

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Malaria

Penyakit malaria adalah infeksi yang disebabkan oleh parasit malaria, yang merupakan suatu *protozoa* darah termasuk :

Filum	: <i>Apicomplexa</i>
Klas	: <i>Sporozoa</i>
Sub klas	: <i>Cocidiidae</i>
Ordo	: <i>Eucoccidiidae</i>
Sub ordo	: <i>Haemosporidiidae</i>
Familia	: <i>Plasmodiidae</i>
Genus	: <i>Plasmodium</i>

Genus *plasmodium* secara umum dibagi menjadi 3 (tiga) sub genus yaitu sub genus *plasmodium* dengan spesies yang menginfeksi manusia adalah *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale* dan *Plasmodium malariae*, sub genus *laverania* dengan spesies yang menginfeksi manusia adalah *Plasmodium falciparum* dan sub genus *vinckeia* yang hanya menginfeksi kelelawar dan binatang pengerat lainnya (Depkes, 1999).

Definisi penyakit malaria menurut *World Health Organization* (WHO) adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit malaria (*plasmodium*) bentuk aseksual yang masuk ke dalam tubuh manusia yang ditularkan oleh nyamuk malaria (*Anopheles* spp) betina. Definisi penyakit malaria lainnya adalah suatu jenis

penyakit menular yang disebabkan oleh *agent* tertentu yang infeksi dengan perantara suatu vektor dan dapat disebarkan dari suatu sumber infeksi kepada *host*. Penyakit malaria termasuk salah satu penyakit menular yang dapat menyerang semua orang, bahkan mengakibatkan kematian terutama yang disebabkan oleh parasit *Plasmodium falciparum* (Depkes, 2003a).

2.2. Angka Kejadian Malaria

Penyakit malaria menimbulkan masalah kesehatan, untuk itu perlu dilakukan pengukuran tertentu. Angka kesakitan penyakit malaria untuk Jawa Bali diukur dengan *Annual Parasite Incidence (API)* yang diperoleh dari *Active Case Detection (ACD)*, *Passive Case Detection (PCD)* dan kegiatan lain dengan rumus :

$$API = \frac{\text{Jumlah penderita positif selama satu tahun}}{\text{Jumlah penduduk}} \times 1.000\%$$

Angka API dikatakan rendah apabila $< 1\%$, sedang $1 - < 5\%$ dan tinggi bila $> 5\%$. Sedangkan untuk luar Jawa Bali pengukuran angka kesakitan malaria digunakan *Annual Malariae Incidence (AMI)* yang didapat dari catatan laporan selama setahun dari Puskesmas dengan rumus :

$$AMI = \frac{\text{Angka klinis malaria setahun}}{\text{Jumlah penduduk}} \times 1.000\%$$

AMI dikatakan rendah apabila $< 10\%$, sedang $10 - 50\%$ dan tinggi apabila $\geq 50\%$ (Depkes, 2007a).

2.3. Penularan Penyakit Malaria

Secara umum penyebaran penyakit malaria sangat dipengaruhi oleh tiga faktor yang saling mendukung yaitu *host*, *agent* dan *environment* sesuai teori *The Traditional (Ecological) Model* yang dikemukakan oleh Dr. John Gordon (Kodim, 1999).

2.3.1. Faktor *Host* (Manusia dan Nyamuk)

Host pada penyakit malaria terbagi atas dua yaitu *Host Intermediate* (manusia) dan *Host Definitif* (nyamuk). Manusia disebut sebagai *Host Intermediate* (penjamu sementara) karena di dalam tubuhnya terjadi siklus aseksual parasit malaria. Sedangkan nyamuk *Anopheles* spp disebut sebagai *Host Definitif* (penjamu tetap) karena di dalam tubuh nyamuk terjadi siklus seksual parasit malaria (Depkes, 1999).

1. *Host intermediate*

Pada dasarnya setiap orang dapat terinfeksi oleh agent biologis (*Plasmodium*), tetapi ada beberapa faktor intrinsik yang dapat memengaruhi kerentanan *host* terhadap *agent* yaitu usia, jenis kelamin, ras, riwayat malaria sebelumnya, gaya hidup, sosial ekonomi, status gizi dan tingkat immunisasi.

1. Usia, bagi anak laki-laki lebih rentan terhadap infeksi penyakit malaria.
2. Jenis kelamin, perbedaan jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap kerentanan individu, tetapi bila malaria terjadi pada wanita hamil akan menimbulkan

dampak buruk bagi kesehatan ibu dan anaknya, seperti anemia berat, berat badan lahir rendah (BBLR), abortus, partus prematur dan kematian janin intrauterine.

3. Ras, beberapa ras manusia atau kelompok penduduk mempunyai kekebalan alamiah terhadap malaria, misalnya : orang Negro di Afrika Barat dan keturunannya di Amerika dengan golongan darah *Duffy* (-) tidak dapat terinfeksi oleh *Plasmodium vivax* karena golongan ini tidak mempunyai reseptornya (Pribadi, 1994).
4. Riwayat malaria sebelumnya, orang yang pernah terinfeksi malaria sebelumnya biasanya akan terbentuk immunitas sehingga akan lebih tahan terhadap infeksi malaria berikutnya.
5. Cara hidup, kebiasaan tidur tidak memakai kelambu dan sering berada di luar rumah pada malam hari sangat rentan terhadap infeksi malaria.
6. Sosial ekonomi, keadaan sosial ekonomi masyarakat yang bertempat tinggal di daerah endemis malaria erat hubungannya dengan infeksi malaria.
7. Status gizi, keadaan gizi agaknya tidak menambah kerentanan terhadap malaria. Ada beberapa studi yang menunjukkan bahwa anak yang bergizi baik justru lebih sering mendapat kejang dan malaria selebral dibandingkan dengan anak yang bergizi buruk. Tetapi anak yang bergizi baik dapat mengatasi malaria berat dengan lebih cepat dibanding anak yang bergizi buruk.

8. Immunitas, masyarakat yang tinggal di daerah endemis malaria biasanya mempunyai immunitas alami sehingga mempunyai pertahanan alamiah terhadap infeksi malaria (Depkes, 1999).

2. *Host definitif*

Host definitif yang paling berperan dalam penularan penyakit malaria dari orang yang sakit malaria kepada orang yang sehat adalah nyamuk *Anopheles* spp betina. Hanya nyamuk *Anopheles* spp betina yang menghisap darah untuk pertumbuhan telurnya. *Host definitif* ini sangat dipengaruhi oleh dua faktor yaitu : perilaku nyamuk itu sendiri dan faktor-faktor lain yang mendukung (Depkes, 1999).

1. Perilaku nyamuk, pada prinsipnya perilaku nyamuk dapat dibagi menjadi empat kategori, yaitu perilaku hidup, perilaku berkembangbiak, perilaku mencari darah dan perilaku beristirahat.
 - a. Perilaku nyamuk, suatu daerah akan disenangi nyamuk sebagai habitatnya apabila daerah tersebut memenuhi syarat sebagai berikut : tersedia tempat beristirahat, tersedia tempat untuk mencari darah dan tersedia tempat untuk berkembangbiak.
 - b. Perilaku berkembangbiak, masing-masing jenis nyamuk mempunyai kemampuan untuk memilih tempat berkembangbiak sesuai dengan kesenangan dan kebutuhannya, misalnya *Anopheles sunaicus* lebih senang di air payau dengan kadar garam 12 – 18‰ dan terkena sinar matahari

langsung, sedangkan *Anopheles maculatus* lebih senang di air tawar dan terlindung dari sinar matahari (teduh).

- c. Perilaku mencari darah, hanya nyamuk *Anopheles* spp betina yang menghisap darah dibutuhkan untuk pertumbuhan telurnya. Bila dipelajari lebih jauh perilaku nyamuk mencari darah terbagi atas empat hal yaitu : (1) berdasarkan waktu menggigit, mulai senja hingga tengah malam dan menggigit mulai tengah malam hingga dini hari pagi, (2) berdasarkan tempat, *eksopagik* (lebih suka menggigit di luar rumah) dan *endopagik* (lebih suka menggigit di dalam rumah), (3) berdasarkan sumber darah, *anthropofilik* (lebih suka menggigit manusia) dan *zoofilik* (lebih suka menggigit hewan) dan *Anthrozoofilik* (lebih suka menggigit manusia dan hewan), (4) berdasarkan frekuensi menggigit, tergantung spesiesnya dan dipengaruhi oleh temperatur dan kelembaban yang disebut dengan siklus *gonotrofik*. Untuk daerah tropis biasanya siklus ini berlangsung sekitar 48-96 jam.
- d. Perilaku istirahat, (1) istirahat berdasarkan kebutuhan yaitu istirahat sebenarnya yang merupakan masa menunggu proses perkembangan telur dan istirahat sementara, yaitu masa sebelum dan sesudah mencari darah, (2) istirahat berdasarkan kesukaan, *eksofilik* (lebih suka beristirahat di luar rumah) dan *endofilik* (lebih suka istirahat di dalam rumah).

2. Faktor lain yang mendukung :
 - a. Umur nyamuk, semakin panjang umur nyamuk semakin besar kemungkinannya untuk menjadi penular atau vektor malaria.
 - b. Kerentanan nyamuk terhadap infeksi *gametosit*.
 - c. Frekuensi menggigit manusia.
 - d. Siklus *gonotrofik* yaitu waktu yang diperlukan untuk mematangkan sel telur sebagai indikator untuk mengukur interval menggigit nyamuk pada objek yang digigit (manusia).
3. Syarat-syarat nyamuk sebagai vektor :
 - a. Tingkat kepadatan *Anopheles* spp disekitar pemukiman manusia yang sesuai dengan daya jangkau atau kemampuan terbang nyamuk antara 2-3 km.
 - b. Umur nyamuk, lamanya hidup nyamuk harus cukup lama sehingga parasit dapat menyelesaikan siklus *sporogoni* di dalam tubuh nyamuk.
 - c. Adanya kontak dengan manusia, jika nyamuk yang ada kesukaannya menghisap darah manusia (*Anthropofilik*).
 - d. Kerentanan nyamuk terhadap parasit, hanya spesies nyamuk *Anopheles* spp tertentu yang efektif sebagai penular malaria kepada manusia.
 - e. Adanya sumber penular, pada umumnya nyamuk yang baru menetas tidak mengandung parasit dan baru akan menjadi vektor bila terdapat parasit yang berasal dari objek gigitan dan menjadi infeksiif setelah menyelesaikan siklus hidupnya (Depkes, 2007c).

2.3.2. Faktor *Agent* (*Plasmodium*)

Pada tahun 1880 Charles Louis Alphonso Laveran di Al Jazair menemukan parasit malaria dalam darah manusia. Selanjutnya pada tahun 1886 Golgi di Italia menemukan *Plasmodium vivax* dan *Plasmodium malariae*, serta pada tahun 1890 Celli dan Marchiava menemukan *Plasmodium falciparum* (Pribadi, 1994).

Parasit malaria yang terdapat pada manusia ada empat spesies yaitu :

1. *Plasmodium falciparum* penyebab malaria tropika yang menyebabkan malaria berat.
2. *Plasmodium vivax* penyebab malaria tertiana.
3. *Plasmodium malariae* penyebab malaria quartana.
4. *Plasmodium ovale* spesies ini banyak dijumpai di Afrika dan Pasifik Barat (Depkes, 1999).

2.3.3. Faktor *Environment* (Lingkungan)

Faktor lingkungan yang dimaksud adalah lingkungan dimana manusia dan nyamuk berada yang memungkinkan terjadinya penularan malaria setempat (*indigenous*), lingkungan tersebut terbagi atas lingkungan fisik, lingkungan kimia, lingkungan biologik dan lingkungan sosial budaya.

1. Lingkungan fisik : meliputi suhu, kelembaban, hujan, ketinggian, angin, sinar matahari dan arus air.
2. Lingkungan kimia : meliputi kadar garam yang cocok untuk berkembangbiaknya nyamuk *Anopheles sundaicus*.

3. Lingkungan biologik : adanya tumbuhan, lumut, ganggang, ikan kepala timah, gambusia, nila sebagai predator jentik *Anopheles* spp, serta adanya ternak sapi, kerbau dan babi akan mengurangi frekuensi gigitan nyamuk pada manusia.
4. Lingkungan sosial budaya : meliputi kebiasaan masyarakat berada di luar rumah, tingkat kesadaran masyarakat terhadap bahaya penyakit malaria dan pembukaan lahan dengan peruntukannya yang memengaruhi derajat kesehatan masyarakat dengan banyak menimbulkan *breeding places* potensial untuk berkembangbiaknya nyamuk *Anopheles* spp (Depkes, 2003b).

2.4. Pemberantasan Malaria

Program pemberantasan malaria dapat didefinisikan sebagai usaha terorganisir untuk melaksanakan berbagai upaya menurunkan penyakit dan kematian yang diakibatkan malaria, sehingga tidak menjadi masalah kesehatan masyarakat yang utama dengan upaya-upaya : (1) menghindari atau mengurangi kontak gigitan nyamuk *Anopheles* spp dengan memakai kelambu, penjaringan rumah, pemakaian repellent dan obat nyamuk, (2) membunuh nyamuk dewasa dengan menggunakan berbagai insektisida, (3) membunuh jentik (tindakan anti larva) baik secara kimiawi (*larvacida*) maupun biologi (ikan, tumbuhan, jamur, bakteri), (4) mengurangi tempat perindukan (*source reduction*), (5) mengobati penderita malaria, (6) pemberian pengobatan pencegahan (*profilaksis*) dan vaksinasi (masih dalam tahap riset dan clinical trial) (Harijanto, 2000).

2.5. Klasifikasi Nyamuk *Anopheles* spp

Nyamuk *Anopheles* spp mempunyai klasifikasi binomium nomenklatur sebagai berikut :

F i l u m	: <i>Arthropoda</i>
K l a s	: <i>Hexapoda</i>
O r d o	: <i>Diptera</i>
Sub Ordo	: <i>Nematocera</i>
Familia	: <i>Culicidae</i>
Sub Familia	: <i>Culicinae</i>
T r i b u s	: <i>Anophelini</i>
G e n u s	: <i>Anopheles</i>
S p e s i e s	: <i>Anopheles sundaicus, Anopheles maculatus,</i> <i>Anopheles letifer</i> (Depkes, 2003b).

Di Indonesia sampai saat ini nyamuk *Anopheles* spp berjumlah 90 jenis, beberapa diantaranya sebagai penular penyakit malaria. Nyamuk *Anopheles* spp penular penyakit malaria hanya berjumlah 18 spesies (Depkes, 2007c).

2.5.1. Identifikasi Nyamuk

1. Siklus Hidup Nyamuk

Siklus hidup nyamuk secara umum adalah sebagai berikut (Depkes, 2007b) :

1. Telur

- a. Diletakan dipermukaan air atau benda-benda lain dipermukaan air.

- b. Ukuran telur ± 0.5 mm.
- c. Jumlah telur (sekali bertelur) 100-300 butir, rata-rata 150 butir.
- d. Frekuensi bertelur dua atau tiga hari.
- e. Lama menetas dapat beberapa saat setelah kena air, hingga dua sampai tiga hari setelah berada di air.
- f. Telur menetas menjadi jentik (larva).

2. Jentik

- a. Terletak di air dan mengalami empat masa pertumbuhan (stadium) yaitu :
 - Stadium I ± 1 hari
 - Stadium II $\pm 1-2$ hari
 - Stadium III ± 2 hari
 - Stadium IV $\pm 2-3$ hari
- b. Masing-masing stadium ukurannya berbeda-beda dan juga bulu-bulunya.
- c. Tiap pergantian stadium disertai dengan pergantian kulit.
- d. Belum ada perbedaan jantan dan betina.
- e. Pada pergantian kulit terakhir berubah menjadi kepompong.
- f. Umur rata-rata pertumbuhan mulai jentik sampai menjadi kepompong berkisar antara 2-3 hari.
- g. Kepompong.
- h. Terdapat di air.
- i. Tidak memerlukan makanan.

- j. Memerlukan udara.
- k. Belum ada perbedaan jantan dan betina.
- l. Menetas 1-2 hari menjadi nyamuk.
- m. Pada umumnya nyamuk jantan menetas lebih dahulu daripada nyamuk betina.
- n. Umur nyamuk mulai telur, larva, kepompong, nyamuk dewasa antara 2-14 hari.
- o. Jumlah nyamuk jantan dan nyamuk betina yang menetas dari sekelompok telur pada umumnya sama banyak (1 : 1).
- p. Perkawinan biasanya terjadi pada waktu senja, cukup sekali, sebelum nyamuk betina pergi untuk menghisap darah.
- q. Nyamuk jantan umurnya lebih pendek dari nyamuk betina \pm seminggu.
- r. Umur nyamuk betina lebih panjang daripada nyamuk jantan.
- s. Nyamuk jantan makanannya cairan buah-buahan atau sari madu tumbuhan.
- t. Nyamuk betina menghisap darah untuk pertumbuhan sel telurnya.
- u. Nyamuk jantan tidak jauh dari tempat perindukannya.
- v. Nyamuk betina dapat terbang jauh antara 0.5-3 km.

2. Morfologi Nyamuk *Anopheles* spp Dewasa

Bagian-bagian tubuh nyamuk *Anopheles* spp terdiri dari (Depkes, 2001)

- a. Bagian tubuh nyamuk terdiri dari kepala, dada dan perut

Kejala : proboscis, palpi (pembelai), antena

Dada (thoraks) : scutellum, halter, sayap dan urat-uratnya

Perut : ruas-ruas abdomen

- b. Sayap terdiri dari costa, sub costa, urat-urat sayap, jumbai.
- c. Kaki terdiri dari coxa, femur, tibia, tarsus.

3. Ciri – Ciri Nyamuk Dewasa

1. Ciri-ciri umum nyamuk *Anopheles* spp dewasa yaitu :
 - a. Proboscis dan palpi sama panjang.
 - b. Scutellum berbentuk satu lengkungan ($\frac{1}{2}$ lingkaran).
 - c. Urat sayap bernoda pucat dan gelap.
 - d. Jumbai biasanya terdapat noda pucat.
 - e. Pada palpi bergelang pucat atau sama sekali tidak bergelang.
 - f. Kaki panjang dan langsing.
2. Ciri-ciri khusus nyamuk *Anopheles* spp dewasa
 - a. Pada palpi bergelang pucat atau tidak sama sekali.
 - b. Pada sayap ditekankan pada urat-urat sayap dengan noda gelap dan pucat.
 - c. Pada jumbai kadang-kadang bernoda pucat atau gelap sama sekali.
 - d. Pada kaki belakang sering terdapat bintik-bintik (bernoda pucat).
3. Pada nyamuk betina dewasa palpi dan proboscis sama panjang sedangkan pada nyamuk jantan palpi pada bagian ujung berbentuk alat pemukul.
4. Pada saat menggigit nyamuk *Anopheles* spp membentuk sudut 45° - 60° .
5. Nyamuk *Anopheles* spp lebih menyukai mengisap darah di luar bangunan (*endofagik*) dan istirahat di dalam bangunan (*endofilik*) (Depkes, 2007b).

4. Ciri – Ciri Jentik *Anopheles* spp

1. Ciri-ciri jentik *Anopheles* spp
 - a. Tidak mempunyai tabung udara.
 - b. Beberapa ruas abdomen memiliki bulu kipas.
 - c. Pada beberapa ruas abdomen terdapat tergal plate.
2. Ciri-ciri khusus jentik *Anopheles* spp
 - a. Adanya bulu kipas pada jentik.
 - b. Adanya utar-utar pada beberapa ruas abdomen sebagai salah satu ciri.
 - c. Pencirian bagian kepala biasanya melalui clypeal.
 - d. Pada waktu istirahat jentik sejajar dengan permukaan air, bebas berenang di air.
3. Ciri-ciri telur *Anopheles* spp

Telur nyamuk *Anopheles* spp mempunyai pelampung, satu persatu diletakan di atas permukaan air (Depkes, 2000).

5. Pengaruh Tempat

1. Ketinggian tempat

Setiap kenaikan 100 meter maka selisih suhu udara tempat semula adalah 0.5 °C. Bila perbedaan tempat cukup tinggi, maka perbedaan suhu udara juga cukup banyak dan akan memengaruhi faktor-faktor yang lain seperti penyebaran nyamuk, siklus pertumbuhan parasit dalam tubuh nyamuk dan musim penularan.

2. Letak geografis

Letak geografis tempat memengaruhi iklim yang akan memengaruhi populasi nyamuk. Berdasarkan jarak dari khatulistiwa, untuk penyakit malaria dibagi menjadi empat daerah yaitu :

- a. Daerah khatulistiwa (*Equatorial zone*), suhu udara sepanjang tahun 25 °C atau lebih dengan kelembaban nisbi udara 70% atau lebih.
- b. Daerah tropis (*Tropical zone*), suhu udara 25 °C atau lebih selama bulan-bulan terpanas, kelembaban 50% atau kurang selama satu atau beberapa bulan.
- c. Daerah sub tropis (*Sub-tropical zone*), suhu udara 20-25 °C selama berbulan-bulan terpanas, kelembaban 50% atau lebih.
- d. Daerah dingin (*Temperate zone*), suhu udara 16-20 °C selama berbulan-bulan terpanas dan kelembaban 70% atau lebih (Depkes, 2003b).

6. Pengaruh Iklim

- a. Nyamuk termasuk binatang berdarah dingin dan karenanya proses metabolisme dan siklus kehidupannya tergantung pada suhu lingkungannya. Nyamuk tidak dapat mengatur suhu tubuhnya. Suhu rata-rata optimum untuk perkembangan nyamuk adalah 25-27 °C. Nyamuk dapat bertahan hidup dalam suhu rendah tetapi proses metabolismenya menurun atau bahkan terhenti bila suhu turun sampai dibawah suhu kritis pada suhu yang sangat tinggi akan mengalami perubahan proses fisiologis. Pertumbuhan nyamuk

akan terhenti sama sekali bila suhu $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Toleransinya terhadap suhu tergantung pada spesies nyamuknya, tetapi pada umumnya suatu spesies tidak akan tahan lama bila suhu lingkungan meninggi $5\text{-}6\text{ }^{\circ}\text{C}$ diatas, dimana spesies normal dapat beradaptasi.

- b. Kelembaban udara berpengaruh terhadap kehidupan nyamuk, apabila udara ada kekurangan air yang besar, maka udara mempunyai penguapan yang besar. Sistem pernafasan nyamuk menggunakan trachea dengan lubang-lubang pada dinding tubuh nyamuk yang disebut spiracle. Adanya spiracle yang terbuka tanpa ada mekanisme pengaturannya, pada waktu kelembaban rendah akan menyebabkan penguapan air dari dalam tubuh nyamuk yang mengakibatkan keringnya cairan pada tubuh nyamuk. Pada kelembaban $< 60\%$, umur nyamuk akan menjadi pendek sehingga tidak cukup untuk siklus pertumbuhan parasit didalam tubuh nyamuk (Depkes, 2007c).

2.5.2. Ciri-ciri Nyamuk *Anopheles sundaicus*

Nyamuk *Anopheles sundaicus* hidup disepanjang pantai dan berkembang biak pada lagoon, bekas tambak-tambak, bekas galian pasir dekat pantai, tempat terbuka dan kena sinar matahari langsung, jentik berlindung pada tanaman air seperti lumut sutera dan lumut perut ayam. Kadar garam pada air yang disenangi nyamuk *Anopheles sundaicus* yaitu $12\text{-}18\%$ (Iskandar, 1985).

2.5.3. Ciri-ciri Nyamuk *Anopheles letifer*

Nyamuk *Anopheles letifer* mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Terdapat didaerah dataran rendah dekat pantai.
- b. Sarang jentiknya yaitu genangan air yang coklat tua dengan pH 5-8.
- c. Tidak di dalam hutan.
- d. Sangat *Anthropofilik*.
- e. Hidupnya lebih dekat dengan kediaman manusia.
- f. Nyamuk dewasa masuk rumah dari senja sampai pagi hari.
- g. Tempat hinggapnya di luar rumah.
- h. Kedudukannya sebagai vektor malaria masih diragukan karena mungkin masih dicampur adukan dengan *Anopheles umbrosus*.
- i. Nyamuk besar, palpi kurang begitu lebat, tidak ada proleural setae, kaki depan tidak ada hubungan putih, sedangkan hubungan putih kaki belakang sempit.
- j. Jentiknya berbeda dengan spesies *umbrosus* group lainnya pada rambut-rambutnya yang bercabang yaitu jumlah cabang lebih sedikit inner clypeals 4-7 cabangnya : posterior clypeals pendek, tidak mempunyai pangkal inner clypeals, bercabang 3-4 : lateral hair ruas abdomen ke-3 dengan 3-4 cabang (Iskandar, 1985).

2.5.4. Ciri-ciri Nyamuk *Anopheles maculatus*

Nyamuk *Anopheles maculatus* mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Penyebaran di Indonesia sangat luas, kecuali Maluku dan Irian terdapat di daerah pegunungan sampai 1600 m di atas permukaan air laut.
- b. Jentik tidak menyukai tempat yang sama sekali teduh, tapi yang banyak kena sinar matahari.
- c. Lebih banyak terdapat dalam air jernih. Rupanya tidak begitu memilih dan dapat dijumpai pada genangan air disamping aliran utama sungai besar, dalam parit-parit didaerah pegunungan, mata air, kolam, sawah, rawa, tepi danau, kadang-kadang juga dalam genangan air yang terbatas seperti bekas tapak binatang dan tempat-tempat semacam itu ada kalanya terdapat dalam air kotor.
- d. Nyamuk dewasa suka menggigit manusia dan binatang, tapi di beberapa tempat sering mengabaikan manusia sama sekali. Kegiatan yang tertinggi pada malam hari antara jam 21⁰⁰ - 02⁰⁰ malam. Tidak suka hinggap dalam rumah dan sering kedapatan hinggap pada tumbuh-tumbuhan.
- e. Nyamuk dewasa mudah dikenal yaitu kakinya femora dan tibia berbintik, tersale ke-5 seluruhnya putih, tersale ke-4 tidak seluruhnya putih.
- f. Jentik mempunyai onter clypsala dengan sedikit cabang-cabang halus, inner natural hair simple, filomen kipas pada ruas abdomen runcing (Iskandar, 1985).

2.6. Pestisida

Pestisida adalah semua bahan kimia, binatang maupun tumbuh-tumbuhan yang dipergunakan untuk mengendalikan hama. Secara umum pestisida dapat didefinisikan sebagai bahan yang dipergunakan untuk mengendalikan jasad hidup yang dianggap hama (*pest*) yang secara langsung ataupun tidak langsung merugikan kepentingan manusia (Djojosumarto, 2008).

2.6.1. Klasifikasi Pestisida

Pestisida yang dipergunakan dalam pemberantasan hama dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu :

- a. Pestisida yang berasal dari tumbuh-tumbuhan.
- b. Pestisida yang berasal dari hewan.
- c. Pestisida yang berasal dari bahan kimia.

Pestisida yang banyak dipergunakan dilapangan yaitu pestisida yang berasal dari bahan kimia. Pestisida yang berasal dari bahan kimia dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan bentuk fisiknya
 - a. Bentuk padat : debu (*dust*), umpan (*bait*), *seed dressings*, *granules*.
 - b. Bentuk cair : *solution*, *suspention*, *emultion*, *vapours*.
 - c. Bentuk gas : yang diaplikasikan berbentuk gas sebagai fumigant, yang diaplikasikan dalam bentuk padatan tapi cepat sekali menguap.

- d. Berdasarkan target spesies : pestisida berdasarkan target spesiesnya yaitu *insecticides* (racun serangga), *herbicides* (racun gulma), *acaricides* (racun acarina seperti caplak, pinjal, tungau), *miticides* (racun caplak), *fungicides* (racun jamur), *rodenticides* (racun tikus), *molluscicide* (racun keong), *avicide* (racun burung), *pesticide* (racun ikan).
2. Berdasarkan tujuan penggunaannya
- a. Yang mempunyai efek langsung terhadap hama yaitu mereduksi populasi hama yang secara ekstrem diartikan sebagai pembasmian (*eradication*), mencegah/menolak kehadiran hama (*repellent*).
- b. Yang mempunyai efek tidak langsung terhadap hama yaitu mengarahkan pestisida pada salah satu tempat yang menjadi kebiasaan hidup pest, mengaplikasikan pestisida pada bagian dari tanaman atau binatang yang menjadi carrier dari suatu hama, menggunakan attractant.
3. Berdasarkan cara kerja atau pengaruh fisiologis
- Dilihat dari cara kerjanya dalam mematikan serangga atau hama tanaman. pestisida digolongkan menjadi : racun perut (*stomach poison*), racun kulit (*contact poison*), racun nafas, sistemik (Iskandar, 1985).

2.6.2. Formulasi Insektisida

Bahan insektisida yang bekerja aktif terhadap jasad sasaran disebut bahan aktif atau *aktif ingredient*. Oleh produsen bahan aktif tidak dihasilkan sebagai bahan murni 100%, tetapi telah dicampur bahan pengantar. Produk pertama yang dihasilkan ini disebut bahan teknis atau *technical grade*.

Bahan teknis mempunyai kadar bahan aktif yang tinggi untuk pengaman penggunaan dan pemasaran, bahan ini masih perlu diubah bentuk dengan sifat-sifat fisik tertentu dengan mencampurkan bahan yang lain. Produk yang merupakan campuran bahan teknis dengan bahan lain. Produk yang merupakan campuran bahan teknis dengan bahan lain tersebut dinamakan produk formulasi atau *formulated product*. Depkes (1987) menguraikan jenis formulasi pestisida sebagai berikut :

1. Formulasi Cair

- a. *Emulsifiable Concentrate (EC)*, yaitu formulasi pekatan yang dapat diemulsikan. Formulasi berbentuk cair yang dibuat dengan melarutkan bahan aktif ke dalam pelarut tertentu dan ditambah bahan pengemulsi. Di lapangan digunakan dengan mengencerkannya dengan air dan perlu diaduk.
- b. *Water Soluble Concentrate (WSC)*, yaitu formulasi pekatan yang larut dalam air. Formulasi ini terdiri bahan aktif yang dilarutkan dalam pelarut tertentu yang dapat bercampur baik dengan air. Di lapangan diencerkan dengan air kemudian dapat langsung disemprotkan.

- c. *Oil Concentrate* (OC), yaitu formulasi pestisida yang didapat dari bahan aktif dilarutkan dalam pelarut hidrokarbon aromatic (*xilin*). Di lapangan diencerkan dengan pelarut hidrokarbon yang murah misalnya solar, kemudian dikabutkan atau disemprotkan.
- d. *Aerosol*, formulasi ini didapat dari bahan aktif yang dilarutkan dalam pelarut organik. Ke dalam larutan ini ditambahkan gas yang bertekanan dan dikemas hingga menjadi siap pakai.
- e. Gas yang dicairkan, yaitu formulasi yang didapat dari bahan aktif dalam bentuk gas, yang dimampatkan pada tekanan tertentu dalam suatu kemasan. Di lapangan digunakan untuk fumigasi di dalam ruangan (CH_3Br).

2. Formulasi Padat

- a. *Wetable Powder* (WP) atau *Dispersible Powder* (DP), yaitu formulasi tepung yang dapat disuspensikan. Pada formulasi ini tepung kering yang halus dengan air akan membentuk suspensi, ditambah bahan aktif dan bahan lain untuk mencegah pengendapan dan penggumpalan tepung. Di lapangan dicampur dengan air yang kemudian disemprotkan.
- b. *Soluble Powder* (SP), adalah formulasi yang dapat larut dengan baik di dalam air. Pada dasarnya formulasi ini sama dengan WP, tetapi ketiga bahan penyusunnya (pembawa, bahan aktif dan surfaktan) larut dengan baik dalam air.

- c. *Granula* (G), formulasi ini berupa sebagai butiran. Pada formulasi ini bahan aktif menempel dan melapisi bahan pembawa yang berupa butiran-butiran pasir, tanah kering dan sebagainya.
- d. *Dust Concentrate* (Pekatan Debu), formulasi terdiri dari tepung kering halus yang mengandung bahan aktif. Di lapangan perlu dicampur lagi dengan bahan lain yang sesuai.
- e. *Bait* (Umpan), adalah formulasi yang terdiri atas bahan aktif dan bahan penambah. Di lapangan dicampurkan pada bahan makanan (Depkes, 2003b).

2.6.3. Penggolongan Pestisida Berdasarkan Cara Bekerja

Pestisida yang digunakan dalam pengendalian vektor berdasarkan cara bekerja atau cara masuknya racun ke dalam tubuh vektor yaitu (Iskandar, 1985) :

- a. Racun perut (*stomach poisons*)

Racun hama yang bekerja melalui peracunan perut harus diberikan secara umpan. Racun ini dicampur dengan bahan-bahan lain sebagai penarik (*attractant*) hama. Untuk lalat, bahan penarik ini berupa gula, buah-buahan dll.

- b. Racun pernafasan (*respiratory poisons*)

Racun ini dapat masuk ke dalam tubuh hama melalui saluran pernafasan yang disebut spirakel dan pori-pori pada permukaan tubuhnya. Bahan kimianya berbentuk fumigant yang sering dipergunakan dalam pemberantasan hama bahan-bahan makanan, kertas-kertas arsip, tikus dll.

c. Racun kontak (*contact poisons*)

Racun ini masuk ke dalam tubuh hama melalui dinding tubuh/kulit tubuh atau bagian kaki (*tarsus*). Yang termasuk pada jenis racun kontak ini yaitu residu (*residual poisons*) yang disemprotkan pada dinding dan langit-langit rumah untuk membunuh hama yang berada ditempat itu.

d. Debu dessikan (*dessicants*)

Dessikan ini lebih banyak berbentuk debu hydroscopik yang dapat menyerap cairan tubuh serangga dalam bentuk air maupun lemak-lemak tubuh, sehingga serangga tadi mengalami kekurangan cairan untuk kemudian mati setelah proses dehidrasi. Salah satu contoh dessikan yang dipergunakan dalam pengendalian hama terutama serangga kecoak adalah silica gels (Iskandar, 1985).

2.6.4. Penggolongan Pestisida Berdasarkan Senyawa Kimia

Pestisida kimia diklasifikasikan berdasarkan pengaruh fisiologisnya yang disebut farmakologis biasanya digunakan oleh toksikologis atau klinis sebagai berikut (Iskandar, 1985) :

a. Senyawa organofosfat

Racun ini merupakan penghambat yang kuat daripada enzim cholinesterase pada syaraf. Asetyl choline berakumulasi pada persimpangan-persimpangan syaraf (*neural junctions*) yang disebabkan oleh aktifitas cholinesterase dan menghalangi penyampaian rangsangan syaraf kelenjar dan otot-otot. Yang termasuk senyawa organofosfat yaitu diazinon, dimethyl phosphate, dimeton,

dimethoate, phorate, dinitrodimeton, oxydimeton methyl, azinophosmethyl, carbophenothion, ethion, methyl parathion, ethyl parathion, trichlorfon, malathion.

b. Senyawa organokhlorin

Dari golongan ini yang paling jelas pengaruh fisiologisnya seperti ditunjukkan oleh adanya susunan syaraf pusat, senyawa ini berakumulasi pada jaringan lemak. Yang termasuk senyawa organokhlorin yaitu DDT, BHC, chlorobenzilate, dicotol, aldrin, dieldrin, chlordane, neptachlor, metoxychlor, lindane, endrin, toxophene, methyl bromide, ethylene dichloride, carbon tetra bromide, ethylene dibromide.

c. Senyawa karbamat

Pengaruh fisiologis yang primer dari racun golongan karbamat adalah menghambat aktifitas enzim cholinesterase darah, dengan gejala-gejala yang sama seperti pada senyawa organofosfat. Ciri khas golongan ini mengandung unsur nitrogen. Yang termasuk golongan karbamat yaitu pyrolan, isolan, dimethilan, karbaryl (baygon, banol, mesurol, zectran).

d. Senyawa arsenat

Pada keadaan keracunan akut racun ini menimbulkan gastroenteritis dan diarehoea menyebabkan kekejangan yang hebat sebelum menimbulkan kematian. Pada keadaan kronis menyebabkan pendarahan pada ginjal dan hati (Iskandar, 1985).

e. Sintetik piretroid

Insektisida dari kelompok piretroid merupakan insektisida sintetik yang merupakan tiruan atau analog dari piretrum. Efikasi biologis piretroid bervariasi, tergantung pada bahan aktif masing-masing. Kebanyakan piretroid yang memiliki efek sebagai racun kontak yang sangat kuat. Insektisida piretroid merupakan racun yang memengaruhi saraf serangga (racun saraf) dengan berbagai macam cara kerja pada susunan saraf sentral (Djojsumarto, 2008). Piretroid adalah racun saraf yang bekerja dengan cepat dan menimbulkan paralisis yang bersifat sementara. Efek piretroid sama dengan DDT tetapi piretroid memiliki efek tidak persisten. Generasi pertama piretroid adalah alletrin bersifat stabil dan persisten yang cukup efektif untuk membunuh lalat rumah dan nyamuk. Piretroid yang lain adalah flucythrinate, decametrin, sipermetrin, lamdasihalotrin yang memiliki spectrum luas (Subiyakto, 1991).

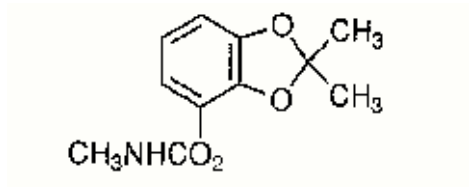
2.6.5. Insektisida *Bendiocarb*

Ficam 80 WP adalah suatu jenis insektisida yang digunakan untuk pengendalian vektor. Ficam mengandung bahan aktif *bendiocarb* 80% yang merupakan senyawa C-H-N-O yang terdiri dari unsur karbon, hydrogen, nitrogen dan oksigen (Bayer Chemical, 2001).

1. Ilmu kimia

Ficam 80 WP termasuk insektisida golongan karbamat.

Rumus bangun :



Nama dagang : ficam 80 WP

Nama bahan aktif : *bendiocarb 80 %*

Rumus kimia : 2,2-dimethyl-1, 3-benzodioxol-4-yl methylcarbamate

Rumus molekul : C₁₁H₁₃NO₄

Nomor kode WHO : [22781-23-3]

2. Petunjuk penggunaan

Setiap saset terdiri atas 53 gram ficam 80 WP disuspensikan dengan penambahan air menjadi 8.5 liter untuk menyemprot permukaan seluas 212.5 m².

3. Waktu dan cara aplikasi

Penyemprotan pada dinding/permukaan bagian dalam rumah diaplikasikan 1 bulan sebelum puncak kepadatan vektor malaria atau 2 bulan sebelum puncak insidens malaria.

4. Petunjuk keamanan

Simpan insektisida ini ditempat yang tertutup rapat

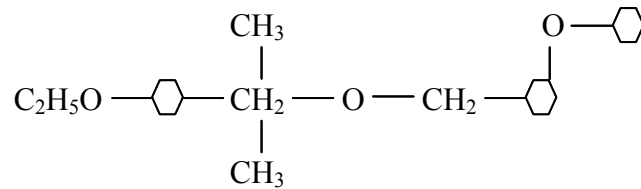
2.6.6. Insektisida *Etofenproks*

Vectron adalah suatu jenis insektisida yang dirancang untuk pengendalian vektor. Vectron mengandung bahan aktif *etofenproks* yang merupakan senyawa C-H-O yang hanya terdiri dari unsur karbon, hydrogen dan oksigen (Mitsui Chemical, 1998).

1. Ilmu kimia

Vectron 20 WP termasuk insektisida golongan organofosfat.

Rumus bangun :



Nama dagang : vectron

Nama bahan aktif : *etofenproks* 20.5 %

Rumus kimia : 2 – (4-ethoxyphenyl) – 2 – methylpropyl
3 – phenoxybenzyl ether

Nomor kode WHO : OMS3002

2. Sifat-sifat vectron

- a. Mempunyai spectrum efektifitas yang sangat luas terhadap berbagai hama antara lain nyamuk, lalat, kecoak, kutu triatoma, kutu hewan dll.
- b. Tidak mudah hilang dari permukaan tembok dan serabut-serabut jarring.
- c. Daya racunnya sangat rendah terhadap mamalia.

- d. Tidak menimbulkan iritasi kulit atau mata (WP, EW).
 - e. Berdampak rendah pada lingkungan.
 - f. Tidak berbau.
 - g. Lebih sedikit menimbulkan noda pada tembok atau dinding karena hanya dibutuhkan pemakaian dalam dosis rendah.
 - h. Mudah diterima masyarakat di daerah-daerah.
 - i. Stabilitas penyimpanan tetap stabil setidaknya tidaknya selama 3 tahun dalam kondisi normal.
3. Dekomposisi di tanah
- a. Studi dekomposisi tanah menunjukkan bahwa waktu paruh *etofenproks* adalah sekitar 1-3 minggu di tanah aerob.
 - b. Test peluluhan pada tanah mengungkapkan bahwa *etofenproks* tidak meluluh habis dan disimpulkan bahwa *etofenproks* tidak mengalir ke dalam lingkungan air.
4. Untuk pengendalian malaria
- a. Untuk pengendalian malaria dengan target nyamuk *Anopheline* digunakan dosis antara 0.1 – 0.3 gram per m², jumlah produk per 1 liter air 12.5 – 37.5 gram dan volume pemakaian 40 ml per m².
 - b. Setiap saset terdiri atas 104 gram vectron 20 WP disuspensikan menjadi 8.5 liter larutan insektisida + air untuk menyemprot permukaan seluas 212.5 m².

5. Penyimpanan dan pembuangan vectron
 - a. Simpan ditempat tertutup, dingin, kering dan jauh dari api dan sinar matahari.
 - b. Simpan dalam kotak aslinya ditempat yang aman dan jauh dari jangkauan anak-anak.
 - c. Bakar atau tanam kotak kosong disuatu areal terisolasi sesuai dengan peraturan setempat dan jauh dari sumber air serta jangan digunakan ulang.

6. Pencegahan dan pengobatan keracunan
 - a. Hindari kontak dengan mata, kulit atau pakaian : sewaktu mengukur dan mencampur produk, pakailah pakaian pelindung, sarung tangan kedap air, masker dan kacamata pelindung, sepatu karet, rok kerja dan topi. Sewaktu menyemprot pakailah pakaian pelindung, sepatu dan topi.
 - b. Cucilah kulit yang terpapar dengan cermat menggunakan sabun dan air setelah penanganan dan pemakaian.
 - c. Jangan gunakan pada tambak ikan atau pada tambak/kolam pembibitan udang, remis atau kepiting.
 - d. Bila vectron WP atau EW tertelan, paksa muntah dengan menyentuh bagian belakang tenggorokan dengan jari. Jangan sekali-kali memaksa muntah bila korban tidak sadarkan diri dan segera mencari pertolongan medis.
 - e. Bila vectron EC atau produk ULV tertelan jangan paksa muntah. Berikan satu atau dua gelas air untuk diminum dan segera mencari pertolongan medis.

Jangan sekali-kali memberikan memberikan apapun melalui mulut kepada orang yang tidak sadarkan diri (Mitsui Toatsui Chemical, 1998).

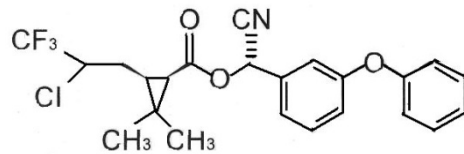
2.6.7. Insektisida *Lamdasihalotrin*

Icon 10 WP adalah suatu jenis insektisida yang dirancang untuk pengendalian vektor. Icon mengandung bahan aktif *lamdasihalotrin* yang merupakan senyawa C-H-O-N-F-Cl (Syngenta, 2003).

1. Ilmu kimia

Icon 10 WP termasuk insektisida golongan piretroid.

Rumus bangun :



Nama dagang : Icon 10 WP

Nama bahan aktif : *Lamdasihalotrin* 10 %

Rumus molekul : C₂₃H₁₉ClF₃NO₃

Rumus kimia : a-cyano-3-phenoxybenzyl 3-(2chloro-3.3.3-trifluoroprop-1-enyl)-2.2-dimethylcy-clopropane carboxylate. a 1: mixture of the (Z)-(1R.3R).S-ester and the (Z)-(1S.3S).R-ester

2. Insektisida *lamdasihalotrin* 10 WP merupakan insektisida racun kontak dan lambung berbentuk tepung yang dapat disuspensikan, berwarna putih susu sampai kuning pucat, untuk mengendalikan nyamuk *Anopheles* spp di dalam ruangan.
3. Sifat *lamdasihalotrin* 10 WP senyawa peritroid
 - a. Keunggulan
 - i. Lebih ramah lingkungan dikarenakan dosis pemakaian rendah.
 - ii. Knockdown period lebih cepat terhadap serangga uji.
 - iii. Tidak menyebabkan korosif terhadap jenis permukaan uji.
 - iv. Tidak memerlukan pencegahan kolinesterase darah terhadap pelaku operasional pengendalian vektor.
 - b. Kelemahan
 1. Mudah terurai oleh faktor alam seperti jika terkena sinar matahari langsung, temperatur tinggi dan kelembaban tinggi.
 2. Jika tercuci bahan aktif sintetik peritroid langsung larut atau hilang.
4. No Pendaftaran : RI. 947/6-2002/T

Rozendall A (1997) menyebutkan bahwa *lamdasihalotrin* merupakan racun kontak dan racun perut yang banyak dipergunakan untuk pengendalian serangga. Insektisida golongan ini seperti icon, kenanga, origin dan procon tergolong racun dengan toksisitas rendah bila terpapar melalui kulit tetapi sangat beracun bila terhirup. Insektisida golongan *lamdasihalotrin* dilarutkan didalam pelarut bersama-

sama dengan formulasi lainnya menjadi formulasi murni, stabil, homogen, bebas dari endapan.

2.7. Faktor-Faktor yang Harus Diperhatikan Dalam IRS

Penyemprotan rumah dengan efek residual (*IRS = Indoor Residual Spraying*) telah lama dilakukan dalam pemberantasan malaria di Indonesia. Sampai sekarang cara ini masih dipakai karena dipandang paling tepat dan besar manfaatnya untuk memutuskan transmisi, murah dan ekonomis. Penyemprotan IRS adalah suatu cara pemberantasan vektor dengan menempelkan racun serangga tertentu dengan jumlah (dosis) tertentu secara merata pada permukaan dinding yang disemprot dengan tujuan untuk memutus rantai penularan karena umur nyamuk menjadi lebih pendek sehingga tidak sempat menghasilkan sporozoit didalam kelenjar ludahnya (Depkes, 2003). Dalam melaksanakan penyemprotan IRS (*indoor residual spraying*) diperlukan beberapa persyaratan sebagai berikut :

1. Cakupan bangunan yang disemprot (*coverage*)

Rumah atau bangunan dalam daerah tersebut harus diusahakan agar semuanya disemprot. Yang dimaksud rumah atau bangunan yaitu tempat tinggal yang digunakan malam hari untuk tidur.

2. Cakupan permukaan yang disemprot (*completeness*)

Cakupan permukaan yang disemprot adalah semua permukaan (dinding, pintu, jendela, almari dsb) yang seharusnya disemprot.

3. Pemenuhan dosis (*sufficiency*)

Dosis yang dipergunakan yaitu dosis sesuai petunjuk pemakaian yang tertera pada tiap saset insektisida.

Untuk memperoleh hasil yang maksimal dari kegiatan tersebut diperlukan pengetahuan dan keterampilan mengenai tujuan penyemprotan, syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam penyemprotan, cara membuat suspensi dan cara menyemprot.

2.7.1. Sasaran

Sasaran penyemprotan *Indoor Residual Spraying* dalam kegiatan program pemberantasan penyakit malaria sebagai berikut (Depkes, 2003) :

1. Sasaran lokasi

- a. Daerah/desa endemis malaria tinggi.
- b. Desa dengan angka positif malaria > 5% penduduk adanya bayi positif malaria.
- c. Daerah potensi KLB atau pernah terjadi KLB 2 (dua) tahun terakhir.
- d. Daerah bencana.
- e. Terjadinya perubahan lingkungan sehingga memungkinkan adanya tempat perindukan.
- f. Bercampurnya penduduk dari daerah non endemis dengan daerah endemis.
- g. Penanggulangan KLB.

2. Sasaran bangunan

Semua bangunan yang pada malam hari digunakan sebagai tempat menginap atau kegiatan lain (masjid, gardu ronda) kandang ternak besar disekitar rumah tinggal.

Penyemprotan efektif apabila :

- a. Penularan terjadi di dalam rumah (indoor biting, kejadian bayi positif).
- b. Vektor resting di dinding.
- c. Kandang ternak besar disekitar rumah tinggal.

2.7.2. Kualitas Penyemprotan

Tujuan operasional penyemprotan adalah menempelkan racun serangga tertentu dengan jumlah (dosis) tertentu secara merata pada permukaan yang disemprot. Untuk mendapatkan dosis yang telah ditentukan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut (Depkes, 2003) :

a. Konsentrasi suspensi

Sesuai ketentuan WHO, larutan suspensi yang optimal diperlukan untuk menyemprot 1 m² permukaan dinding adalah 40 ml. Dengan demikian suspensi (kepekatan) yang diperlukan dengan rumus suspensi/ kepekatan larutan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Dosis (gr)}}{40 \text{ ml}} \times 100 \text{ ml}$$

Contoh : untuk mendapatkan dosis *Bendiocarb* 0.2 gr/m² konsentrasi suspensi yang diperlukan adalah

$$\frac{0.2 \text{ gr}}{40 \text{ ml}} \times 100 \% = 0.5\%$$

b. Alat

Alat semprot yang dipakai adalah merk Hudson X pert dengan volume 8.5 liter. Untuk *Bendiocarb* dengan kepekatan 0.5% diperlukan *Bendiocarb* murni (100%) sebanyak 8.5 x 1000 ml x 0.5% = 42.5 gram. Oleh karena pada umumnya yang dipakai adalah bentuk formulasi 80 WP maka untuk mendapatkan *Bendiocarb* murni dibutuhkan :

$$\frac{100}{80} \times 42.5 \text{ gr} = 53 \text{ gram}$$

Dengan mengikuti cara yang tersebut diatas, konsentrasi suspensi insektisida dan jumlahnya dalam bentuk formulasi yang diperlukan untuk setiap spraycan seperti pada tabel berikut.

Tabel 2.1. Insektisida yang saat ini dipakai dalam pemberantasan malaria dan banyaknya untuk setiap spraycan

No	Jenis Insektisida (Dosis)	Konsentrasi Bahan Aktif (Suspensi)	Jumlah yang diperlukan per Spraycan (Formulasi)
1.	<i>Bendiocarb</i> 80 WP (0.2 gr/m ²)	0.5%	53 gram
2.	<i>Etofenproks</i> 20 WP (0.1 gr/m ²)	0.25%	104 gram
3.	<i>Lamdasihalotrin</i> 10 WP (0.025 gr/m ²)	0.0625%	53 gram

Sumber : Dinkes Kota Batam, 2008

2.7.3. Nozzle yang Dipakai

Nozzle untuk kegiatan penyemprotan terdiri atas 4 jenis yaitu :

1. Solid stream, tebaran/larutan pestisida berbentuk lurus.
2. Flat spray/berbentuk kipas, tebaran/larutan pestisida berbentuk kipas.
3. Hollow cone berbentuk lingkaran kosong tengah, dipergunakan untuk menebarkan larvisida dan pemberantasan vegetasi dalam pengendalian caplak atau tungau.
4. Solid cone bentuk lingkaran penuh. dipergunakan untuk penebaran larvisida dan pengendalian/ pengawasan vegetasi didaerah tertentu.

Sedangkan nozzle tip yang dipergunakan dalam penyemprotan IRS adalah yang berkode 8002 E HSS yang berarti :

- a. Mempunyai sudut pancaran 80 derajat pada tekanan 2.8 kg/cm^2 .
- b. Memancarkan 0.2 galon (757 cc) suspensi setiap menitnya.
- c. HSS singkatan Hardened Stainless Steel (tahan karat) (Depkes, 2003b).

2.7.4. Tekanan Dalam Tangki

Alat penyemprot tangan (*hand sprayers*) merupakan salah satu alat yang paling banyak dipergunakan dalam aplikasi pestisida. Jenis-jenis alat penyemprot ada 3 macam yaitu :

1. Alat semprot tekanan udara (*compressed air sprayers*).
2. Alat semprot atomizer (*hand pump atomizer*).
3. Alat semprot aerosols (*aerosols dispenser*).

Tekanan dalam tangki sangat menentukan efektifitas penyemprotan. Sedapat mungkin harus dijaga agar tekanan tetap stabil yaitu 2.8 kg/cm^2 . Dalam prakteknya sangat sulit mempertahankan tekanan sebesar itu sehingga diambil interval tekanan antara $1.8 - 3.8 \text{ kg/cm}^2$ atau 25-55 PSI.

Untuk mendapatkan tekanan 3.8 kg/cm^2 (55 PSI) dalam tangki spraycan yang berisi 8.5 liter perlu dipompa sempurna 55 kali. Yang dimaksud dipompa sempurna adalah cara memompa yang baik dan benar yaitu dengan menarik pegangan pompa sampai maksimal dan menekannya kembali sampai kebawah secara maksimal pula. Hal ini dilakukan berulang kali sampai 55 kali untuk mengetahui jumlah tekanan dalam tangki setelah dipompa sempurna sebanyak 55 kali maka dapat diukur dengan alat khusus.

Setelah disemprot selama 3 menit terus menerus, tekanan dalam tangki akan turun menjadi 2.1 kg/cm^2 (30 PSI) dan telah mengeluarkan suspensi sebanyak $3 \times 757 \text{ cc} = 2.271 \text{ liter}$. Supaya tekanan dalam tangki berada antara $1.8 - 3.8 \text{ kg/cm}^2$ maka setelah disemprotkan selama 3 menit perlu dipompa sebanyak 25 kali. Jadi untuk menghabiskan sebanyak 8.5 liter dilakukan tindakan sebagai berikut (Depkes, 2003b) :

- a. Pompa sebanyak 55 kali.
- b. Semprotkan selama 3 menit, cairan yang keluar sebanyak 2.3 liter.
- c. Pompa lagi sebanyak 25 kali.
- d. Semprotkan selama 3 menit, cairan yang keluar sebanyak 4.5 liter.

- e. Pompa lagi 25 kali dan semprotkan sampai cairan dalam tangki habis.

2.7.5. Jarak Nozzle & Permukaan yang Disemprot

Untuk mendapatkan dosis yang telah ditentukan diperlukan jarak nozzle dengan permukaan dinding sejauh 46 cm. Pada jarak 46 cm ini tekanan dalam tangki 2.8 kg/cm^2 , nozzle yang dipakai 8002 HSS akan diperoleh lebar pancaran 75 cm. Dalam prakteknya lebar pancar 70 cm (bagian tengah) artinya racun serangga yang menempel dibagian tepi pancaran ditumpangkan 5 cm pada kolom pancaran sebelumnya.

2.7.6. Kecepatan Menyemprot

Mengingat larutan yang keluar per menit sebanyak 757 cc, maka larutan yang keluar per menit untuk insektisida *bendiocarb* 80 WP dosis 0.2 gram per m^2 dan konsentrasi 0.5% adalah :

$$\frac{757 \times 0.5}{100} = 3.78 \text{ gram dibulatkan jadi } 3.8 \text{ gram}$$

Luas permukaan yang disemprot dalam 1 menit adalah $3.8 : 0.2 = 19 \text{ m}^2$. Dengan ketentuan bahwa tinggi penyemprotan maksimal 3 meter dari lantai dengan luas 19 m^2 , panjang permukaan yang disemprot adalah $19 \text{ m}^2 : 3 \text{ m} = 6.33 \text{ m}$.

2.8. Uji Kerentanan Vektor (*Susceptibility Test*)

Uji kerentanan dilakukan untuk mengetahui data dasar dari status kerentanan vektor terhadap setiap jenis racun serangga (insektisida) yang akan digunakan. Selain itu uji kerentanan ini juga bertujuan untuk mengetahui perubahan-perubahan tingkat kerentanan vektor sebelum, selama dan setelah penyemprotan dilakukan.

Pengujian dilaksanakan dengan menggunakan 10 tabung uji (*exposure tube*) yang di dalamnya ada kertas poles (*impregnated paper* yang mengandung racun) dengan konsentrasi sesuai kebutuhan. Demikian juga digunakan 1 tabung kontrol yang diberi kertas poles (*impregnated paper* tanpa mengandung racun serangga) atau hanya dengan minyak risella.

Pada setiap tabung uji maupun tabung kontrol dimasukkan sebanyak 20 ekor nyamuk dengan kondisi penuh darah (kenyang). Lamanya 1 jam, tergantung dari insektisida yang akan digunakan. Setelah kontak 1 jam, nyamuk itu dipindahkan dan disimpan dalam cangkir kertas (*paper cup*) selama 24 jam. Selama pengamatan disimpan dicatat temperatur dan kelembaban. Setelah disimpan selama 24 jam kemudian diperiksa jumlah nyamuk yang mati baik nyamuk kontrol maupun nyamuk yang diuji. Bila kematian nyamuk kontrol 5 – 20%, maka harus ada faktor koreksi dengan menggunakan rumus Abbot's. Interpretasi dari hasil test kerentanan ini, bila kematian nyamuk :

1. 98% - 100% : rentan (*susceptible*)
2. 80% - 98% : meragukan

3. < 80% : resisten

Bila kematian nyamuk kontrol lebih dari 20% maka uji dianggap gagal dan harus diulang kembali. Kematian kontrol lebih 20% standar WHO harus dibawah angka jumlah tersebut yang disebabkan beberapa faktor antara lain :

a. Kontaminasi saat pelaksanaan uji

- Alat atau bahan uji kurang steril (seharusnya alat/bahan dalam keadaan bersih bebas bahan kimia atau bahan lain yang dapat mematikan nyamuk uji).
- Specimen uji kurang memenuhi standar uji (specimen uji dan kontrol harus diseleksi dalam keadaan sehat dan umur specimen relative sama).
- Pasca uji observasi nyamuk uji tidak diperlakukan standar uji (tempat observasi kurang steril, ventilasi ruangan kurang memenuhi syarat. temperatur tinggi, kelembaban terlalu rendah, air gula 10% untuk minum serangga uji terkontaminasi bahan kimia atau kering).

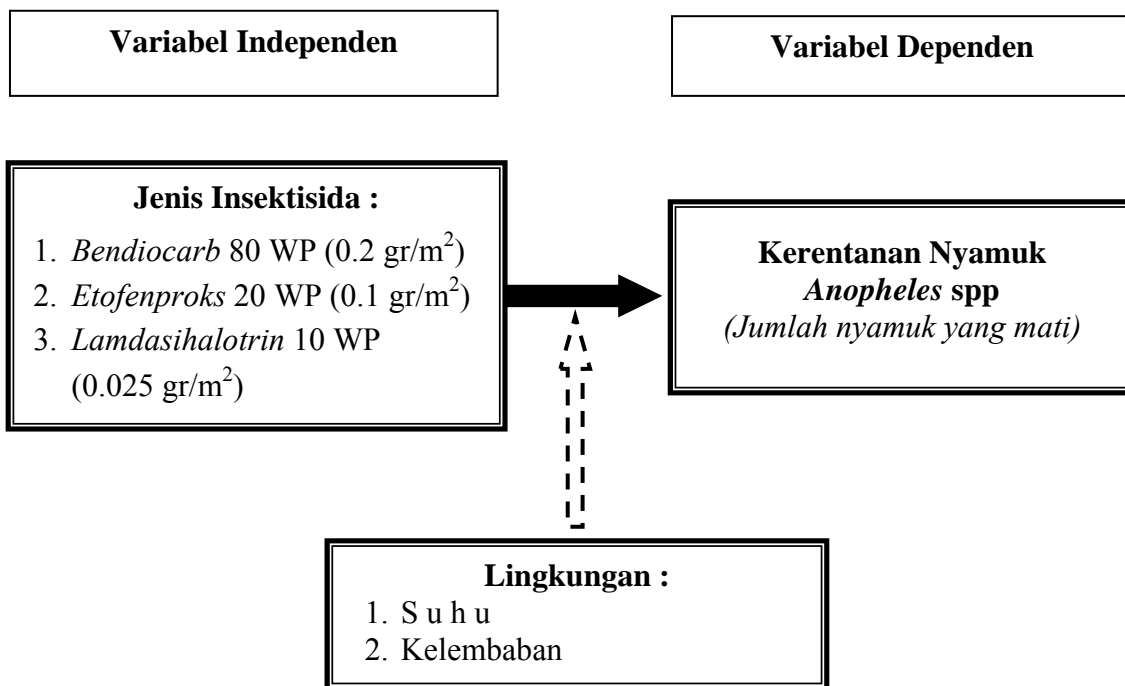
b. Kesalahan saat pelaksanaan teknis uji

- Pemaparan nyamuk uji kurang sesuai prosedur (seharusnya saat melakukan pemindahan kontak nyamuk uji pada masing-masing tabung *susceptibility* test tidak diperkenankan terlalu cepat/keras yang dapat mengakibatkan nyamuk uji mengalami gangguan fisik).
- Pemasangan lapisan *impregnated paper control* kurang sempurna (seharusnya pemasangan kertas *impregnated paper control* yang berada di tabung *susceptibility testkit* menggunakan penjepit kawat ring secara

sempurna, agar pada setiap masing-masing lapisan kertas pada tabung benar-benar rapat sehingga nyamuk uji tidak terjepit oleh celah kertas yang terpasang ditabung) (Depkes, 2003).

2.9. Kerangka Konsep

Adapun kerangka konsep dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1. Kerangka Konsep Penelitian