

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. DASAR TEORI

1. Demam Berdarah Dengue (DBD)

a. Definisi

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit infeksi dengan manifestasi klinis demam, nyeri otot dan atau sendi yang disertai leukopenia, limfadenopati, trombositopenia, ruam dan diatesis hemoragik yang disebabkan oleh virus dengue yang tergolong *ss RNA positive-strand virus* dari genus *Flaviviridae* (Soedarto, 2012; Suhendro, dkk., 2010).

b. Epidemiologi

Terdapat sekitar 2,5 miliar orang di dunia beresiko terinfeksi virus dengue terutama di daerah tropis maupun subtropis, dengan perkiraan 500.000 orang memerlukan rawat inap setiap tahunnya dan 90% dari penderitanya ialah anak-anak yang berusia kurang dari 15 tahun (WHO, 2011). Distribusi penderita DBD dapat digolongkan menjadi:

1) Distribusi menurut umur, jenis kelamin dan ras

Berdasarkan data kejadian DBD yang dikumpulkan di Ditjen PP & PL Kasus DBD perkelompok umur dari tahun 1993-2009 terjadi pergeseran. Dari tahun 1993 sampai tahun 1998 kelompok umur terbesar kasus DBD adalah kelompok umur < 15 tahun,

tahun 1999-2009 kelompok umur terbesar kasus DBD cenderung pada kelompok umur ≥ 15 tahun. Bila dilihat, distribusi kasus berdasarkan jenis kelamin pada tahun 2008, persentase penderita laki-laki dan perempuan hampir sama. Jumlah penderita berjenis kelamin laki-laki adalah 10.463 orang (53,78%) dan perempuan berjumlah 8.991 orang (46,23%). Hal ini menggambarkan bahwa risiko terkena DBD untuk laki-laki dan perempuan hampir sama, tidak tergantung jenis kelamin. Faktor ras pada penderita demam berdarah di Indonesia belum jelas pengaruhnya (Depkes RI, 2010).

2) Distribusi menurut waktu

Musim penularan demam berdarah di Indonesia pada umumnya terjadi pada awal musim hujan (permulaan tahun dan akhir tahun). Hal ini dikarenakan pada musim hujan vektor penyakit demam berdarah populasinya meningkat dengan bertambah banyaknya sarang nyamuk diluar rumah sebagai akibat sanitasi lingkungan yang kurang bersih, sedangkan pada musim kemarau *Aedes aegypti* bersarang di bejana yang selalu terisi air seperti bak mandi, tempayan, drum dan penampungan air (Depkes RI, 2010).

3) Distribusi menurut tempat

Penyakit DBD dapat menyebar pada semua tempat kecuali tempat dengan ketinggian $>1000-1500$ meter dari permukaan laut karena pada tempat yang tinggi dengan suhu yang rendah siklus

perkembangan *Aedes aegypti* tidak sempurna. Daerah yang terjangkit demam berdarah pada umumnya adalah kota atau wilayah yang padat penduduknya.

Hal ini disebabkan di kota atau wilayah yang padat penduduk rumah-rumahnya saling berdekatan, sehingga lebih memungkinkan penularan penyakit demam berdarah mengingat jarak terbang *Aedes aegypti*. Meningkatnya jumlah kasus serta bertambahnya wilayah yang terjangkit disebabkan karena semakin baiknya sarana transportasi penduduk, adanya pemukiman baru, dan terdapatnya vektor nyamuk hampir di seluruh pelosok tanah air serta adanya tipe virus yang bersikulasi sepanjang tahun (Depkes RI, 2010).

c. Etiologi

Demam Berdarah Dengue (DBD) disebabkan oleh virus dengue yang termasuk dalam genus Flavivirus. Flavivirus adalah virus yang terdiri dari asam ribonukleat rantai tunggal dengan berat molekul 4×10^6 dan mempunyai diameter 30 nm (Soedarto, 2011). Terdapat empat serotipe virus DEN yang sifat antigeniknya berbeda, yaitu virus dengue-1 (DEN 1), virus dengue-2 (DEN 2), virus dengue-3 (DEN 3) dan virus dengue-4 (DEN 4) (Suhendro, dkk., 2011; Soedarto, 2012).

d. Penularan dan masa inkubasi

Dengue ditularkan pada manusia terutama oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Setelah nyamuk menghisap darah yang infeksi, virus memasuki kelenjar liur nyamuk (*salivary glands*) lalu menjadi infeksi

dalam waktu 8-10 hari, yang disebut masa inkubasi ekstrinsik. Penularan virus dengue dari seorang penderita ke orang lain melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Virus dengue akan berkembang biak di dalam tubuh manusia dan waktu inkubasi yang diperlukan sekitar 4-5 hari (*intrinsic incubation period*) sebelum dapat menimbulkan penyakit dengue. Penularan virus dengue dari manusia ke nyamuk terjadi jika di dalam tubuh manusia sedang terjadi viremia, yaitu 2 hari sebelum terjadi demam sampai hari ke-5 sesudah terjadinya demam (Soedarto, 2012).

Penularan virus dengue melalui dua pola umum, yaitu dengue endemik dan hiperendemik. Penularan dengue endemik terjadi apabila virus dengue memasuki daerah terisolasi, meskipun hanya melibatkan satu serotipe virus dengue. Apabila jumlah hospes yang peka (anak-anak maupun dewasa) mencukupi jumlahnya dan populasi vektor besar, ledakan penularan dapat terjadi dengan insiden mencapai 25-50%. Penyebaran dengue hiperendemik memiliki ciri khas berupa sirkulasi beberapa serotipe virus dengue di daerah dimana sejumlah besar hospes yang peka dan vektor penularnya terus menerus dijumpai di daerah tersebut dan tidak dipengaruhi oleh musim. Pola utama dalam penyebaran global infeksi dengue adalah pola hiperendemik (Soedarto, 2011).

e. Vektor *Aedes aegypti*

1) Definisi

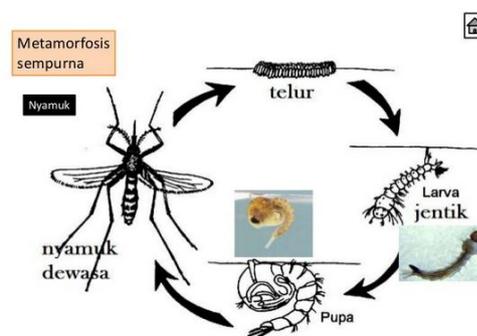
Aedes aegypti merupakan salah satu vektor penular demam dengue atau demam berdarah dan sebagai vektor utama penular demam kuning sehingga disebut juga *yellow fever mosquito*. Spesies *Aedes aegypti* tersebar luas di dunia di daerah yang terletak antara 40° Lintang Utara dan 40° Lintang Selatan dan hanya hidup pada suhu antara 8-37° celcius (Soedarto, 2011).

2) Morfologi

Aedes aegypti dewasa mempunyai bercak putih keperakan atau putih kekuningan dan tubuhnya berwarna hitam. Pada thoraks bagian dorsal terdapat bercak putih yang *bentuknya* khas yaitu berupa 2 garis sejajar di bagian tengah toraks dan 2 garis lengkung di tepi toraks (Supartha, 2008; Soedarto, 2011).

3) Siklus hidup

Siklus hidup *nyamuk* terdapat empat stadium, yaitu telur, larva, pupa dan nyamuk dewasa (Gambar 2.1).



Gambar 2. 1 Siklus hidup *Aedes aegypti* (Sumber : oktafdsains.blogspot.com)

a) Telur

Nyamuk betina *Aedes aegypti* bertelur sebanyak 50-120 butir telur pada bejana yang mengandung sedikit air, seperti pada vas bunga, gentong penyimpanan air dan bak penyimpanan air yang ada di dalam rumah. Selain itu, ban bekas dan wadah-wadah yang terisi air hujan di luar rumah juga menjadi tempat berkembang biak nyamuk ini. Pada satu siklus gonotropik, seekor nyamuk betina umumnya meletakkan telurnya di beberapa tempat bertelur (Soedarto, 2012). Telur *Aedes aegypti* berbentuk elips berwarna hitam dan terpisah satu dengan yang lainnya seperti pada Gambar 2.2 (Ginanjar, 2008).



Gambar 2. 2 Telur *Aedes aegypti*

(Dep. Entomology and Nematology, 2008)

Pada lingkungan yang hangat dan lembab, perkembangan embrio telah lengkap dalam waktu 48 jam dan dapat menetas jika tersiram air. Dalam keadaan kering telur nyamuk dapat bertahan hidup sampai satu tahun lamanya, tetapi akan mati jika didinginkan kurang dari 10° celcius. Tidak semua telur

menetas dalam waktu yang sama, tergantung pada keadaan lingkungan dan iklim (Soedarto, 2012). Selama musim panas dimana di waktu siang hari yang panjang, presentase penetasan biasanya lebih tinggi pada waktu tenggelam di dalam air. Apabila waktu siang lebih pendek, jumlah telur yang menetas biasanya lebih sedikit (Boewono, 2013).

b) Larva

Terdapat empat tahapan dalam perkembangan larva yang disebut instar. Larva nyamuk semuanya hidup di air yang tahapannya terdiri atas empat instar (Supartha, 2008). Perkembangan larva sampai menjadi nyamuk dewasa membutuhkan waktu sekitar 7-10 hari (termasuk stadium pupa yang lamanya 2 hari) dalam kondisi optimal. Temperatur, makanan yang tersedia, dan kepadatan larva dalam satu wadah mempengaruhi lamanya stadium larva. Masa perkembangan larva menjadi nyamuk dewasa dapat berlangsung sampai beberapa minggu jika suhunya rendah (Soedarto, 2012).



Gambar 2. 3 Larva *Aedes aegypti*

(Sumber : <http://medent.usyd.edu.au>)

Adapun ciri-ciri larva *Aedes aegypti* yaitu terdapat corong udara (*siphon*) yang memiliki pecten serta sepasang rambut dan jumbai pada segmen terakhir. Pada segmen-segmen abdomen tidak dijumpai adanya rambut-rambut berbentuk kipas (*palmate hairs*) dan setiap sisi abdomen segmen kedelapan ada *comb scale* sebanyak 8 – 21 atau berjejer 1 – 3 . Bentuk individu dari *comb scale* seperti duri. Pada sisi thorax terdapat duri yang panjang dengan bentuk kurva dan terdapat sepasang rambut di kepala (Boewono, 2013).

c) Pupa

Pupa nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai bentuk tubuh bengkak, dengan bagian kepala dada (*cephalothorax*) lebih besar bila dibandingkan dengan bagian perut, pupa tampak seperti tanda baca “koma” (Gambar 2.4).



Gambar 2. 4 Pupa *Aedes aegypti*
(Dep. Entomology and Nematology, 2008)

Tahap pupa pada nyamuk *Aedes aegypti* umumnya berlangsung selama $\pm 2-4$ hari. Saat nyamuk dewasa akan melengkapi perkembangannya dalam cangkang pupa.

Pupa akan naik ke permukaan dan berbaring sejajar dengan permukaan air untuk persiapan munculnya nyamuk dewasa (Achmadi, 2011).

d) Dewasa

Ukuran tubuh nyamuk *Aedes aegypti* betina antara 3-4 cm, dengan mengabaikan panjang kakinya (Ginancar, 2008). Setelah nyamuk dewasa keluar dari dalam pupa, nyamuk akan melakukan kopulasi dengan nyamuk betina. Nyamuk betina akan mengisap darah yang menjadi sumber protein esensial untuk pematangan terlurnya dalam waktu 24-36 jam setelah kopulasi.



Gambar 2. 5 Nyamuk dewasa *Aedes aegypti*
(Dep. Entomology and Nematology, 2008)

Seekor nyamuk betina *Aedes aegypti* dapat melakukan lebih dari satu kali mengisap darah untuk melengkapi satu siklus gonotropik dan termasuk *nervous feeder* yang mengisap darah lebih dari satu orang korban (Soedarto, 2012).

4) Kebiasaan Makan

Kebiasaan makan nyamuk *Aedes aegypti* sangat *antropofilik* (menyukai darah manusia). Sebagai spesies diurnal, nyamuk ini

aktif mencari makan (*biting activity*) pada pagi hari (09.00-10.00) beberapa jam setelah matahari terbit dan sore hari (16.00-17.00) beberapa jam sebelum matahari terbenam. Puncak waktu *biting activity* tergantung pada tempat dan iklim (Depkes RI, 2007; Soedarto, 2012).

5) Tempat Istirahat

Nyamuk *Aedes aegypti* beristirahat di tempat yang tidak terkena sinar, seperti tempat di dalam rumah yang gelap dan tersembunyi, ruangan yang lembab, kamar tidur dan kamar mandi. Tempat yang paling disukai yaitu di bawah meja kursi, baju dan korden yang tergantung (Supartha, 2008; Soedarto, 2012).

6) Jarak Terbang

Faktor – faktor yang mempengaruhi jarak terbang nyamuk antara lain kemampuan menghisap darah dan tempat bertelur nyamuk. Jarak terbang *Aedes aegypti* ialah 30-59 meter dari tempat berkembang biaknya, namun bisa mencapai 400 meter terutama waktu nyamuk betina mencari tempat untuk bertelur (Supartha, 2008; Soedarto, 2012).

7) Umur Nyamuk

Lama hidup nyamuk dewasa *Aedes aegypti* berkisar antara 3-4 minggu. Pada musim penghujan, umur nyamuk lebih panjang dan penularan virus menjadi lebih tinggi (Soedarto, 2012).

f. Patogenesis

Virus berkembang biak dalam sistem retikuloendotelial di dalam tubuh manusia, dengan target utama virus dengue adalah monosit atau makrofag walaupun sel sel lain seperti sel Kupffer dalam hepar juga dapat terkena. Viremia timbul setelah terjadi reaksi anamnestik dari pembentukan antibodi, khususnya sejak saat menjelang munculnya gejala klinis sampai 5-7 hari sesudahnya. Di dalam darah perifer, virus bersirkulasi di dalam monosit atau makrofag, limfosit B dan limfosit T. Respons imun, baik humoral maupun seluler, antara lain berupa anti-netralisasi, anti-hemaglutinin dan anti komplemen muncul karena infeksi tersebut. Antibodi yang muncul yaitu imunoglobulin IgG dan IgM, antibodi mulai dibentuk pada infeksi dengue primer dan kadar antibodi telah meningkat (*booster effect*) pada infeksi sekunder (Irianto, 2013).

g. Faktor Risiko yang Berhubungan dengan DBD

Faktor- faktor yang terkait dalam penularan DBD pada manusia adalah :

- 1) Kepadatan penduduk, kepadatan penduduk akan mempengaruhi kepadatan rumah, sehingga lebih padat suatu rumah lebih mudah untuk terjadi penularan DBD, oleh karena jarak terbang nyamuk diperkirakan 50 meter (Gamma & Betty, 2010).
- 2) Kualitas perumahan, jarak antar rumah, pencahayaan, bentuk rumah, bahan bangunan juga akan mempengaruhi penularan. Bila

di suatu rumah ada nyamuk penularnya maka akan menularkan penyakit di orang yang tinggal di rumah tersebut, di rumah sekitarnya yang berada dalam jarak terbang nyamuk dan orang-orang yang berkunjung kerumah itu (Gama & Betty, 2010).

- 3) Mobilitas penduduk, memudahkan penularan dari suatu tempat ke tempat lain (Gama & Betty, 2010). Semakin tinggi tingkat mobilitas seseorang, semakin besar risiko untuk menderita penyakit DBD (Widodo, 2012).
- 4) Pendidikan, akan mempengaruhi cara berpikir dalam penerimaan penyuluhan dan cara pemberantasan yang dilakukan (Gama & Betty, 2010). Semakin tinggi pendidikan seseorang, maka wawasan yang dimilikinya akan semakin luas sehingga pengetahuan pun juga akan meningkat, sebaliknya rendahnya pendidikan seorang akan mempersempit wawasannya sehingga akan menurunkan tingkat pengetahuan terhadap masalah kesehatan (Wati, 2009).
- 5) Mata pencaharian, mempengaruhi penghasilan. Penghasilan akan mempengaruhi kunjungan untuk berobat ke puskesmas atau rumah sakit (Gama & Betty, 2010). Kemiskinan atau penghasilan yang rendah mengakibatkan orang tidak mempunyai kemampuan untuk menyediakan rumah yang layak dan sehat, pasokan air minum dan pembuangan sampah yang benar (Knowlton, dkk., 2009).
- 6) Sikap hidup dan perilaku, yang rajin dan senang akan kebersihan dan cepat tanggap dalam masalah akan mengurangi risiko tertular

penyakit. Kurangnya perhatian sebagian masyarakat terhadap kebersihan lingkungan tempat tinggal, sehingga terjadi genangan air yang menyebabkan berkembangnya nyamuk. Kurang baik perilaku masyarakat terhadap PSN (mengubur, menutup penampungan air), urbanisasi yang cepat, transportasi yang makin baik, mobilitas manusia antar daerah, kurangnya kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan, dan kebiasaan berada di dalam rumah pada waktu siang hari akan mempengaruhi kejadian DBD di suatu tempat (Gama & Betty, 2010).

- 7) Golongan umur, akan memperngaruhi penularan penyakit. Lebih banyak golongan umur kurang dari 15 tahun berarti peluang untuk sakit DBD lebih besar (Gama & Betty, 2010). Kelompok umur < 12 tahun berisiko terkena DBD sebesar 10,00 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok umur > 45 tahun. Kelompok umur 12 – 18 tahun berisiko terkena DBD sebesar 2,00 kali lebih tinggi dibandingkan dengan umur > 45 tahun. Kelompok umur 19 – 45 tahun berisiko terkena DBD sebesar 0,778 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok umur > 45 tahun. Semakin muda umurnya, besar risiko terkena DBD semakin tinggi. Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa umur merupakan salah satu faktor risiko kejadian DBD (Djati, dkk., 2010).

- 8) Suku bangsa, tiap suku bangsa mempunyai kebiasaannya masing-masing, hal ini juga mempengaruhi penularan DBD (Gama & Betty, 2010).
- 9) Kerentanan terhadap penyakit, tiap individu mempunyai kerentanan tertentu terhadap penyakit, kekuatan dalam tubuhnya tidak sama dalam menghadapi suatu penyakit, ada yang mudah kena penyakit, ada yang tahan terhadap penyakit (Gama & Betty, 2010).
- 10) Lingkungan, perubahan suhu, kelembaban nisbi, dan curah hujan mengakibatkan nyamuk lebih sering bertelur sehingga vektor penular penyakit bertambah dan virus dengue berkembang lebih ganas. Siklus perkawinan dan pertumbuhan nyamuk dari telur menjadi larva dan nyamuk dewasa akan dipersingkat sehingga jumlah populasi akan cepat sekali naik. Keberadaan penampungan air artifisial/ kontainer seperti bak mandi, vas bunga, drum, kaleng bekas, dan lain-lain akan memperbanyak tempat bertelur nyamuk (Gama & Betty, 2010). Suatu daerah akan menjadi potensial untuk penularan DBD apabila didukung oleh faktor lingkungan misalnya kelembapan (Boesri & Boewono, 2008).

h. Pencegahan

Pencegahan penyakit DBD dengan manajemen lingkungan yaitu Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN), pengelolaan sampah padat, modifikasi tempat perkembangbiakan nyamuk hasil samping kegiatan

manusia, dan perbaikan desain rumah. Sebagai contoh, menguras bak mandi atau penampungan air sekurang-kurangnya sekali seminggu, mengganti/menguras vas bunga dan tempat- minum burung seminggu sekali, menutup dengan rapat tempat penampungan air dan mengubur barang-barang bekas, aki bekas dan ban bekas di sekitar rumah dan lain sebagainya (Soegijanto, 2006; Depkes RI, 2010).

2. Insektisida

Insektisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan dan memberantas serangga. Berdasarkan stadium serangga yang menjadi targetnya dibagi menjadi 3, yaitu a) *Imagosida* untuk memberantas serangga dewasa; b) *Larvisida* ditujukan terhadap larva; c) *Ovisida* untuk memberantas telur serangga.

Berdasarkan atas tempat masuknya ke dalam tubuh serangga dikelompokkan menjadi 3, yaitu a) racun kontak (*contact poison*) yang masuk dan terserap melalui kulit tubuh serangga yang disebut eksoskelet; b) racun perut (*stomach poison*) insektisida yang termakan oleh serangga dan masuk melalui mulut atau alat pencernaan; c) *fumigans* yang masuk melalui pori atau saluran pernafasan pada dinding tubuh serangga yang disebut spirakel atau stigma dan masuk ke dalam trakea (Natadisastra, 2009; Soedarto, 2011).

Bahan dasar insektisida dapat berasal dari bahan kimia dari tumbuhan misalnya piretrum, rotenon, nikotina, bahan inorganik misalnya arsen dan fluorin bahan kimia *organofosfat*, *hidrokarbon clorin* atau bahan

kimia lainnya (Natadisastra, 2009). Jenis insektisida organofosfat yang digunakan untuk mengendalikan dan memberantas serangga antara lain parathion, methyl parathion, malathion, diazinon, dichlorvos dan abate (Soedarto, 2011). Cara kerja dari insektisida organofosfat adalah pada *neuromuscular junction saraf*. Insektisida masuk ke dalam tubuh serangga maupun mammalia melalui kulit, alat pencernaan dan alat pernafasan. Penggunaan insektisida organofosfat harus sering diulang karena daya residualnya umumnya rendah.

Malathion adalah derivat alifatik golongan fosfor yang berguna untuk memberantas berbagai serangga. Malathion mudah terurai sehingga bukan *residual insecticide* yang baik dan berbagai jenis serangga telah resisten terhadap malathion (Soedarto, 2011). Malathion merupakan salah satu insektisida yang digunakan untuk fogging. Fogging biasanya dilakukan bila di suatu daerah ditemukan kasus penyakit yang mematikan. Hal ini dilakukan untuk membunuh nyamuk dewasa yang diduga merupakan vektor yang infeksi yang menjadi penyebab kematian tersebut.

Fogging efektif dilakukan pada saat pagi hari waktu angin belum begitu kencang dan saat aktivitas menggigit nyamuk tersebut sedang memuncak. Fogging yang bertujuan untuk memberantas nyamuk demam berdarah, dilakukan di dalam dan di luar rumah tetapi bukan di selokan-selokan (Hadi, dkk., 2006).

3. Pengendalian vektor

Pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* untuk menghambat terjadinya kontak antara nyamuk dewasa dan manusia merupakan cara untuk mencegah dan mengurangi penularan virus dengue. WHO menganjurkan untuk melaksanakan IVM (*Integrated Vector Management*) untuk mengendalikan sebaran nyamuk *Aedes aegypti*, yaitu membuang semua wadah yang dapat menjadi tempat hidup larva nyamuk, mengeringkan secara teratur dan membersihkan wadah yang menjadi sarang-sarang nyamuk sehingga telur, larva dan pupa nyamuk dapat terbang, menggunakan insektisida yang sesuai atau memberantas larva secara biologis dan memberantas nyamuk dewasa menggunakan insektisida, atau menggunakan berbagai cara atau metode pemberantasan secara terpadu (Soedarto, 2012).

Hal-hal seperti ekologi daerah setempat, sifat biologi nyamuk yang menjadi vektor dengue, cara hidup dan kebiasaan penduduk dalam menyimpan cadangan air, waktu pelaksanaan pengendalian vektor serta luasnya daerah yang diprogramkan harus dipertimbangkan untuk memilih program pengendalian vektor yang sesuai (Soedarto, 2012).

Pengendalian vektor untuk mencegah dan mengurangi penularan virus dengue dilakukan dengan berbagai cara, meliputi :

a. Pengendalian kimiawi *Aedes aegypti*

Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* ditujukan terhadap semua stadium nyamuk terutama larva dan nyamuk dewasa. Larvasida untuk

memberantas larva *Aedes aegypti* dan diberikan imagosida (*adulticide*) untuk memberantas nyamuk dewasa yang ditujukan untuk menurunkan kepadatan nyamuk, memperpendek umur nyamuk dan menurunkan parameter penularan lainnya. Insektisida yang dapat ditujukan terhadap nyamuk dewasa atau larva terdiri dari golongan organochlorine, organophospor (contoh temephos, abate) carbamate, dan pyrethroid. Imagosida dapat diberikan dalam bentuk penggunaan sebagai endapan permukaan (*residual surface treatment*) atau penyemprotan nyamuk yang terbang (*space treatment*) (Soegijanto, 2006; Soedarto, 2012).

1) Residual treatment

Tindakan ini dilakukan dengan menggunakan penyemprot tangan (*handoperated compression sprayer*) untuk sasaran terbatas atau menggunakan mesin penyemprot untuk sasaran luas. Saat melakukan penyemprotan harus dicegah agar wadah yang akan digunakan sebagai tempat air minum orang atau hewan peliharaan tidak tercemar insektisida (Soedarto, 2012).

2) Semprotan ruangan (*space spraying*)

Space spraying hanya digunakan untuk mengatasi keadaan darurat misalnya endemi dengue yang sedang berlangsung, dengan sasarannya adalah nyamuk dewasa. Setelah intensitas penularan menurun, dilanjutkan dengan tindakan pengendalian jangka

panjang, misalnya melakukan pemberantasan larva dan pembersihan sarang nyamuk (*breeding place*) oleh masyarakat.

Faktor –faktor yang mempengaruhi efektivitas space drying dalam mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti* meliputi kepekaan nyamuk terhadap insektisida, ukuran butiran larutan (*droplet size*), frekuensi penyemprotan, dan penetrasi insektisida ke dalam rumah. Struktur gedung, pintu dan jendela yang terbuka pada waktu dilakukan penyemprotan, konfigurasi perumahan dan kecepatan angin serta keadaan cuaca mempengaruhi penetrasi insektisida dalam rumah. *Space spraying* sebaiknya dilakukan setiap 2-3 hari selama 10 hari (Soedarto, 2012).

b. Pengendalian biologi

Pengendalian nyamuk secara biologi menggunakan organisme yang hidup parasitik pada nyamuk *Aedes aegypti*, seperti udang-udangan rendah (*Mesocyclops*), *Bacillus thurengiensis* dan *Photorhabdus* dari nematoda *Heterorhabditis* untuk memberantas larva nyamuk *Aedes aegypti*. Pengendalian biologi tidak mencemari lingkungan seperti penggunaan insektisida. Namun, pengendalian biologi memiliki beberapa kendala yaitu terbatasnya luas daerah sasaran, penyediaan organisme dalam jumlah besar karena mahal dan sulit membiakkannya, efektivitasnya dapat menurun karena pengaruh cuaca, pH air dan cemaran organik yang ada pada air yang menjadi *breeding place* nyamuk.

Karena itu biological control hanya efektif jika digunakan pada kontainer habitat nyamuk yang terbuat dari gerabah atau porselin yang jarang dibersihkan atau sumur (Soedarto, 2012).

4. Resistensi Insektisida

Resistensi merupakan kekebalan organisme pengganggu terhadap aplikasi suatu jenis pestisida. Jenis pestisida yang mudah menyebabkan resistensi organisme pengganggu sebaiknya tidak digunakan (Djojsumarto, 2008). Artropoda dikatakan kebal atau resisten terhadap suatu insektisida apabila tidak bisa dibunuh atau mati dengan dosis yang biasa digunakan. Resistensi terjadi karena serangga dapat menetralkan racun insektisida dengan sistem enzim yang dimilikinya, terdapat timbunan lemak di dalam tubuh serangga yang mampu menyerap insektisida yang masuk dan adanya hambatan lain yang dimiliki serangga.

Faktor selain yang dimiliki serangga yang dapat mempengaruhi terjadinya resistensi yaitu lamanya stadium serangga, *generation time* serangga dan kompleks genetik artropoda (Soedarto, 2011), yaitu :

- a. Insektisida yang bekerja terhadap semua stadium serangga baik telur, larva, pupa maupun dewasa akan cepat menimbulkan resistensi oleh serangga daripada insektisida yang bekerja secara spesifik pada satu stadium.
- b. Daur hidup serangga yang pendek sehingga banyak generasi dalam satu tahun, lebih cepat resisten terhadap insektisida daripada serangga yang mempunyai daur hidup yang panjang.

- c. Semakin sedikit jumlah gene pengatur resistensi maka serangga akan lebih cepat resisten terhadap insektisida.

Menurut banyak literatur penyebab resistensi bermacam-macam, meliputi :

- 1) Resistensi Bawaan

Serangga yang secara alami sudah resisten terhadap suatu insektisida, keturunannya juga akan resisten terhadap insektisida bersangkutan. Begitu pula dengan yang secara alami sudah sensitif. Selain itu serangga yang sensitif terhadap suatu insektisida jika mengalami mutasi (yang terjadi satu kali setiap beberapa ratus atau ribu tahun) bisa berkembang menjadi serangga yang resisten terhadap insektisida tersebut (Soedarto, 2011). Adanya perubahan gen yang menyebabkan mutasi. Berdasarkan mekanismenya, resistensi bawaan dibagi menjadi 2, yaitu resistensi fisiologik bawaan dan resistensi kelakuan bawaan (Natadisastra, 2009).

- 2) Resistensi Didapat

Pemberian dosis insektisida yang di bawah dosis lethal dalam waktu yang lama menyebabkan serangga target yang sebelumnya sensitif dapat menyesuaikan diri berkembang menjadi resisten terhadap insektisida tersebut (Soedarto, 2011).

Berdasarkan jenis insektisida yang tidak lagi peka terhadap serangga, resistensi dibedakan menjadi 2, yaitu :

a. Resistensi silang (*cross-resistance*)

Serangga kebal atau resisten terhadap dua insektisida yang satu jenis atau satu seri, misalnya kebal terhadap malathion dan diazinon (Soedarto, 2011; Natadisastra, 2009).

b. Resistensi ganda (*double-resistance*)

Serangga kebal atau resisten terhadap dua insektisida yang berbeda jenis golongannya, misalnya kebal terhadap malathion dan DDT (Soedarto, 2011) (Natadisastra, 2009) . Apabila satu jenis serangga telah resisten terhadap suatu insektisida, maka dosis insektisida harus dinaikkan. Jika dosis insektisida terus dinaikkan, maka pada dosis tertentu akan membahayakan kesehatan manusia dan hewan serta berdampak buruk pada lingkungan. Oleh sebab itu, insektisida perlu diganti dengan insektisida jenis lain atau diciptakan insektisida baru untuk memberantas serangga tersebut (Soedarto, 2011).

Untuk menentukan resistensi nyamuk *Aedes aegypti* ada dua cara, yaitu secara konvensional menggunakan uji bio assay / susceptibility standar WHO dan uji biokimia / uji enzimatis dengan metode Lee.

1) Uji bioassay (*impragnated paper*)

Tingkat resistensi nyamuk dihitung berdasarkan rata-rata kematian nyamuk dari empat kali pengulangan. Ada tiga kriteria kerentanan (Depkes, 2010), yaitu :

- a) Rentan, bila rata-rata kematian nyamuk sebesar 95-100%. Artinya nyamuk yang diuji masih bisa diberantas dengan insektisida dalam dosis anjuran.
- b) Toleran, bila rata-rata kematian nyamuk sebesar 80-95%. Artinya insektisida masih bisa digunakan tetapi harus ada peningkatan dosis.
- c) Resisten, bila rata-rata kematian nyamuk sebesar <80%. Artinya sudah tidak bisa digunakan dan harus diganti dengan jenis insektisida yang lain.

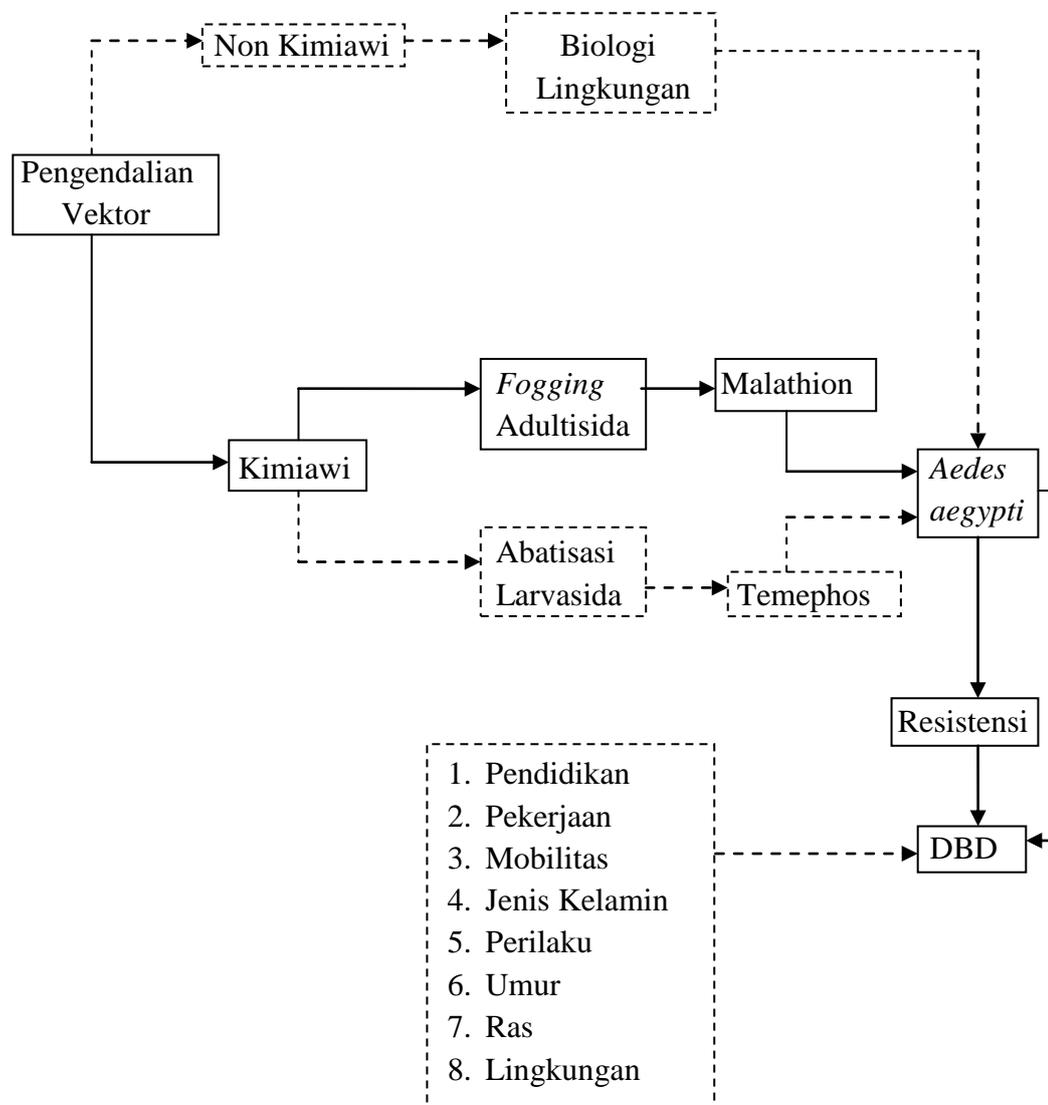
2) Uji Biokimia dengan metode *Lee*

Jentik nyamuk instar IV awal digerus secara individual untuk dibuat homogenat dan dilarutkan dengan 0,5 ml larutan fosfat buffer saline (PBS) 0,02 M, pH = 7. Homogenat kemudian dipindahkan ke dalam microplate menggunakan micropipette sebanyak 50 µl bahan substrat α naftil asetat dalam acetone (6 g/l) dicampur dengan 50 ml buffer phosphate (0,02 M; pH=7) dan dibiarkan selama 60 detik. Selanjutnya pada setiap microplate ditambahkan 50 µl bahan coupling reagent berupa 150 mg garam Fast blue B (o-dianisidine, tetrazotized; sigma) dalam 15 ml akuades dan 35 ml aqueous (5%;w/v)

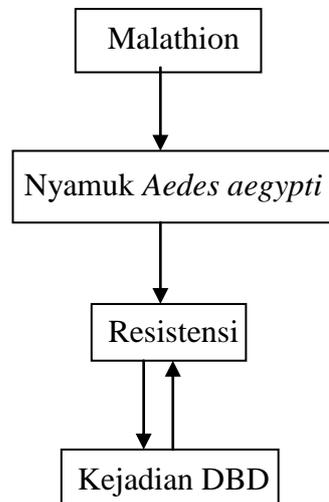
sodium dodecyl sulphate (Sigma). Segera setelah reaksi berlangsung 10 menit, warna merah yang mula mula timbul berangsur-angsur berubah menjadi biru. Reaksi dihentikan dengan penambahan 50 μ l asam asetat 10% ke dalam tiap-tiap microplate yang berisi homogenat. Intensitas warna akhir produk reaksi menggambarkan aktivitas enzim esterase nonspesifik dan tingkatannya dapat dibedakan secara visual. Analisis data secara kuantitatif uji biokimia aktivitas enzim esterase diukur dengan pembacaan *absorbance value* (AV) menggunakan alat *ELISA Reader*, dengan panjang gelombang 450 nm sedangkan analisis data secara kualitatif dilakukan dengan pengamatan secara visual terhadap perubahan warna yang terjadi setelah uji resistensi dengan kriteria (Nusa, dkk., 2008), yaitu :

- a) Sensitif atau Rentan, apabila berwarna kuning atau *colorless*.
- b) Resistensi Ringan, apabila berwarna biru muda.
- c) Resistensi Sedang, apabila berwarna biru kehijauan.
- d) Resistensi Tinggi, apabila berwarna biru tua.

B. KERANGKA TEORI



C. KERANGKA KONSEP



D. HIPOTESIS

H0 : Tidak terdapat hubungan antara resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap malathion dengan kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

H1 : Terdapat hubungan antara resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap malathion dengan kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.