) atau polong

Buah atau polong kelor (*Moringa oleifera*) berbentuk segitiga memanjang yang disebut dengan klentang (Jawa) dengan panjang sekitar 20-60 cm (Tilong, 2012). Biji didalam polong berbentuk bulat, ketika muda berwarna hijau terang dan ketika polong matang berubah berwarna coklat kehitaman (Gambar 2.11). Polong membuka menjadi 3 bagian ketika kering. Dalam setiap polong rata-rata berisi antara 12 dan 35 biji (Krisnadi, 2015). Kelor (*Moringa oleifera*) berbuah setelah berumur 12 - 18 bulan (Aminah, dkk, 2015).



Gambar 2.11 Buah atau polong kelor (*Moringa oleifera*) (Krisnadi, 2015)

6) Biji

Biji kelor (*Moringa oleifera*) berbentuk bulat dengan lambung semi-permeabel berwarna kecoklatan kehitaman ketika polong matang, ketika

muda berwarna hijau terang dan berubah berwarna cokelat dan kering dengan rata-rata berat biji berkisar 18 – 36 gram/100 biji (Gambar 2.12). Lambung sendiri memiliki tiga sayap putih yang menjalar dari atas ke bawah. Setiap pohon dapat menghasilkan antara 15.000 dan 25.000 biji per tahun (Krisnadi, 2015).



Gambar 2.12 Biji kelor (*Moringa oleifera*) (Krisnadi, 2015)

2.4.5 Kandungan daun kelor (*Moringa oleifera*)

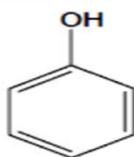
Zat-zat yang terkandung dalam daun *Moringa oleifera* Lam sangat berguna bagi tubuh manusia. Menurut hasil penelitian, daun kelor (*Moringa oleifera*) ternyata mengandung vitamin A, vitamin C, vitamin B, kalsium, kalium, besi dan protein dalam jumlah sangat tinggi yang mudah dicerna dan diasimilasi oleh tubuh manusia (Radiyanthi, 2015). Zat lain yang sudah diidentifikasi dalam daun kelor (*Moringa oleifera*) antara lain: senyawa polifenol (asam galat, asam klorogenat, asam elegant, asam ferulat, kuersetin, kaempferol, proantosianidin dan vanilin), vitamin E, β -karoten, zink dan selenium (Rahman, 2015). Daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung zat besi lebih tinggi daripada sayuran lainnya yaitu sebesar 17,2 mg/100 gr (Yameogo, dkk, 2011). Selain itu, daun kelor (*Moringa oleifera*) juga mengandung berbagai macam asam amino, antara lain asam amino yang berbentuk asam aspartat, asam glutamat, alanin, valin,

leusin, isoleusin, histidin, lisin, arginin, venilalanin, triftofan, sistein dan methionin (Simbolan, dkk, 2007).

Berdasarkan penelitian Verma, dkk (2009) bahwa daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung fenol dalam jumlah yang banyak yang dikenal sebagai penangkal senyawa radikal bebas. Menurut Kiswandono (2010) menyatakan bahwa kandungan kimia pada daun kelor (*Moringa oleifera*) adalah fenol, hidrokuinon, flavonoid, steroid, triterpenoid, tanin, alkaloid dan saponin.

a. Fenol

Senyawa fenol adalah senyawa organik yang terdiri atas atom karbon dan hidrogen yang menempel di cincin aromatik. Sebagian besar senyawa organik bahan alam adalah senyawa aromatik (sebagian besar dari senyawa ini mengandung karboaromatik). Dari segi biogenetik, senyawa fenol pada dasarnya dapat dibedakan atas dua jenis utama. Yang pertama adalah senyawa fenol yang berasal dari jalur asetat malonat. Ditemukan juga golongan senyawa fenol lain yang berasal dari kombinasi antara kedua jalur biosintesis ini, yaitu senyawa flavonoid (Endarini, 2016). Kandungan fenol dalam daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam daun kelor (*Moringa oleifera*) segar sebesar 3,4%, sedangkan pada daun kelor (*Moringa oleifera*) yang telah diekstrak sebesar 1,6% (Foild, et al., 2007).

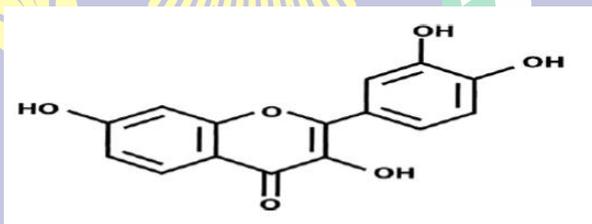


Gambar 2.13 Rumus senyawa fenol (Anonim, 2018)

b. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang paling banyak ditemukan pada tumbuhan dengan aktivitas antioksidan. Flavonoid bertindak sebagai *scavenger* terhadap radikal bebas (Rahman, 2015). Flavonoid terdiri dari $C_6=C_3=C_6$, merupakan metabolit sekunder (Sirait, 2007).

Flavonoid mempunyai kemampuan untuk mencegah radikal bebas dan juga dapat menstabilkan ROS yang berikatan dengan radikal bebas penyebab penyakit degeneratif dengan cara menonaktifkan radikal bebas (Wetipo, 2013). Flavonoid juga merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat menghambat saluran pencernaan serangga dan bersifat toksik (Dinata, 2009). Flavonoid mampu mendonorkan satu atom hidrogen dari gugus hidroksil (OH) fenolik pada saat bereaksi dengan radikal bebas (Kamilatussaniah, dkk., 2015). Berdasarkan hasil analisis fitokimia, daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung golongan senyawa metabolit sekunder flavonoid yang mempunyai fungsi larvasida yaitu sebesar 3,56% (Nweze, et al., 2014).



Gambar 2.14 Struktur kimia flavonoid (Wetipo, dkk, 2013)

c. Hidrokuinon

Hidrokuinon merupakan salah satu senyawa golongan fenol sederhana. Fenol jika dibiarkan di udara terbuka maka cepat berubah warna karena pembentukan hasil – hasil oksidasi. Hidrokuinon (1,4 – dihidroksibenzena) sendiri teroksidasi menjadi kinon (1-4 – benzokuinon). Kinon termasuk dalam

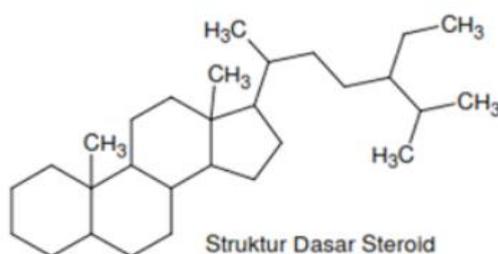
golongan senyawa karbonil, strukturnya siklik, dan merupakan diketon yang terkonjugasi (Astuti, 2012). Kandungan senyawa fenol hidrokuinon sama dengan kandungan senyawa fenol dalam yaitu sebesar 3,4%, sedangkan pada daun kelor (*Moringa oleifera*) yang telah diekstrak sebesar 1,6% (Foild, et al., 2007).



Gambar 2.15 Struktur kimia hidrokuinon (Anonim, 2018)

d. Steroid

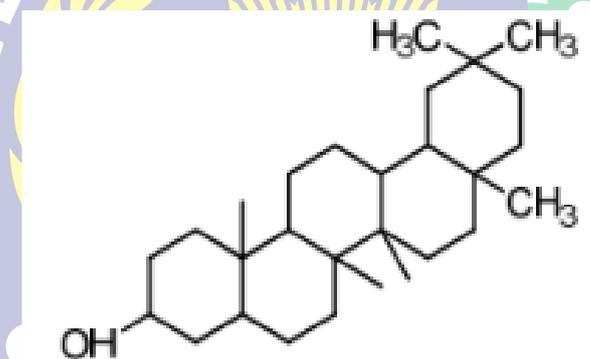
Steroid adalah senyawa bahan alam yang terdiri dari kerangka karbon dan terdiri atas tiga lingkaran enam perhidro fenantren dan terfusi menjadi suatu lingkaran lima. Hidrokarbon tersiklik jenuh yang mempunyai sistem lingkaran yang terdiri atas 17 atom karbon (1,2 siklopentenoperhidrofeentren) (Selempa, 2016). Senyawa steroid pada daun kelor (*Moringa oleifera*) sebesar 3,21% (Nweze, et al., 2014).



Gambar 2.16 Struktur senyawa steroid (Illing, dkk, 2017)

e. Triterpenoid

Terpenoid merupakan senyawa metabolit sekunder, komponen – komponen tumbuhan yang mempunyai bau dan dapat diisolasi dari bahan nabati dengan penyulingan yang disebut dengan minyak atsiri. Ciri – ciri senyawa terpenoid adalah jumlah rantai atom karbon didalam kerangka sebanyak 5 atau kelipatannya sehingga disebut golongan C₅, seringkali bercabang metil (-CH₃), terkadang mengandung gugus metilen (=CH₂) terminal atau CH₂OH, dan membentuk cincin atau rantai siklik yang unik (Saifudin, 2014). Fuglie (2001) menyatakan daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung 5% triterpenoid (Kasolo, *et al.*, 2011).

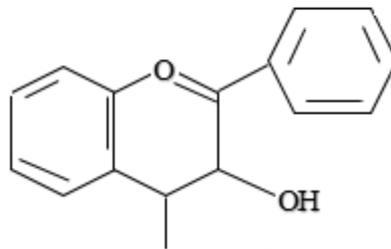


Gambar 2.17 Struktur senyawa saponin triterpenoid (Jaya, 2010)

f. Tanin

Tanin adalah senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada beberapa tanaman yang tergolong senyawa polifenol (Deaville, dkk, 2010). Jenis tanin ada 2 yaitu : tanin terkondensasi (senyawa yang dibentuk melalui polimerasi unit flavonoid, banyak terdapat di tumbuhan berkayu) dan tanin terhidrolisis

(polimer heterogen yang mengandung asam fenolik). Tanin adalah toksik yang mereduksi pertumbuhan dan ketahanan herbivore (Mastuti, 2016). Tanin selain mengikat protein juga bersifat melindungi protein dari degradasi enzim mikroba maupun enzim protease pada tanaman, sehingga tanin sangat bermanfaat dalam menjaga kualitas silase (Oliveira, dkk, 2009). Senyawa tannin banyak terdapat pada daun kelor (*Moringa oleifera*) sebesar 9,36% (Astuti, 2016).

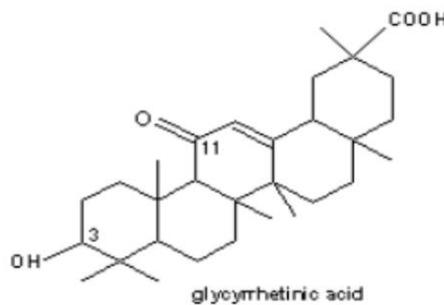


Gambar 2.18 Struktur senyawa tanin (Musdalifah, 2016)

g. Alkaloid

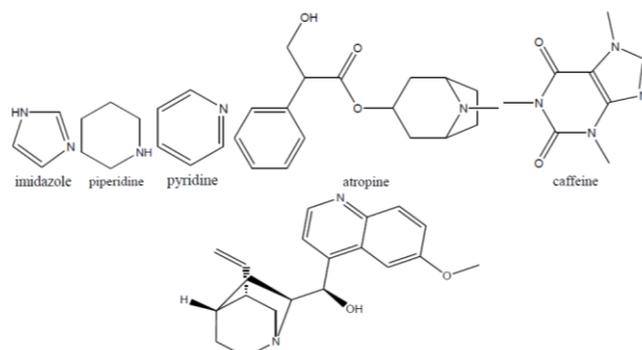
Alkaloid adalah senyawa organik berbobot molekul kecil mengandung nitrogen, yang biasanya disimpan didalam biji, buah, akar, batang, dan organ lain. Alkaloid yang mengandung atom oksigen umumnya berbentuk padat, dan dapat dikristalkan kecuali pilokarpin, akekolin, nikotin, dan koniin cair dalam suhu

biasa. Kegunaan :
melawan serangga
detoksifikasi dala
sebagai cadangan



bagai zat racun untuk
n produk akhir reaksi
faktor tanaman; (4)
kan analisis fitokimia,

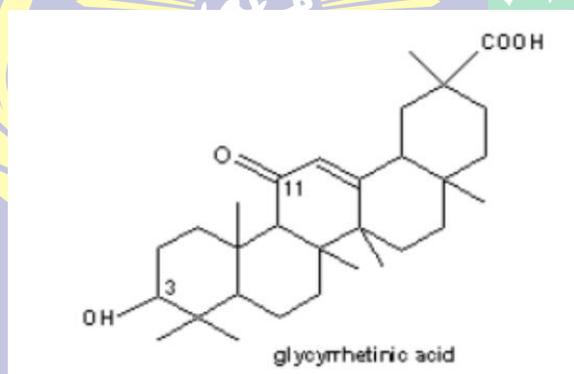
senyawa alkaloid pada daun kelor (*Moringa oleifera*) sebesar 3,07% (Nweze, et al., 2014).



Gambar 2. 19 Struktur inti alkaloida (Endarini, 2016)

h. Saponin

Saponin adalah suatu glikosida alamiah yang terikat dengan steroid atau triterpena. Saponin yang terdapat pada tumbuhan berfungsi sebagai pertahanan diri dari serangga dengan menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan (Dinata, 2009). Saponin adalah senyawa yang dapat menimbulkan busa jika dikocok didalam air (Endarini, 2016). Fuglie (2001) menyatakan daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung 5% saponin (Kasolo, *et al.*, 2011).



Gambar 2.20 Rumus senyawa saponin (Illing, dkk, 2017)

2.4.6 Manfaat daun kelor (*Moringa oleifera*) bagi masyarakat

Kelor (*Moringa oleifera*) dilaporkan mengandung 539 senyawa yang dikenal dalam pengobatan tradisional Afrika dan India (*Ayurvedic*) serta digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mencegah lebih dari 300 penyakit.

Daun kelor (*Moringa oleifera*) baik daun segar atau yang telah dikeringkan juga memiliki berbagai kandungan nutrisi, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Segar dan Kering (per 100 gr)

Kandungan Nutrisi	Daun Segar	Daun Kering
Kalori (cal)	92	329
Protein (g)	6.7	29.4
Lemak (g)	1.7	5.2
Karbohidrat (g)	12.5	41.2
Serat (g)	0.9	12.5
Kalsium (mg)	440	2185
Magnesium (mg)	42	448
Phospor (mg)	70	225
Potassium (mg)	259	1236
Tembaga (mg)	0.07	0.49
Besi (mg)	0.85	25.6
Sulphur (mg)	-	-
Vitamin B1 (mg)	0.06	2.02
Vitamin B2 (mg)	0.05	21.3
Vitamin B3 (mg)	0.8	7.6
Vitamin C (mg)	220	15.8
Vitamin E (mg)	448	10.8

Sumber : Gopalakrishnan, et al. (2016)

Untuk lebih jelasnya, berikut beberapa manfaat atau khasiat daun kelor (*Moringa oleifera*) tersebut. Menurut Isnan dan Nurhaedah (2017), daun kelor (*Moringa oleifera*) mempunyai manfaat mengobati penyakit yaitu antara lain :

a. Anti diabetes : daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki sifat anti diabetes yang berasal dari kandungan seng yang tinggi seperti mineral yang sangat dibutuhkan untuk memproduksi insulin, sehingga daun kelor (*Moringa oleifera*) dapat bermanfaat sebagai anti diabetes yang signifikan.

b. Menyehatkan rambut : karena daun kelor (*Moringa oleifera*) dapat membuat pertumbuhan rambut menjadi hidup dan mengkilap yang dikarenakan asupan nutrisi yang lengkap dan tepat.

c. Menyehatkan mata : daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kandungan vitamin A yang tinggi sehingga jika kita mengkonsumsinya secara rutin dapat membuat penglihatan menjadi jernih dan menyehatkan mata. Sedangkan untuk pengobatan luar dapat menggunakan rebusan dari daun kelor (*Moringa oleifera*) untuk membasuh mata yang sedang sakit, atau juga dengan cara lain yaitu siapkan 3 tangkai daun kelor (*Moringa oleifera*) kemudian tumbuklah dan masukan ke dalam segelas air dan aduklah. Lalu diamkan agar mengendap, jika sudah mengendap maka air tersebut dapat dijadikan obat tetes untuk mata.

d. Mengobati rematik : daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kandungan kalsium yang cukup tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan kalsium di dalam tulang. Daun kelor (*Moringa oleifera*) juga bermanfaat untuk mengurangi rasa sakit pada persendian dikarenakan oleh penumpukan asam urat.

e. Mengobati Herpes atau kurap : Herpes adalah salah satu penyakit kulit yang disebabkan oleh virus golongan famili hepertoviridae, yang akan menimbulkan bintik- bintik merah dengan disertai nanah. Cara untuk mengobatinya adalah dengan menyiapkan 3-7 tangkai daun kelor (*Moringa oleifera*) lalu ditumbuk hingga halus dan tempelkan langsung pada kulit yang terkena.

f. Mengobati penyakit dalam seperti luka lambung, luka usus dan batu ginjal, dan kanker : menurut Aritjahja (2011) kelor (*Moringa oleifera*) mengandung antioksidan yang sangat tinggi dan sangat bagus untuk penyakit yang berhubungan dengan masalah pencernaan, menganjurkan agar minum rebusan daun kelor selagi air masih hangat, sebab efek antioksidan masih kuat dalam keadaan hangat. Sedangkan Halim (2011) mengatakan bahwa kelor (*Moringa oleifera*) memiliki energi dingin sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengatasi

penyakit dengan energi panas atau kelebihan energi seperti radang dan kanker. Antioksidan akan bermanfaat dalam menghalangi perkembangan sel-sel kanker sedang potasium berfungsi untuk menyingkirkan sel-sel kanker (Hardiyanthi, 2015).

g. Anti – inflamasi : Pada tahun 2008, Fakultas Kedokteran Ilmu Kesehatan Putra Universitas di Malaysia, menerbitkan penelitian yang bertujuan untuk menguji apakah kelor (*Moringa oleifera*) memiliki aktivitas *Antinociceptive* dan Anti-inflamasi, penelitian ini menemukan bahwa daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki aktivitas zat *antinociceptive* dan anti-inflamasi, bahkan dalam jumlah tinggi. Ini pun berarti bahwa benar kelor (*Moringa oleifera*) digunakan dalam pengobatan tradisional India sebagai pengobatan untuk *Arthritis* dan *Gout*.

Hampir semua bagian dari tanaman kelor (*Moringa oleifera*) dapat dimanfaatkan. Ada pula yang memanfaatkan daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai bahan pangan. Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) telah digunakan untuk mengatasi malnutrisi terutama balita dan ibu menyusui (Dewi, dkk, 2016). Daun kelor (*Moringa oleifera*) juga dikembangkan menjadi produk pangan modern seperti tepung, kerupuk, permen, kue, dan teh yang bahan dasarnya adalah daun kelor (*Moringa oleifera*) (Susanto, dkk, 2010). Kandungan nutrisi daun kelor (*Moringa oleifera*) adalah vitamin A 16,3 mg/100 gr, vitamin B kompleks 423 mg/100gr, vitamin C 17,3 mg/100 gr, vitamin E 113 mg/100gr, dan nutrisi lainnya (Winarti, 2010).

2.4.7 Manfaat daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai insektisida nabati

Insektisida termasuk dalam kelompok pestisida yang terbesar dan terdiri atas beberapa jenis bahan kimia yang berbeda, antara lain organoklorin

(telah dilarang di dunia dan di Indonesia), organofosfat, kabamat, piretroid, dan DEET (Raini, 2009). Dampak negatif insektisida kimia dapat menyebabkan pencemaran air, meracuni makanan, dan ketidakseimbangan ekosistem (Fatmawati, 2012). Menurut Sutanto, dkk (2008) penggunaan insektisida berlebihan dapat menyebabkan resistensi serangga sasaran yaitu resistensi bawaan dan resistensi yang didapat. Bahkan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap serangga yang bukan sasaran yaitu hewan ternak dan bahkan manusia. Penggunaan insektisida berefek pada dewasa dan anak – anak. Namun lebih sering terjadi pada anak – anak karena mereka sering memasukkan benda ke mulut. Jika yang dimasukkan adalah insektisida, secara umum menyebabkan sesak nafas, batuk, pusing, mual, muntah. Lebih jauh lagi, mungkin saja perkembangan otak anak akan terhambat dan kematian.

Untuk mengatasi dampak negatif dari penggunaan insektisida kimia dapat menggunakan insektisida alami atau insektisida yang berasal dari bahan – bahan nabati atau tumbuhan karena lebih ramah lingkungan. Salah satu jenis insektisida nabati adalah daun kelor (*Moringa oleifera*). Kandungan kimia pada daun kelor (*Moringa oleifera*) adalah fenol, hidrokuinon, flavonoid, steroid, triterpenoid, tanin, alkaloid dan saponin (Kiswandono, 2010). Saponin yang terdapat pada tumbuhan berfungsi sebagai pertahanan diri dari serangga dengan menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang bersifat menghambat makan serangga dan toksis (Dinata, 2009). Alkaloid mengganggu sistem kerja saraf larva dengan menghambat kerja enzim asetilkolineras (Cania, 2012). Penggunaan tanin dapat menyebabkan terjadinya penyerapan air pada tubuh organisme

sehingga dapat mematikan organisme, karena organisme kekurangan air atau dehidrasi (Mardiana, 2009).

2.5 Hipotesis

Ada pengaruh perasan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti*.

