

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Nyamuk sebagai Vektor Penyakit

Nyamuk termasuk jenis serangga dalam ordo *diptera*, dari kelas *insecta*. Nyamuk mempunyai dua sayap bersisik, tubuh yang langsing dan enam kaki panjang. Antar spesies berbeda-beda tetapi jarang sekali panjangnya melebihi 15 mm. Nyamuk mengalami empat tahap dalam siklus hidup yaitu telur, larva, pupa dan dewasa. Pada dasarnya nyamuk jantan dan betina memakan cairan nektar bunga sebagai sumber makanan, akan tetapi nyamuk betina juga menghisap darah manusia atau hewan demi kelangsungan spesiesnya. Nyamuk betina menghisap darah bukan untuk mendapatkan makanan melainkan untuk mendapatkan protein yang terdapat dalam darah sebagai nutrisi untuk pematangan telurnya (Silva, 2003).

Nyamuk tersebar luas di seluruh dunia mulai dari daerah kutub sampai ke daerah tropika, dapat dijumpai 5.000 meter di atas permukaan laut sampai kedalaman 1.500 meter di bawah permukaan tanah di daerah pertambangan (WHO, 1999). Nyamuk merupakan salah satu jenis serangga pengisap darah yang paling penting diantara banyak jenis serangga pengisap darah lainnya. Banyak penyakit khususnya penyakit menular seperti demam berdarah, *Japanese encephalitis*, malaria, *filariasis* ditularkan melalui perantara nyamuk (Achmadi, 2013).



Gambar 1. Salah satu jenis nyamuk
(<https://klikdokter.com/info.html>)

2. Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Menurut WHO (2004), definisi Demam Berdarah *Dengue* adalah penyakit demam akut selama 2-7 hari dengan dua atau lebih manifestasi seperti sakit kepala, nyeri *retro-orbital*, *mialgia*, *atralgia*, ruam kulit, manifestasi perdarahan, *leukopenia*, dan *trombositopenia* (100.000 sel per mm³ atau kurang). DBD adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus *dengue* dan ditularkan melalui nyamuk. Nyamuk yang dapat menularkan penyakit DBD adalah *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Penyakit ini merupakan penyakit yang timbul di negara-negara tropis, termasuk di Indonesia (Depkes RI, 2010).

a. Etiologi/Penyebab Penyakit DBD

Penyakit DBD disebabkan oleh virus *dengue* dari genus *Flavivirus*, famili *Flaviviridae*. DBD ditularkan ke manusia melalui gigitan *Aedes* sp. yang terinfeksi virus *dengue*. Virus *dengue* penyebab Demam *Dengue* (DD), Demam Berdarah *Dengue* (DBD) dan *Dengue Shock Syndrome* (DSS) termasuk dalam kelompok B

Arthropod Virus (Arbovirosis) yang sekarang dikenal sebagai genus *Flavivirus*, famili *Flaviviride*, dan mempunyai 4 jenis serotipe, yaitu: DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4 (Depkes RI, 2010).

b. Siklus Penularan DBD

Nyamuk *Aedes aegypti* betina biasanya akan terinfeksi virus *dengue* saat menghisap darah dari penderita yang berada dalam fase demam (*viremik*) akut penyakit. Setelah masa inkubasi ekstrinsik selama 8 sampai 10 hari, kelenjar air liur nyamuk menjadi terinfeksi dan virus disebarkan ketika nyamuk yang infeksiif menggigit dan menginjeksikan air liur ke dalam luka gigitan pada orang lain. Setelah masa inkubasi pada tubuh manusia selama 3 - 14 hari (rata-rata 4 - 6 hari) sering kali terjadi rangkaian mendadak penyakit ini, yang ditandai dengan demam, sakit kepala, *mialgia*, hilang nafsu makan, dan berbagai tanda serta gejala non-spesifik lain termasuk mual, muntah dan ruam kulit.

Kemunculan virus di dalam darah manusia (*viraemia*) biasanya ada pada saat atau tepat sebelum gejala awal penyakit dan akan berlangsung selama rata-rata lima hari setelah timbulnya penyakit. Ini merupakan masa yang sangat kritis karena pasien berada pada tahap yang paling infeksiif untuk nyamuk vektor dan akan berkontribusi dalam mempertahankan siklus penularan virus jika pasien tidak dilindungi dari gigitan nyamuk. Nyamuk yang berhasil menghisap darah akan kembali membawa virus (WHO, 2004).

Penularan DBD antara lain dapat terjadi di semua tempat yang terdapat nyamuk penularnya, tempat yang potensial untuk penularan penyakit DBD antara lain :

- 1) Wilayah yang banyak kasus DBD atau rawan endemis DBD.
- 2) Tempat-tempat umum yang merupakan tempat berkumpulnya orang, orang datang dari berbagai wilayah sehingga kemungkinan terjadinya pertukaran beberapa tipe virus *dengue* cukup besar seperti sekolah, pasar, hotel, puskesmas, rumah sakit dan sebagainya.
- 3) Pemukiman baru di pinggir kota, karena dilokasi ini, penduduk umumnya berasal dari berbagai wilayah, maka memungkinkan diantaranya terdapat penderita atau karier yang membawa tipe virus *dengue* yang berlainan dari masing-masing lokasi asal (Sitio, 2008).

3. Kasus DBD di Indonesia

Terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2009, *World Health Organization* (WHO) mencatat negara Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara. Penyakit ini masih merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama di Indonesia. Jumlah penderita dan luas daerah penyebarannya semakin bertambah seiring dengan meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk. Di

Indonesia DBD pertama kali ditemukan di kota Surabaya pada tahun 1968, dimana sebanyak 58 orang terinfeksi dan 24 orang diantaranya meninggal dunia (Angka Kematian (AK) : 41,3 %). Dan sejak saat itu, penyakit ini menyebar luas ke seluruh Indonesia (Ditjen PP&PL Depkes RI, 2009).

Jumlah kasus DBD fluktuatif setiap tahunnya. Data dari Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonotik, Kemenkes RI, pada 2014 jumlah penderita mencapai 100.347 dan 907 orang diantaranya meninggal. Pada 2015, sebanyak 129.650 penderita dan 1.071 orang diantaranya meninggal. Sedangkan di 2016 semakin meningkat sebanyak 202.314 penderita dan 1.593 orang diantaranya meninggal. Pada tahun 2017, terhitung sejak Januari hingga Mei tercatat sebanyak 17.877 kasus, dengan 115 kematian. Angka kesakitan atau *Incidence Rate* (IR) di 34 provinsi di tahun 2015 mencapai 50,75 per 100 ribu penduduk, dan IR di tahun 2016 mencapai 78,85 per 100 ribu penduduk. Angka ini masih lebih tinggi dari target IR nasional yaitu 49 per 100 ribu penduduk. Kasus DBD masuk kedalam daftar Kejadian Luar Biasa (KLB) nasional dan perlu ada perhatian khusus untuk dapat menekan kasus kejadian.

4. Kasus DBD di D.I Yogyakarta

Dalam kurun waktu satu dekade terakhir, D.I Yogyakarta merupakan salah satu provinsi yang selalu masuk dalam 10 besar peringkat kasus DBD di Indonesia. Sebelumnya pada tahun 2006, D.I

Yogyakarta sempat menempati peringkat kelima provinsi dengan kasus kejadian DBD terbesar di Indonesia (Ditjen PP&PL Depkes RI, 2009). Hingga saat ini, Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta masih melabeli D.I Yogyakarta sebagai daerah endemik DBD. Sepanjang tahun 2016, Bantul merupakan kabupaten di DIY yang mencatatkan kasus kejadian DBD tertinggi, disusul Kabupaten Gunungkidul dan Kota Yogyakarta (Dinkes Kota Yogyakarta, 2016).

Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul mencatat ada sebanyak 2.186 kasus DBD yang terjadi di daerah ini sepanjang 2016 dari Januari sampai Desember. Kasus ini meningkat dari tahun sebelumnya yaitu 1.441 kasus. Tercatat dari sebanyak 2.186 kasus DBD di tahun 2016, 4 orang diantaranya meninggal dunia, sedangkan pada 2015 dari sebanyak 1.441 kasus tercatat 13 orang meninggal. Kasus penyakit dari gigitan *Aedes aegypti* di 2016 tergolong tinggi bahkan meningkat dibanding sebelumnya karena beberapa faktor, di antaranya perubahan iklim dan cuaca serta musim hujan yang panjang pada tahun tersebut.

Berdasarkan data kasus demam berdarah, Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul mencatat empat kecamatan di kabupaten Bantul dengan jumlah kasus terbesar. Kecamatan tersebut berada di wilayah perbatasan dengan kota dengan jumlah penduduk yang lebih banyak dari kecamatan lainnya. Angka tertinggi kasus DBD terdapat di Kecamatan Kasihan sebanyak 374 kasus, Kecamatan Sewon sebanyak 308 kasus,

Kecamatan Bantul sebagai pusat Ibukota Kabupaten sebanyak 268 kasus, dan Kecamatan Banguntapan sebanyak 233 kasus.

Data Rekapitulasi Kasus DBD Puskesmas Kasihan II mencatat pada tahun 2015 terdapat 179 kasus, tahun 2016 meningkat menjadi 199, dan tahun 2017 turun menjadi 24 kasus tetapi 1 orang diantaranya meninggal dunia. Tercatat bahwa selama 3 tahun terakhir kasus DBD tertinggi berada di Desa Ngestiharjo dengan jumlah yang fluktuatif setiap tahunnya. Kasus DBD terjadi di ke-12 dusun yang terdapat di Desa Ngestiharjo dengan persebaran jumlah kasus yang hampir sama di setiap dusun.

5. Nyamuk *Aedes*

Nyamuk *Aedes* adalah spesies nyamuk yang berendemik di daerah beriklim tropis dan subtropis di seluruh dunia. Nyamuk ini diperkirakan mencapai 950 spesies dan tersebar diseluruh dunia. Distribusi *Aedes* dibatasi dengan ketinggian wilayah kurang dari 1000 meter di atas permukaan air laut (WHO, 2004). Nama *Aedes* berasal dari bahasa Yunani yang memiliki arti "tidak menyenangkan", karena nyamuk ini menyebarkan beberapa penyakit berbahaya seperti demam berdarah dan demam kuning.

Dalam banyak kasus nyamuk ini menyebabkan gangguan gigitan yang serius terhadap manusia dan binatang, baik di daerah tropis dan daerah beriklim lebih dingin. Beberapa spesies *Aedes* yang khas dalam subgenus *Stegomya* memiliki peran penting dalam studi medik,

termasuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. *Aedes aegypti* yang tersebar luas di daerah tropik dan subtropik merupakan vektor penyakit demam kuning dan vektor utama virus *dengue* penyebab penyakit DBD, termasuk di kawasan Asia Tenggara. *Aedes albopictus* merupakan vektor sekunder yang juga dapat menjadi inang untuk mempertahankan keberadaan virus dalam beberapa kasus. Selain demam kuning dan demam berdarah, nyamuk *Aedes* sp. juga menularkan *filariasis*.

Sampai saat ini nyamuk yang berperan sebagai vektor utama dari penyakit DBD adalah spesies *Aedes aegypti*. Sangat sedikit ditemui kasus yang menunjukkan adanya penularan virus *dengue* dari spesies *Aedes* lainnya. *Aedes aegypti* sangat mudah dikenali karena tubuhnya memiliki ciri yang khas yaitu adanya garis-garis dan bercak-bercak putih keperakan di atas dasar warna hitam (hitam belang-belang putih diseluruh tubuh).

6. Nyamuk *Aedes aegypti*

Aedes aegypti dikenal dengan sebutan *black white mosquito* atau *tiger mosquito* karena tubuhnya memiliki 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 putih sejajar di garis median dari punggungnya yang berwarna dasar hitam (Achmadi, 2011). Di Indonesia, nyamuk ini sering disebut sebagai salah satu dari nyamuk-nyamuk rumah (Soegijanto, 2006).

a. Taksonomi

Urutan klasifikasi dari nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Animalia</i>	
Phylum	: <i>Arthropoda</i>	
Sub phylum	: <i>Uniramia</i>	
Kelas	: <i>Insekta</i>	
Ordo	: <i>Diptera</i>	
Sub ordo	: <i>Nematosera</i>	
Familia	: <i>Culicidae</i>	
Sub family	: <i>Culicinae</i>	
Tribus	: <i>Culicini</i>	
Genus	: <i>Aedes</i>	
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i>	(Djakaria, 2004)

b. Morfologi *Aedes aegypti* dewasa

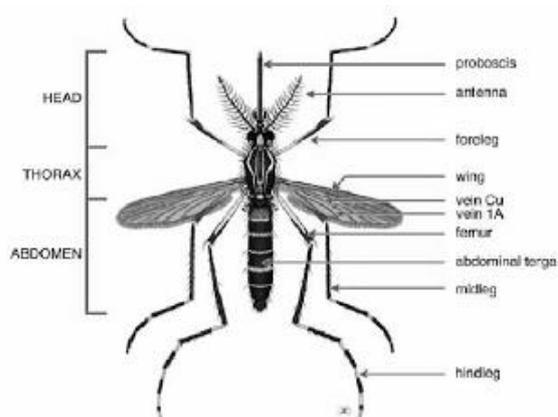
Aedes aegypti mengalami metamorfosis sempurna, yaitu mengalami perubahan bentuk morfologi selama hidupnya dari stadium telur berubah menjadi stadium larva kemudian menjadi stadium pupa dan menjadi stadium dewasa. *Aedes aegypti* dewasa berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran nyamuk *Culex quinquefasciatus*, mempunyai warna dasar yang hitam dengan bintik putih pada bagian badannya terutama pada bagian kakinya (Depkes RI, 2007).

Tubuh nyamuk dewasa terdiri dari 3 bagian, yaitu kepala (caput), dada (*thorax*) dan perut (*abdomen*). Badan nyamuk berwarna hitam dan memiliki bercak dan garis-garis putih dan

tampak sangat jelas pada bagian kaki. Tubuh nyamuk dewasa memiliki panjang 5 mm. Pada bagian kepala terpasang sepasang mata majemuk, sepasang antena dan sepasang palpi, antena berfungsi sebagai organ peraba dan pembau. Pada nyamuk betina, antena berbulu pendek dan jarang (tipe *pilose*). Sedangkan pada nyamuk jantan, antena berbulu panjang dan lebat (tipe *plumose*).

Thorax terdiri dari 3 ruas, yaitu *prothorax*, *mesotorax*, dan *methorax*. Pada bagian *thorax* terdapat 3 pasang kaki dan pada *mesothorax* terdapat sepasang sayap. Abdomen terdiri dari 8 ruas dengan bercak putih keperakan pada setiap ruas. Pada ujung atau ruas terakhir terdapat alat kopulasi berupa *cerci* pada nyamuk betina dan *hypogeum* pada nyamuk jantan (Depkes RI, 2009).

Pada nyamuk betina, mulutnya berupa probosis panjang yang berfungsi untuk menembus kulit dan menghisap darah. Sedangkan pada nyamuk jantan, probosisnya berfungsi sebagai pengisap sari bunga atau tumbuhan yang mengandung gula merah (zat nektar).



Gambar 2. Morfologi *Aedes aegypti* dewasa
(<https://inspeksisanitasi.blogspot.co.id/2012/02/karakteristik>)

c. Siklus hidup

Aedes aegypti dan juga jenis nyamuk lainnya memiliki siklus hidup sempurna (*holometabola*). Siklus hidup terdiri dari empat stadium, yaitu telur - larva - pupa - dewasa. Stadium telur hingga pupa berada di lingkungan air, sedangkan stadium dewasa berada di lingkungan udara. Dalam kondisi lingkungan yang optimum, seluruh siklus hidup ditempuh dalam waktu sekitar 7 - 9 hari, dengan perincian 1 - 2 hari stadium telur, 3 - 4 hari stadium larva, 2 hari stadium pupa (Silva, 2003).

Siklus gonotropik dimulai sejak menghisap darah untuk perkembangan telur hingga meletakkan telur di tempat perindukan. Siklus gonotropik adalah siklus reproduksi dari menghisap darah, mencerna darah, pematangan telur dan perilaku bertelur. Siklus hidup *Aedes aegypti* dari telur hingga dewasa dapat berlangsung cepat, kira-kira 7 hari, tetapi pada umumnya 10 - 12 hari. Di daerah beriklim sedang, siklus hidup dapat mencapai beberapa minggu atau bulan (Soeroso, 2002).

Umur setiap *Aedes aegypti* dewasa bervariasi dan dapat berbeda-beda tergantung iklim tempat hidupnya. Pada umumnya, umur nyamuk betina dapat mencapai 2-3 bulan (Sembel, 2000). Posisi telur diletakkan soliter sedikit di atas garis permukaan air, baik tandon temporer maupun habitat lain yang permukaan airnya naik turun. Telur dapat bertahan beberapa bulan dan menetas bila

tergenang air. Semua spesies yang berada di daerah dingin mempertahankan hidup pada periode ini dalam stadium telur. *Aedes aegypti* khususnya, berkembang biak pada lingkungan domestik.

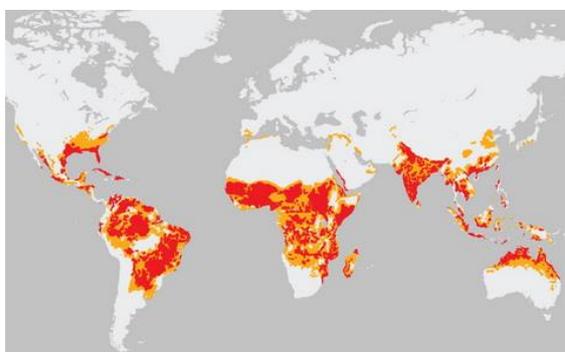
d. Persebaran

Aedes aegypti tersebar luas di wilayah tropis dan subtropis Asia Tenggara, terutama di perkotaan. Penyebarannya ke daerah pedesaan dikaitkan dengan pembangunan sistem persediaan air bersih dan perbaikan sarana transportasi. *Aedes aegypti* merupakan vektor perkotaan dan populasinya secara khas berfluktuasi bersama air hujan dan kebiasaan penyimpanan/penampungan air. Negara-negara dengan curah hujan lebih dari 200 cm per tahun, populasi *Aedes aegypti* lebih stabil, dan ditemukan di daerah perkotaan, pinggiran kota, dan pedesaan. Kebiasaan penyimpanan air secara tradisional di Indonesia, Myanmar, dan Thailand, menyebabkan kepadatan nyamuk lebih tinggi di pinggiran kota daripada di perkotaan. Urbanisasi juga meningkatkan jumlah habitat yang sesuai untuk *Aedes aegypti*. Kota-kota yang banyak ditumbuhi tanaman, baik *Aedes aegypti* maupun *Aedes albopictus* banyak ditemukan (WHO, 2004).

Aedes aegypti dapat terbang di udara dengan kecepatan 5,4 kilometer per jam. Tetapi bila berlawanan angin kecepatannya turun mendekati nol. Jarak terbang *Aedes aegypti* berkisar antara 40 - 100 meter dari tempat perindukannya. Penyebaran nyamuk betina

dewasa dipengaruhi oleh faktor ketersediaan tempat bertelur dan darah. Jarak terbang hanya 100 m dari tempat kemunculan, namun dalam kondisi tempat bertelur yang jauh, dapat mencapai 400 m. Penyebaran pasif dialami telur dan larva dalam wadah penampung air (Foster, 2002).

Aedes aegypti dapat ditemukan pada ketinggian antara 0 - 1000 m di atas permukaan laut. Ketinggian yang rendah (< 500m) memiliki tingkat kepadatan populasi yang sedang sampai berat, sedangkan di daerah pegunungan (>500m) kepadatan populasi rendah. Batas ketinggian penyebaran *Aedes aegypti* di kawasan Asia Tenggara berkisar 1000 - 1500 m, sedangkan di Kolombia mencapai 2200 m di atas permukaan laut (WHO, 2004).



Gambar 3. Peta persebaran *Aedes aegypti* di dunia (<https://tu.laporanpenelitian.com/2015/07/12.html>)

e. Ekologi dan Bionomi

1) Habitat dan tempat perkembangbiakan

Tempat perkembangbiakan utama *Aedes aegypti* ialah tempat-tempat penampungan air berupa genangan air yang tertampung disuatu tempat atau bejana di dalam atau sekitar

rumah atau tempat-tempat umum, biasanya tidak melebihi jarak 500 meter dari rumah. Nyamuk ini biasanya tidak dapat berkembangbiak di genangan air yang langsung berhubungan dengan tanah (Depkes RI, 2009).

Jenis tempat perkembangbiakan *Aedes aegypti* dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a) Tempat penampungan air (TPA) untuk keperluan sehari-hari, seperti drum, tangki reservoir, tempayan, bak mandi/WC, dan ember.
- b) Tempat penampungan air bukan untuk keperluan sehari-hari, seperti tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut dan barang-barang bekas (ban, kaleng, botol, plastik dan lain-lain).
- c) Tempat penampungan air alamiah, seperti lobang pohon, lobang batu, pelepah daun, tempurung kelapa, pelepah pisang dan potongan bambu.

(Depkes RI, 2009).

2) Perilaku Menghisap Darah

Sama seperti jenis nyamuk pada umumnya, hanya *Aedes aegypti* betina yang menghisap darah, sedangkan *Aedes aegypti* jantan mengisap cairan tumbuhan atau sari bunga untuk keperluan hidupnya. Protein dalam darah diperlukan oleh nyamuk betina untuk mematangkan telur agar jika dibuahi oleh

sperma nyamuk jantan, telur dapat menetas. *Aedes aegypti* betina sangat dominan menghisap darah manusia (*antropofilik*) walaupun jenis *Aedes* juga bisa menghisap dari hewan berdarah panas lainnya.

Nyamuk betina memiliki dua periode aktivitas menghisap darah, pertama di pagi hari beberapa jam setelah matahari terbit dan sore hari beberapa jam sebelum gelap. Aktivitas menggigit biasanya mulai pagi sampai petang hari dengan 2 puncak aktifitas antara pukul 09.00-10.00 dan 16.00-17.00. Puncak aktivitas menggigit yang sebenarnya dapat beragam, tergantung pada lokasi dan musim. *Aedes aegypti* biasanya tidak menggigit di malam hari, tetapi akan menggigit saat malam di kamar yang cukup terang (WHO, 2004).

Tidak seperti nyamuk lain, *Aedes aegypti* mempunyai kebiasaan mengisap darah berulang kali (*multiple bites*) dalam satu siklus gonotropik, untuk memenuhi lambungnya dengan darah. Siklus gonotropik biasanya bervariasi antara 3 - 4 hari. Jika masa makannya terganggu, *Aedes aegypti* dapat menggigit lebih dari satu orang. Perilaku ini semakin memperbesar efisiensi penyebaran epidemik. Bukanlah suatu hal yang aneh jika beberapa anggota keluarga mengalami rangkaian penyakit yang sama dalam waktu 24 jam, memperlihatkan bahwa mereka terinfeksi nyamuk infeksi yang sama (Depkes RI, 2009).

3) Perilaku Istirahat

Aedes aegypti suka beristirahat di tempat yang gelap, lembab dan tersembunyi di dalam rumah atau bangunan termasuk di kamar tidur, kamar mandi, maupun di dapur. Suhu yang disukai oleh *Aedes aegypti* di lingkungan tersebut adalah berkisar antara 15°C – 40°C dengan kelembaban berkisar 60 - 89% (Anggraeni, 2010). Nyamuk ini jarang ditemukan di luar rumah, di tumbuhan kebun atau di tempat terlindung lainnya. Permukaan yang nyamuk suka di dalam ruangan adalah di bawah furniture, benda yang tergantung seperti baju, gorden serta di dinding (WHO, 2004).

Setelah kenyang menghisap darah, *Aedes aegypti* hinggap (beristirahat) di dalam atau kandang-kandang di luar rumah berdekatan dengan tempat perkembangbiakannya. Biasanya di tempat yang agak gelap dan lembab. Di tempat-tempat ini nyamuk menunggu proses pematangan telurnya (Depkes RI, 2009). Setelah beristirahat dan proses pematangan telur selesai, nyamuk betina akan meletakkan telurnya di dinding tempat perkembangbiakannya, sedikit di atas permukaan air.

4) Perilaku Terbang

Pergerakan nyamuk *Aedes aegypti* dari tempat perindukan ke tempat mencari mangsa dan selanjutnya ke tempat untuk beristirahat ditentukan oleh kemampuan terbangnya. Pada waktu

terbang nyamuk memerlukan oksigen lebih banyak, dengan demikian penguapan air dari tubuh nyamuk menjadi lebih besar. Untuk mempertahankan cadangan air di dalam tubuh dari penguapan maka jarak terbang nyamuk menjadi terbatas (WHO, 2004).

Aktifitas dan jarak terbang nyamuk dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal meliputi kondisi luar tubuh nyamuk seperti kecepatan angin, temperatur, kelembaban dan cahaya. Adapun faktor internal meliputi suhu tubuh nyamuk, keadaan energi dan perkembangan otot nyamuk. Meskipun *Aedes aegypti* kuat terbang tetapi tidak pergi jauh-jauh, karena tiga macam kebutuhannya yaitu tempat perindukan, tempat mendapatkan darah, dan tempat istirahat ada dalam satu rumah. Keadaan tersebut yang menyebabkan *Aedes aegypti* bersifat lebih menyukai aktif di dalam rumah. Apabila ditemukan nyamuk dewasa pada jarak terbang mencapai 2 km dari tempat perindukannya, hal tersebut disebabkan oleh pengaruh angin atau terbawa alat transportasi (Sitio, 2008).

Pada spesies *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, nyamuk jantan terbang membentuk tanda pengenal. Bila nyamuk betina memasuki tanda tersebut, nyamuk jantan mengenali frekuensi getaran sayap nyamuk betina dan posisinya melalui antena *pulmose*. Getaran sayap nyamuk betina berkisar antara 150 - 600

Hz, tergantung temperatur dan ukuran sayap, atau 100 - 250 Hz lebih rendah daripada suara sayap nyamuk jantan. Nyamuk jantan mendekati betina dan kawin. Lama waktu kawin berkisar 12 detik hingga beberapa menit di udara atau pada tumbuhan-tumbuhan (Foster, 2002).

5) Cara mengenali rangsangan lingkungan

Nyamuk jantan dewasa dan betina pada kebanyakan spesies secara teratur menghisap gula merah pada tumbuhan sepanjang hidupnya. Kebutuhan air diperoleh dari permukaan benda yang lembab serta saat menghisap gula merah dan darah. Bila mendeteksi sumber gula merah atau darah, nyamuk terbang mendekati tempat tersebut. Sumber zat gula merah atau darah diketahui melalui bau/aroma yang dikeluarkan (Foster, 2002).

Penelitian di lapangan menunjukkan bahwa beberapa spesies terbang mencari mangsa dipandu dalam penglihatan dengan gambaran visual spesifik secara mendatar atau mengikuti gambaran pohon yang berdiri. Pandangan visual sangat penting dalam mengenali *host*, khususnya pada spesies yang aktif pada siang hari, pada lingkungan terbuka, dan pada jarak sedang atau dekat. Benda yang gelap, kontras atau bergerak, juga menarik perhatian. Nyamuk betina mendekati *host* potensial pada jarak 1 - 2 meter.

Setelah menetas dari pupa, nyamuk betina biasanya mulai mengenali stimulus dari *host*. Nyamuk betina mengenali *host* vertebrata dalam 1 - 3 hari. *Host* vertebrata termasuk mamalia, burung, reptil, amfibia, dan ikan-amfibia. Perilaku mengenali *host* tersebut melalui pengenalan aroma kimia yang dikeluarkan *host* vertebrata. Carbon dioksida, asam laktat, dan *octenol* merupakan atraktan yang dikenali dengan sangat baik oleh nyamuk. Sekresi di kulit juga menjadi pemikat yang sangat baik karena aroma dari *host* hidup lebih memiliki daya tarik daripada kombinasi dari bahan-bahan kimia tersebut dalam kondisi panas dan lembab. Asam lemak yang dihasilkan dari kulit memiliki aroma pemikat yang kuat, efektif sampai jarak 7 - 30 meter, tetapi dapat mencapai 60 meter untuk beberapa spesies (Foster, 2002).

Penanda kimia dan visual masih merupakan hal yang penting, tetapi pancaran panas dan kelembaban di sekitar tubuh *host* juga berperan. Aroma tubuh, CO₂, panas, dan kelembaban dikenali dengan sensilia pada antena dan palpus. Jika stimulus dari *host* dapat diterima dengan baik, nyamuk betina mendekat dan hinggap pada tubuh *host*, khususnya kepala atau kaki (Silva, 2003).

7. Pengendalian Vektor DBD

Menurut Sukowati (2010), beberapa metode pengendalian vektor telah banyak diketahui dan digunakan oleh program pengendalian DBD di tingkat pusat dan di daerah yaitu :

a. Manajemen Lingkungan

Manajemen lingkungan adalah upaya pengelolaan lingkungan untuk mengurangi bahkan menghilangkan habitat perkembangbiakan nyamuk vektor DBD sehingga akan mengurangi kepadatan populasi. Manajemen lingkungan hanya akan berhasil dengan baik kalau dilakukan oleh masyarakat, lintas sektor, para pemegang kebijakan dan lembaga swadaya masyarakat melalui program kemitraan. Sejarah keberhasilan manajemen lingkungan telah ditunjukkan oleh Kuba dan Panama serta Kota Purwokerto dalam pengendalian sumber nyamuk (Depkes RI, 2010).

b. Pengendalian Biologis

Pengendalian secara biologis merupakan upaya pemanfaatan agen biologis untuk pengendalian vektor DBD. Beberapa agen biologis yang sudah digunakan dan terbukti mampu mengendalikan populasi larva vektor DB/DBD adalah dari kelompok bakteri, predator seperti ikan pemakan jentik.

1) Bakteri

Agen biologis yang sudah dibuat secara komersial dan digunakan untuk larvasidasi dan efektif untuk pengendalian

larva vektor adalah kelompok bakteri. Dua spesies bakteri yang sporanya mengandung endotoksin dan mampu membunuh larva adalah *Bacillus thuringiensis* serotype H-14 (Bt. H-14) dan *B. spaericus* (BS). Endotoksin merupakan racun perut bagi larva, sehingga spora harus masuk ke dalam saluran pencernaan larva. Keunggulan agen biologis ini tidak mempunyai pengaruh negatif terhadap lingkungan dan organisme bukan sasaran. Kelemahan cara ini harus dilakukan secara berulang dan sampai sekarang masih harus disediakan oleh pemerintah melalui sektor kesehatan. Karena endotoksin berada di dalam spora bakteri, bilamana spora telah berkecambah maka agen tersebut tidak efektif lagi.

2) Predator

Predator larva di alam cukup banyak, namun yang bisa digunakan untuk pengendalian larva vektor DBD tidak banyak jenisnya, dan yang paling mudah didapat dan dikembangkan masyarakat serta murah adalah ikan pemakan jentik. Di Indonesia ada beberapa ikan yang berkembangbiak secara alami dan bisa digunakan adalah ikan kepala timah dan ikan cetul. Namun ikan pemakan jentik yang terbukti efektif dan telah digunakan di kota Palembang untuk pengendalian larva DBD adalah ikan cupang.

Jenis predator lainnya yang dalam penelitian terbukti mampu mengendalikan larva DBD adalah dari kelompok *copepoda* atau *cyclops*, Jenis ini sebenarnya jenis *Crustacea* dengan ukuran mikro. Namun jenis ini mampu makan larva vektor DBD. Beberapa spesies sudah diuji coba dan efektif, antara lain *Mesocyclops aspericornis* diuji coba di Vietnam, Tahiti dan juga di Balai Besar Penelitian Vektor dan Reservoir, Salatiga.

c. Pengendalian Kimiawi

Pengendalian secara kimiawi masih menjadi senjata utama baik bagi program pengendalian DBD dan bagi masyarakat. Penggunaan insektisida dalam pengendalian vektor DBD dapat menguntungkan sekaligus merugikan. Insektisida yang digunakan secara tepat sasaran, tepat dosis, tepat waktu dan cakupan akan mampu mengendalikan vektor dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan organisme yang bukan sasaran. Namun dampak penggunaan insektisida dalam jangka tertentu secara akan menimbulkan resistensi vektor.

d. Partisipasi Masyarakat

Partisipasi masyarakat merupakan proses panjang dan memerlukan ketekunan, kesabaran dan upaya dalam memberikan pemahaman dan motivasi kepada individu, kelompok, masyarakat, bahkan pejabat secara berkesinambungan. Program yang melibatkan

masyarakat adalah mengajak masyarakat untuk mau dan mampu melakukan 3M plus atau PSN dilingkungan mereka. Istilah tersebut sangat populer dan mungkin sudah menjadi *trade mark* bagi program pengendalian DBD, namun karena masyarakat kita sangat heterogen dalam tingkat pendidikan, pemahaman dan latar belakangnya sehingga belum mampu mandiri dalam pelaksanaannya.

Dari pertimbangan di atas, maka penyuluhan tentang vektor dan metode pengendaliannya masih sangat dibutuhkan oleh masyarakat secara berkesinambungan. Karena vektor DBD berbasis lingkungan, maka penggerakan masyarakat tidak mungkin dapat berhasil dengan baik tanpa peran dari Pemerintah daerah dan lintas sektor terkait seperti pendidikan, agama, LSM, dll.

8. Metode Perangkap (*Trapping*)

Salah satu metode pengendalian *Aedes aegypti* tanpa menggunakan insektisida atau bahan kimia lainnya yang dapat membantu menurunkan kepadatan nyamuk di lingkungan rumah adalah dengan metode *trapping*. Metode ini adalah pengembangan lain untuk pengendalian nyamuk selain insektisida dengan penggunaan alat perangkap nyamuk. Perangkap ini memanfaatkan mekanisme alamiah sehingga lebih aman dan ramah lingkungan.

Sebenarnya sudah tersedia alat perangkap nyamuk yang beredar luas di masyarakat, namun harganya relatif mahal menjadikan alat ini tidak dapat diaplikasikan oleh masyarakat secara masif. Hal itu yang

mendorong perlunya pengembangan alat perangkap nyamuk yang memanfaatkan tambahan atraktan yang murah, aman dan mudah digunakan (Astuti, 2011).

Perangkap nyamuk yang paling paling populer digunakan dan dikembangkan akhir-akhir ini baik untuk penelitian maupun aplikasi di masyarakat diantaranya adalah *Lethal Oviposition Trap* (LO) atau biasa disebut *Ovitrap*, dan juga *Mosquito Trap*. Kedua alat *trapping* ini selalu mengalami modifikasi seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Pada pembahasan ini penulis akan membahas lebih lanjut mengenai *Mosquito Trap* beserta modifikasi atraktannya.

9. *Mosquito Trap* (Perangkap Nyamuk Dewasa)

Mosquito Trap adalah perangkap nyamuk ramah lingkungan yang telah berhasil diterapkan di beberapa negara endemis DBD termasuk di Indonesia. *Mosquito Trap* berfungsi sebagai alat bantu pengendalian nyamuk, khususnya *Aedes aegypti* dewasa di lingkup rumah tangga. Alat ini dikembangkan pertama kali oleh seorang siswa bernama Hsu Jia-Chang dari kelas program anak-anak cerdas di SD Yong-An di Taipei, Taiwan. Hsu Jia-Chang, yang dibantu oleh gurunya tersebut berhasil menemukan model *Mosquito Trap* pada tahun 2007 (Astuti, 2011).

Mosquito trap pada umumnya berupa tabung dari pemanfaatan botol bekas air mineral atau minuman botolan dengan volume 600 ml atau lebih, yang satu perempat bagian atasnya dipotong, lalu dimasukkan lagi pada potongan yang lain dengan bagian mulut botolnya

dibalik kearah dalam (menghadap kedasar botol), dicat hitam atau warna gelap lainnya pada bagian luarnya, dan diisi dengan air atraktan nyamuk hingga satu per empat bagian botol ($\pm 150-200$ ml.).

10. Zat Atraktan

Atraktan adalah sesuatu yang memiliki daya tarik terhadap serangga seperti nyamuk baik secara kimiawi maupun visual (fisik). Atraktan dari bahan kimia dapat berupa senyawa ammonia, CO₂, asam laktat, *octenol*, dan asam lemak. Zat atau senyawa tersebut berasal dari bahan organik atau merupakan hasil proses metabolisme makhluk hidup, termasuk manusia. Adapun atraktan fisika, dapat berupa getaran suara dan warna, baik warna tempat atau pencahayaan.

Atraktan tertentu dapat digunakan untuk mempengaruhi perilaku, memonitor atau menurunkan populasi nyamuk secara langsung, tanpa menyebabkan cedera bagi binatang lain dan manusia, dan tidak meninggalkan residu pada makanan atau bahan pangan. Efektifitas penggunaannya membutuhkan pengetahuan prinsip-prinsip dasar biologi serangga. Serangga menggunakan penanda kimia (*semiochemicals*) yang berbeda untuk mengirim pesan. Hal ini analog dengan rasa atau bau yang diterima manusia. Penggunaan zat tersebut ditandai dengan tingkat sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Sistem reseptor yang mengabaikan atau menyaring pesan-pesan kimia yang tidak relevan disisi lain dapat mendeteksi pembawa zat dalam konsentrasi yang sangat

rendah. Deteksi suatu pesan kimia merangsang perilaku-perilaku tak teramati yang sangat spesifik atau proses perkembangan (Sayono, 2008).

Atraktan umumnya dimanfaatkan juga oleh beberapa peneliti dibidang vektor sebagai zat untuk pengaplikasian jenis-jenis perangkap serangga (khususnya nyamuk) agar metode *trapping* tersebut menjadi lebih efektif dan efisien. Pada perangkap jenis *Mosquito trap* yang menargetkan *Aedes aegypti* dewasa sebagai sasaran, atraktan yang biasa digunakan adalah atraktan dari larutan fermentasi gula merah. Tidak menutup kemungkinan bahwa pengaplikasian jenis atraktan lain pada *Mosquito trap* juga dapat meningkatkan efektifitas jumlah tangkapan.

Penelitian terkait atraktan yang mampu mempengaruhi perilaku, populasi, maupun pengendalian nyamuk sebagai vektor masih terus dikembangkan hingga saat ini. Dari sekian banyak jenis atraktan yang pernah diujikan, yang dapat menarik *Aedes aegypti* untuk mendekat antara lain yaitu larutan fermentasi gula merah, air rendaman jerami, air rendaman kerang spesies *Anadara granosa*, *Paphia undulata*, dan *Mytilus smaragdinus*, serta air rendaman udang windu (Thavara, 2004).

11. Larutan Fermentasi Gula Merah

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik. Ilmu biologi secara lanjut mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal. Gula adalah bahan yang

umum dijadikan sebagai bahan baku dalam fermentasi. Agar dapat difermentasi, umumnya gula dilarutkan dengan air dan ditambahkan dengan ragi. Dalam pembuatan larutan atraktan, gula yang umum digunakan adalah gula merah dikarenakan kandungan glukosa pada gula merah lebih mudah terfermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat dalam ragi dibandingkan dengan gula pasir. Beberapa jenis senyawa yang dihasilkan dari fermentasi gula merah adalah etanol, asam laktat, dan hidrogen dan gas CO_2 . Gas CO_2 tersebut merupakan atraktan yang mampu dikenali dengan baik oleh penciuman *Aedes aegypti* untuk datang mendekat (Kurniati, 2005).

12. Udang Windu

Udang windu (*Panaeus monodon*) memiliki sifat-sifat dan ciri khas yang membedakannya dengan udang-udang yang lain. Udang windu bersifat *euryhaline*, yakni secara alami bisa hidup di perairan yang berkadar garam dengan rentang yang luas, yakni 5-45 %. Kadar garam ideal untuk pertumbuhan udang windu adalah 19-35 %. Sifat lain yang juga menguntungkan adalah ketahanannya terhadap perubahan suhu yang dikenal sebagai *eurythermal* (Suyanto dan Mujiman, 2004).

Udang secara umum merupakan organisme yang aktif mencari makan pada malam hari (*nocturnal*). Jenis makannya sangat bervariasi tergantung pada tingkatan umur udang. Pada stadium benih, makanan utamanya adalah plankton (*fitoplankton* dan *zooplankton*). Udang dewasa menyukai daging binatang lunak atau *mollusca* (kerang, tiram,

siput), cacing, annelida yaitu cacing *polychaeta*, dan *crustacea*. Dalam usaha budidaya, udang windu mendapatkan makanan alami yang tumbuh di tambak, yaitu klekap, lumut, plankton, dan *benthos*. Udang akan bersifat kanibal bila kekurangan makanan (Soetomo, 1990).

Pada siang hari, udang windu hanya membenamkan diri pada lumpur maupun menempelkan diri pada sesuatu benda yang terbenam dalam air. Apabila keadaan lingkungan tambak cukup baik, udang jarang sekali menampakkan diri pada siang hari. Apabila pada suatu tambak udang tampak aktif bergerak di waktu siang hari, hal tersebut merupakan tanda bahwa ada yang tidak sesuai. Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh jumlah makanan yang kurang, kadar garam meningkat, suhu meningkat, kadar oksigen menurun, ataupun karena timbulnya senyawa-senyawa beracun (Suyanto dan Mujiman, 2004).

Secara alami daur hidup udang *panaeoid* meliputi dua tahap, yaitu tahap ditengah laut dan muara sungai (*estuaria*). Udang windu tumbuh menjadi dewasa dan memijah ditengah laut. Telur udang yang dihasilkan kemudian disimpan pada bagian punggung dari abdomen betina. Bila telur tersebut telah matang dan siap untuk dibuahi maka dikeluarkan melalui saluran telur (*oviduct*) yang terdapat pada bagian pangkal dari pasangan kaki jalan ke tiga. Pada saat telur dikeluarkan, secara bersamaan *spermatofor* dipecahkan oleh induk betina, sehingga terjadilah pembuahan. Telur yang telah dibuahi akan menetas dalam waktu 12 - 15 jam dan berkembang menjadi larva (Soetomo, 1990).

a. Taksonomi

Dalam dunia internasional, udang windu dikenal dengan nama *black tiger*, *tiger shrimp*, atau *tiger prawn*. Adapun udang windu diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Phylum	: <i>Arthropoda</i>
Class	: <i>Malacostraca</i>
Ordo	: <i>Decapoda</i>
Family	: <i>Panaeidae</i>
Genus	: <i>Panaeus</i>
Species	: <i>Panaeus monodon Fabricus</i> (Soetomo, 1990)

b. Morfologi

Ditinjau dari morfologinya, tubuh udang windu (*Panaeus monodon*) terbagi menjadi dua bagian, yakni bagian kepala yang menyatu dengan bagian dada (kepala-dada) disebut *cephalothorax* dan bagian perut (*abdomen*) yang terdapat ekor dibagian belakangnya. Semua bagian badan beserta anggota-anggotanya terdiri dari ruas-ruas (segmen). Kepala-dada terdiri dari 13 ruas, yaitu kepalanya sendiri 5 ruas dan dadanya 8 ruas, sedangkan bagian perut terdiri atas 6 segmen dan 1 *telson*. Tiap ruas badan mempunyai sepasang anggota badan yang beruas-ruas pula (Suyanto dan Mujiman, 2004).

Seluruh tubuh tertutup oleh kerangka luar yang disebut *exoskeleton*, yang terbuat dari zat *chitin*. Bagian kepala ditutupi oleh cangkang kepala (karapaks) yang ujungnya meruncing disebut

rostrum. Kerangka tersebut mengeras, kecuali pada sambungan-sambungan antara dua ruas tubuh yang berdekatan. Hal ini memudahkan mereka untuk bergerak (Suyanto dan Mujiman, 2004). Udang betina lebih cepat tumbuh daripada udang jantan, sehingga pada umur yang sama tubuh udang betina lebih besar daripada udang jantan (Soetomo, 1990).

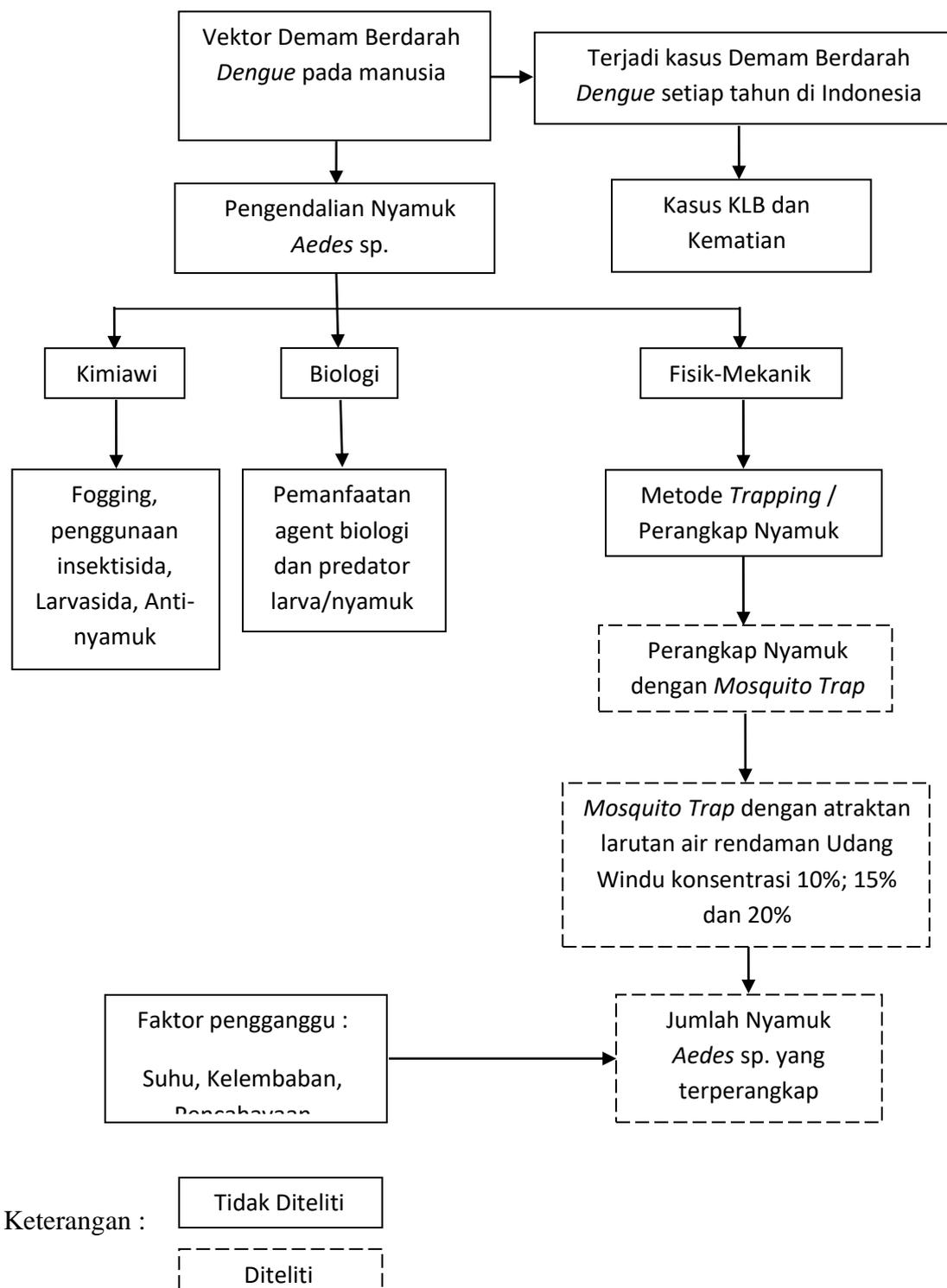
Di bagian kepala-dada terdapat anggota-anggota tubuh lainnya yang berpasang-pasangan. Berturut-turut dari muka ke belakang adalah sungut kecil (*antennula*), sirip kepala (*scophocerit*), sungut besar (*antenna*), rahang (*mandibula*), alat-alat pembantu rahang (*maxilla*), dan kaki jalan (*pereiopoda*). Di bagian perut terdapat lima pasang kaki renang (*pleopoda*). Ujung ruas ke-6 arah belakang membentuk ujung ekor (*telson*). Di bawah pangkal ujung ekor terdapat lubang dubur (*anus*).

13. Air Rendaman Udang Windu

Air dari rendaman udang windu telah teruji memiliki kemampuan sebagai zat atraktan nyamuk khususnya *Aedes aegypti*. Zat atraktan dari air rendaman udang windu (*Panaeus monodon*) juga ampuh menarik *Aedes aegypti* betina gravid (mengandung telur) karena zat atraktan tersebut menghasilkan senyawa-senyawa CO_2 , ammonia, dan octenol baik bentuk gas maupun cair yang mudah dikenali dan merangsang saraf penciuman nyamuk (Thavara, 2004).

Udang windu mengekskresi *feses*, *ammonia* dan *karbondioksia*. Ekskresi *ammonia* berkisar antara 26 - 30 gram per kilogram pakan yang mengandung 35% pellet, sedangkan ekskresi CO_2 1,25 kali dari konsumsi oksigen (Sayono, 2008). Senyawa kimia yang dikeluarkan dari proses biologi dalam air rendaman udang windu mampu tersebar dan tercium oleh nyamuk *Aedes aegypti* hingga 7 – 30 meter tergantung arah dan kecepatan angin.

B. Kerangka Konsep



Gambar 4. Bagan kerangka konsep penelitian

C. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah semakin tinggi konsentrasi air rendaman udang windu yang digunakan, maka semakin banyak *Aedes* sp. yang terperangkap.