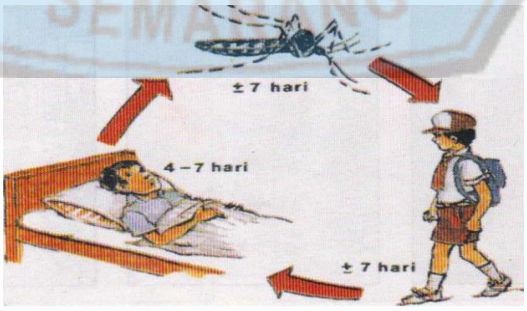
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Demam Berdarah (DBD)

Demam Berdarah (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue dari genus Flavivirus dan famili Flaviviridae.[3] Tanda dan gejala penyakit ini berupa demam secara mendadak, nyeri hulu hati, gelisah, lesu, perdarahan di gusi, selaput lendir dan kulit berupa bintik-bintik merah. Penyakit ini dapat menyerang seluruh kelompok usia, meskipun kasus terbanyak pada anak- anak.[26]

Vektor DBD yaitu ada beberapa macam spesies, seperti: *Ae. albopictus*, *Ae. polynesiensis*, *Ae. scutellaris* dan *Ae. niveus*, di mana penyebarannya berbeda-beda. *Aedes aegypti* yaitu nyamuk berada di wilayah endemis yang paling parah dalam penyebaran penyakit DBD dibanding dengan spesies yang lain.[10,27]

Penularan penyakit DBD yaitu dengan cara nyamuk menghisap orang yang terkena DBD maka nyamuk terinfeksi oleh virus yang sudah berkembang di dalam seluruh tubuh nyamuk terutama di air liur terdapat virus dengue, apabila nyamuk menghisap ke orang lain (sehat) maka terjadi penularan dengan cara mengeluarkan air liur ketika nyamuk menghisap darah.[27]



Gambar 2.1 Cara Penularan DBD[28]

Nyamuk *Aedes aegypti* yang lebih suka menghisap ke manusia yaitu nyamuk betina karena untuk pematangan telur yang dikandungnya

http://repository.unimus.ac.id

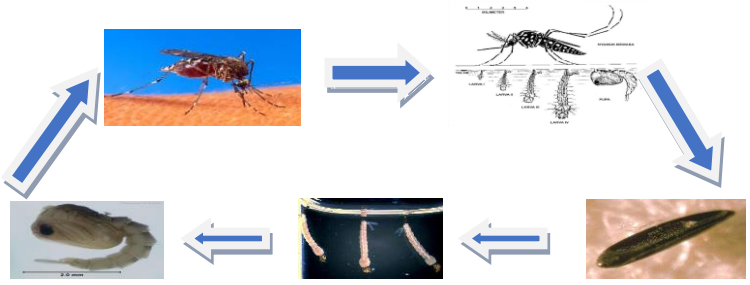
jadi nyamuk betina membutuhkan protein dari darah. Tempat istirahat yang disukai nyamuk yaitu seperti: pakaian, kelambu, dan tumbuh-tumbuhan di dekat perkembangbiakannya serta tempat-tempat yang gelap dan lembab.[29]

B. Vektor

1. Taksonomi *Aedes aegypti*[30]
   a. Phylum: Arthropoda
   b. Class: Hexapoda/insectisida (enam kaki)
   c. Subclass: Pterygota (mempunyai sayap)
   d. Ordo: Diptera (hanya mempunyai sepasang sayap depan sepasang sayap bagian belakang rudermenter dan berubah fungsi sebagai alat keseimbangan atau halter)
   e. Subordo: Nematocera
   f. Family: Culcidae
   g. Subfamily: Culicinae
   h. Genus: *Aedes*
   i. Spesies: *Aedes Aegypti*

2. Morfologi

   Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki tubuh berwarna hitam serta ada bercak putih dibagian badan, kaki dan bagian torak terdapat warna putih seperti bulan sabit.[10] Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorphosis sempurna yaitu: Telur → Larva → Pupa → Nyamuk Dewasa.[31]



Gambar 2.2 Siklus Hidup Nyamuk *Ae. Aegypti* [32,33]

http://repository.unimus.ac.id

a. Stadium telur *Aedes aegypti*

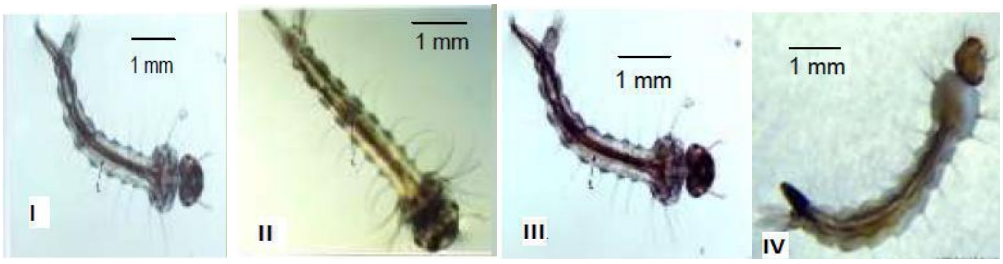
Satu ekor nyamuk betina dapat menghasilkan telur dengan jumlah 100 butir setiap kali bertelur dengan panjang 0,80mm, berat 0,0010- 0,015mg serta berwarna hitam terdapat garis-garis dikulit seperti lebah dan telur *Aedes aegypti* berbentuk ovale. Kelangsungan hidup telur *Aedes aegypti* bisa bertahan lama meskipun keadaan kering dan akan menetas menjadi larva membutuhkan waktu selama 2 hari dengan suhu sekitar 20^0C- 30^0C (iklim hangat) dengan keaadaan telur terendam air, tetapi tidak semua telur akan menetas pada waktu yang sama. Sedangkan Nyamuk *Aedes aegypti* akan menetas menjadi larva dengan waktu 7 hari apabila di daerah beriklim dingin pada (suhu 16^0C). [31,34]

b. Stadium Larva *Aedes aegypti*[35]

Larva menuju ke permukaan air dengan posisi membentuk sudut 45^0 larva nyamuk Aedes ada 4 tingkatan (Instar) jentik sesuai dengan pertumbuhan larva yaitu:

1) Larva instar I: memiliki tubuh dan corong pernafasan *siphon* yang belum jelas dengan panjang 1-2 mm, untuk menjadi larva instar II memerlukan waktu dalam 1 hari.
2) Larva instar II: tubuh belum jelas dan memiliki siphon dengan warna lumayan kecoklatan dengan panjang 2,5-3,9 mm dan untuk menjadi larva instar III membutuhkan waktu selama 1-2 hari.
3) Larva instar III: tubuh sudah mulai jelas dan memiliki siphon dengan warna coklat dengan panjang 4-5 mm serta membutuhkan waktu 2 hari untuk menjadi larva instar IV
4) Larva instar IV: sudah ada sepasang mata dan sepasang antena dengan panjang 5- 7 mm dan membutuhkan waktu sekitar 2- 3 hari dalam berubah menjadi pupa.

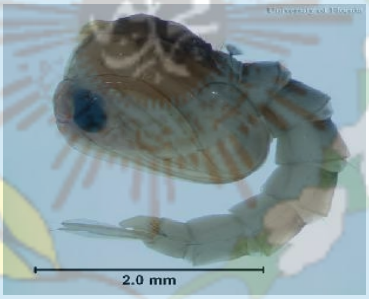
http://repository.unimus.ac.id



Gambar 2.3 Larva Instar I- IV *Aedes aegypti*.[32]

c. Stadium Pupa *Aedes aegypti*

Pupa pada nyamuk *Aedes aegypti* yaitu hidupnya berada di air ,berbentuk pendek dan memiliki tubuh menjadi 2 bagian, yaitu cephalothorax dan abdomen. Selama menjadi pupa, pupa tidak mengkonsumsi makanan tetapi banyak bergerak dan Pupa belum bisa dibedakan antara jantan dan betina serta memperlukan waktu selama 2 hari untuk menjadi nyamuk dewasa muda. Selama pertumbuhan terjadi proses pembentukan sayap, kaki dan alat kelamin. [29,36,37]



Gambar 2.4 Pupa *Aedes aegypti* [32]

d. Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* bersifat *Anthropophilik* yaitu lebih memilih darah manusia daripada darah binatang, yang hidup berada di luar rumah maupun di dalam rumah (domestik). Nyamuk *Aedes aegypti* memiliki tubuh kecil dan berwarna hitam serta ada bercak putih dibagian badan dan kaki dengan jarak terbang kurang lebih 100 meter dan suka berada di tempat yang gelap. Perbedaan nyamuk *Aedes aegypti* jantan dan betina yaitu pada antenanya.

http://repository.unimus.ac.id

Nyamuk *Aedes aegypti* jantan memiliki antena berbulu yang lebat, sedangkan *Aedes aegypti* betina memiliki antenna berbulu tipis.[37]

3. Bionomik
   a. Perilaku Mencari Darah

      Aktivitas menghisap nyamuk *Aedes aegypti* mulai pagi pukul 09.00-10.00 dan sore pukul 16.00-17.00 dan sepanjang malam pukul 18.00- 05.50. Nyamuk *Aedes aegypti* untuk mengenyangkan perutnya yaitu dengan menghisap darah berulang kali dalam siklus gonotropik. [35,38]

   b. Perilaku Istirahat

      Nyamuk *Aedes aegypti* lebih suka berada di tempat yang gelap dan lembab di dalam rumah maupun di luar rumah yang berdekatan dengan tempat perkembangbiaknya serta nyamuk *Aedes aegypti* suka beristirahat di tempat yang terlindung dari sinar matahari.[35,39]

   c. Perilaku Berkembangbiak

      Nyamuk *Aedes aegypti* lebih suka berkembang biak di tempat penampungan air yang bersih dan tidak berhubungan langsung dengan tanah. Jenis- jenis tempat penampungan air seperti tangki reservoir, drum, tempayan, bak mandi, vas bunga, barang- barang bekas yang dapat menampung air hujan, minuman burung, tempurung kelapa, potongan bambu, lubang pintu dan lain-lain. [37,40]

C. Pengendalian Vektor Dengue

Pengendalian vektor adalah semua kegiatan pencegahan untuk menurunkan populsi vektor serendah mungkin supaya tidak resiko terjadi penularan penyakit tular vektor di suatu wilayah. Ada beberapa macam pengendalian vektor secara terpadu yaitu:[41]

http://repository.unimus.ac.id

1. Pengendalian Fisik

   Pengendalian vector secara fisik yaitu bisa dilakukan dengan cara melakukan 3 M seperti: menguras bak mandi dilakukan secara teratur 1 minggu sekali, menutup penampungan air yang ada (ember, drum, tempayan) serta mengubur barang-barang yang sudah tidak dipake lagi karena dapat menampung air hujan.[37]

2. Pengendalian Biologi

   Pengendalian vektor biologi yaitu dengan cara pemakain agent biologi seperti parasit, bakteri, predator yang di gunakan yaitu ikan pemakan jentik (cupang, tampalo, gabus, dll) yang menjadi lawan alami pada pra dewasa vektor DBD.[35]

3. Pengendalian Kimia

   Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* bahan kimia bisa di lakukan dengan cara menggunakan insektisida pada larva maupun nyamuk dewasa. Larvasidasi yang digunakan seperti temephos.[39]

D. Insektisida yang digunakan dalam pengendalian vektor Dengue

Insektisida adalah bahan zat kimia dan bahan lain yang bersifat racun serta mikroorganisme , virus yang dipergunakan untuk membasmi dan mencegah serangga yang dapat merusak tanaman, rumputan hasil pertanian dan menimbulkan efek penyakit bagi kehidupan manusia.[42]

Insektisida kesehatan masyarakat adalah insektisida yang digunakan untuk memberantas dan mencegah hama dan vektor seperti serangga, nyamuk, lalat, tikus, kecoak dan lain-lain yang dapat menyebabkan penyakit yang dilakukan di daerah endemis, dan di tempat umum.[43]

1. Klasifikasi Insektisida Menurut Cara Kerjanya

   a. Insektisida Sistemik

      Racun dimetoat merupakan penghambat yang kuat dari enzim cholinerase pada syaraf. Bersifat racun yang masuk ke dalam melalui jaringan tanaman sehingga menyebar ke seluruh

http://repository.unimus.ac.id

bagian tanaman, apabila hama dan serangga memakan, menghisap maka terjadi keracunan. Jenis peptisida yang bisa masuk ke jaringan tanaman yaitu hanya peptisida tertentu.[44]

b. Insektisida Perut/Lambung

Racun perut merupakan insektisida mematikan dengan menyerang bagian pusat syaraf yang menuju organ- organ respirasi dan meracuni sel- sel lambung serangga apabila serangga menghirup dan menelan insektida.[45]

c. Insektisida Kontak

Racun piretroid merupakan insektisida yang masuk ke dalam tubuh melalui dinding tubuh dan mulut yang mempengaruhi sistem syaraf serangga. Sehingga dapat mengganggu perkembangan yang berakhir dengan kelumpuhan dan kematian pada serangga.[46]

d. Insektisida Nafas

Racun fumigan merupakan racun insektisida yang dapat membunuh hama apabila hama menghisap melalui sistem pernafasan. Racun ini berbentuk gas, asap, maupun uap.[47]

e. Insektisida Saraf

Racun saraf merupakan jenis pestisida bersifat racun yang bekerja merusak system saraf pada hama atau serangga.[48]

f. Insektisida Protoplasmik

Merupakan racun pestisida yang bekerja dengan cara merusak protein dan sel tubuh serangga atau hama penyakit.[48]

2. Klasifikasi Menurut Asal Bahan Yang Digunakan

a. Insektisida Kimia Sintetik, pengguaan insektisida aplikasinya dengan penyemprotan. Menurut sifat kimianya di bagi 4 golongan yaitu: organoklorin, organofosfat, karbamat, dan piretroid.[49]

b. Insektisida Botani adalah pestisida yang didapatkan dari ekstrak tumbuh- tumbuhan tertentu yang tersedia secara lokal.

1) Kemangi (*Ocimum sanctum L.*)[50]

http://repository.unimus.ac.id

2) Ekstrak Daun Babadotan (*Ageratum conyzoides* Linn.)[51]
3) Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Cytrus hystrix*)[52]
4) Ekstrak Biji Pinang (*Aereca catechu*)[53]
5) Kapas (*Abelmoschus moschatus* [L.] Medic.)
6) Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss)
7) Widuri (*Calotropis gigantean* R.Br.)

c. Insektisida Dari Mikroba

Organisme yang berperan sebagai insektisida yaitu: *Bacillus thuringiensis var israelensis* (Bti), *Spinosoad, Abamektin*, dan *Bacillus sphaericus* (BS).[43]

3. Prinsip Kerja Insektisida

Cara kerja Insektisida disebut dengan istilah *mode of action* atau *Mode of entry* adalah kemampuan pestisida memberikan pengaruh melalui titik tangkap dalam mematikan serangga dan vektor dengan cara masuknya bahan beracun ke jasad sasaran.[43,48]

a. Insektisida yang mempengaruhi sistem syaraf[43]
   1) Piretroid adalah insektisida yang bekerja untuk menggangu sistem syaraf, yang banyak digunakan dalam pengendalian serangga dewasa, kelambu celup dan berbagai insektisida rumah tangga. Seperti permethrin, transflutrin, lamda-shalotrin, dan lain-lain.
   2) Organofosfar dan Karbamat yaitu insektisida bekerja untuk menghambat enzim kholinesterase pada pengendalian vektor maupun larva (malathion, fenitrotion, metil-pirimifos, temphos). Sedangkan karbonat yaitu cara kerja sama dengan OP, tetapi lebih efektif dan aman dalam penggunaanya (bendiocarb, propoksur).
   3) Makrolakton adalah racun axonik yang bekerja untuk melemahkan beberapa implus syaraf, sehingga mengakibatkan hipereksitasi.[54]

http://repository.unimus.ac.id

4) Neonikotinoid yaitu racun sinaptik. insektisida yang bekerja pada sistem syaraf pusat serangga yang mengakibatkan gangguan pada reseptor *post synaptic acetilcholin.*

b. Insektisida yang menghambat produksi energi

Insektisida ini yaitu rotenon bersifat racun respirasi dengan menghambat transfer elektron sehingga menurunkan produksi ATP, menghambat aktivitas sel sehingga terjadi kelumpuhan pada jaringan yang menyebakan kekurangan energy dan mengakibatkan kematian.[55]

c. Insektisida yang mempengaruhi pertumbuhan serangga hama (IGR, *Insect Growth Regulator*)

IGR dibagi menjadi dua yaitu mempengaruhi sistem endokrin dan menghambat sintesis kitin. Insektisida ini adalah mimik hormone kemudan (*hormone juvenile*) yang menyebabkan larva tidak bisa tumbuh, tetap dalam fase muda tidak berubah menjadi kepompong dan akhirnya mati. Contoh insektisida ini yaitu hydroprene, methoprene, pyriproxypen, dan fenoxycrab.[56]

d. Insektisida yang mempengaruhi keseimbangan air tubuh

Insektisida asam borat, ditomaceaous earth (DE) dan tepung batuan sorptif yaitu bahan yang berfungsi untuk menyerap lapisan lilin yang melindungi permukaan kutikula, hingga serangga kehilangan air secara cepat dan mengakibatkan serangga mati karena desikasi atau kekeringan.[54]

e. Insektisida yang merusak jaringan pencernaan serangga

Insektisida golongan ini adalah senyawa alkaloid yang terdapat di tumbuhan. Bersifat racun yang dihasilkan oleh banyak organisme, bakteri dan fungi. Sehingga menghambat aktivitas makan pada larva serta dapat merusak jaringan organ pencernaan dan menyebabkan kematian.[57]

http://repository.unimus.ac.id

E. Cypermethrin

Cypermethrin merupakan senyawa untuk meracuni perut (melalui system pencernaan) dan secara langsung terhadap serangga yang penggunaanya secara meluas dari pertanian, dan peternakan dengan rumus kimia C_{22} H_{19} CI_2 NO_3. Cypermethrin memiliki berat molekul 132,91 g/mol, serta larut dalam pelarut organik yaitu methanol dan aseton.

Sintetik pyretroid pengaruhnya rendah terhadap mamalia, tetapi dalam dosis tertentu dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan karena dapat terjadi mutagen pada sel tubuh, juga berpengaruh terhadap sperma. Efek dalam penggunan cypermethrin dosis tinggi dapat menyebabkan terjadinya iritasi pada mukosa, mata dan kulit, serta dapat mengiritasi saluran pernafasan apabila terhirup.[58]

F. Malathion

Malathion adalah salah satu jenis insektisida yang banyak digunakan untuk membasmi serangga dengan berbentuk cair, tidak berwarna dan memiliki suhu 156-157^{0}C ini merupakan jenis malathion murni, sedangkan secara teknis malathion memiliki warna coklat dan berbau. Malathion dengan PH 5 atau 8 akan terurai apabila berada pada suhu yang tinggi. Kegunaan dari bahan insektisida malathion yaitu untuk mengganggu system kerja syaraf ditubuh serangga, menghambat enzim asetilkolinesterase, menghambat produksi energy, menghambat produksi kutikula dan menghambat keseimbangan air.[59]

G. Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Insektisida

1. Pengertian Resistensi

   Resistensi adalah kemampuan serangga yang masih hidup terhadap insektisida tertentu dalam pengendalian nyamuk secara kimia karena sifatnya yang diturunkan.[60] Jenis resistensi berupa resistensi tunggal, resistensi ganda, dan resistensi silang.[43]

http://repository.unimus.ac.id

2. Proses Terjadinya Resistensi

Munculnya resistensi insektisida pada populasi vektor adalah fenomena evolusi disebabkan baik oleh pengindraan perilaku atau oleh faktor fisiologis dimana insektida dimetabolisme, tidak potensial, atau kurang diserap nyamuk resisten daripada nyamuk rentan.[61]

Proses terjadinya resistensi dapat berlangsung dalam penggunaan insektisida secara terus menerus dalam waktu jangka yang lama dapat menyebabkan kerentanan nyamuk semakin sedikit, sehingga nyamuk menjadi kebal terhadap insektisida. Nyamuk yang resitensi akan kawin dengan nyamuk lainnya sehingga menghasilkan keturunan yang kebal terhadap insektisida juga. Sehingga hal ini dapat menyebabkan populasi didominasi oleh nyamuk resitensi terhadap paparan dosis insektisida, dan metode yang diaplikasikan.[62]

Faktor penyebab berkembangnya resistensi yaitu faktor genetik (frekuensi, jumlah dan dominasnsi alel resistensi), operasional (jenis dan sifat insektisida yang digunakan dan sebelumnya, jumlah aplikasi, dosis, frekuensi dan cara aplikasinya), dan biologi-ekologi merupakan sifat asli serangga sehingga sulit untuk dikelola (perilaku serangg, jumlah generasi pertahun, morbilitas dan migrasi.[60]

3. Mekanisme Resistensi

Resistensi umumnya merupakan gabungan faktor-faktor penyebab dari biokimiawi, fisiologis dan perilaku.[63]

a. Mekanisme Biokimiawi

1) Resistensi Enzimetik

Peningkatan proses pengeluaran racun dari dalam tubuh serangga (detoksifikasi) insektisida karena bekerjannya enzim dehidroklorinase sehingga senyawa toksik insektisida menjadi senyawa tidak bersifat toksik.[63,64]

http://repository.unimus.ac.id

2) Resistensi karena gen *knock-down resistence*

Resistensi *knock-down* disebabkan oleh serangkaian gen yang melibatkan mutasi pada saluran ion natrium, situs target piretroid dan senyawa organoklorin dan resistensi terhadap insektisida tersebut.[61]

Mekanisme ini terjadi adanya penurunan kepekaan tempat sasaran insektisida pada system syaraf serangga. Mekanisme kdr bertindak pada tingkat neuron dengan cara menurunkan sensitivitas syaraf terhadap toksikan.[63]

b. Mekanisme Fisiologis

Kecepatan dalam menguraikan insektisida pada serangga yang tahan dan serangga yang peka, perbedaan kecepatan dalam cara mengangkut insektisida ke bagian badan yang penting.[65]

c. Mekanisme Perilaku

Serangga yang gerakannya cepat, lincah sehingga insektisida tidak mampu masuk kedalam tubuh serangga, jadi insektisida tidak sampai ke target.[43]

4. Faktor yang berhubungan dengan resistensi

Banyak faktor yang mempengaruhi perkembangan ketahanan serangga, salah satunya yaitu faktor terhadap tingkat paparan dalam penggunaan insektisida. Hal ini bisa disebabkan karena pemakaian yang tidak terkoordinasi dengan baik dan penggunaan yang tidak dalam pengawasan.[25] Ketahanan vektor terhadap jenis insektisida disebabkan oleh beberapa faktor:

a. Faktor Genetik

Resistensi genetik disebabkan oleh dua faktor yaitu adanya peningkatan metabolism insektisida (*metabolic based resitance*) dan adanya perubahan pada tempat vektor yang menginduksi insensitivitas (*target site resistance*). Peningkatan pada metabolik

http://repository.unimus.ac.id

insektisida menjadi faktor penyebab terjadinya resistensi insektisida pada nyamuk.[66]

b. Faktor Operasional

1) Paparan Insektisida

Penggunaan insektisida yang secara terus menerus yang dilakukan oleh masyarakat dalam mengaplikasikan insektisida tanpa dilandasi pengetahuan tentang sifat-sifat dasar insektisida kimia dapat menimbulkan resistensi pada vektor.[60]

2) Spesies Vektor

Terjadinya resistensi vektor dipengaruhi oleh multiple faktor yaitu genetik (gen spesifik), operasional (aplikasi insektisida) dan biologis (ukuran dan karakteristik populasi vektor).[18]

3) Lama Penggunaan Insektisida

Penggunaan insektisda dalam periode waktu maksimal yaitu 2-3 tahun atau 4-6 kali aplikasi. Apabila penggunaan insektisida secara terus menerus dalam waktu yang lama, dapat menimbulkan resistensi terhadap vektor.[43]

4) Frekuensi Penggunaan

Penggunaan yang lama dan secara terus menerus pada suatu insektisida kimia akan menimbulkan terjadinya resistensi pada vektor dan gangguan kesehatan pada manusia.[67]

5) Cara Aplikasi/Formula

Pengaplikasian dalam penyemprotan residual memberi peluang terjadinya resistensi, karena peluang kontak antara vektor dengan bahan aktif itu lebih besar. Serta penggunaan insektisida yang sama terhadap semua stadium vektor.[68]

6) Status Endemisitas

Status endemisitas merupakan salah satu faktor operasional yang dapat mempengaruhi status resistensi karena pada umumnya menggunakan insektisida dilakukan pada kejadian luar biasa (KLB) dan daerah tertentu yang endemis tinggi

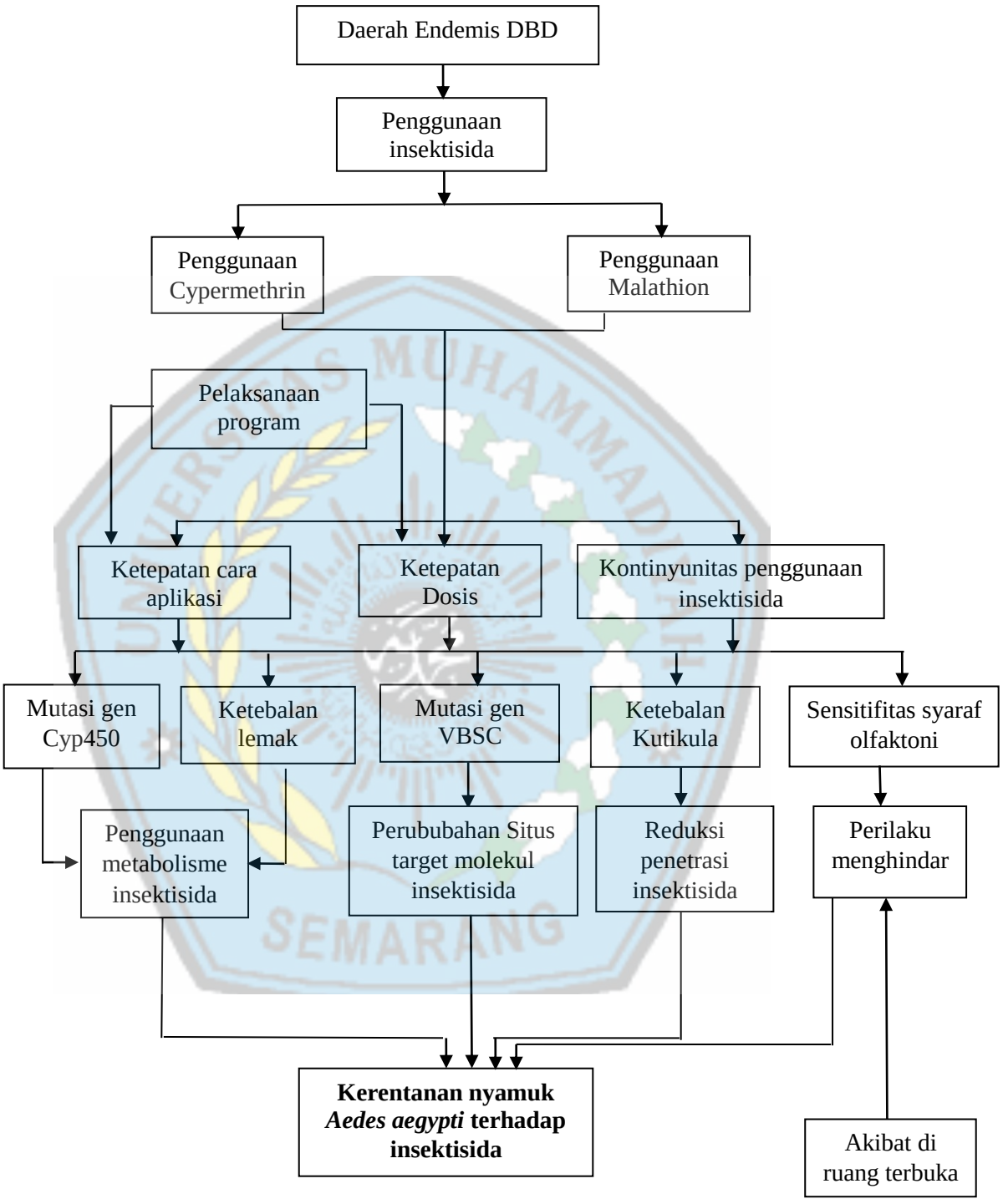
http://repository.unimus.ac.id

untuk menurunkan insiden dengan cepat dan mencegah terjadinya KLB. Lebih dari 80% pengendalian vektor pada daerah endemis dilakukan dengan menggunakan insektisida, tinggingnya persentase penggunaan insektisida pada daerah endemis menyebabkan terjadinya resistensi.[43]

5. Status resistensi *Aedes aegypti* terhadap insektisida di berbagai hasil penelitian
   a. Resistensi terhadap malathion
      1) Malathion 5% di Lahore Pakistan.[14]
      2) Malathion 1% di Mansehra,[15] Barbalha dan Crato di Brazil.[16]
      3) Malathion 0,8% di Jakarta Barat, Jakarta Timur, Jakarta Selatan,[17] Kota Semarang, Purbalingga, Grobogan dan Kendal.[18]
   b. Resistensi terhadap cypermethrin
      1) Cypermethrin 8mg di Barbalha dan Crato di Brazil.[16]
      2) Cypermethrin 0,2% dan 0,4% di Cimahi.[19]
      3) Cypermethrin 0,05% di Purworejo, Kebumen, Pekalongan, Wonosobo, Demak dan Kudus.[20]

http://repository.unimus.ac.id

H. Kerangka Teori

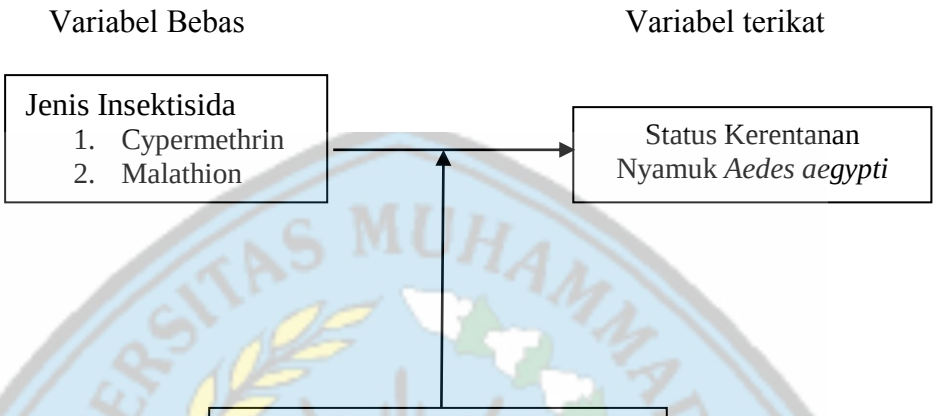


Gambar 2.5 Kerangka Teori

http://repository.unimus.ac.id

I. Kerangka Konsep

Mengacu kepada kerangka teori yang telah dipaparkan, kerangka konsep penelitian ini adalah:



Gambar 2.6 Kerangka Konsep

J. Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Ada kerentanan nyamuk *Aedes aegypt*i terhadap bahan aktif cypermethrin
2. Ada kerentanan nyamuk *Aedes aegypt*i terhadap bahan aktif malathion
3. Ada perbedaan status kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* terhadap bahan aktif insektisida tersebut.
4. Ada perbedaan status kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* terhadap status endemisitas
5. Ada perbedaan status kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* terhadap interaksi antara bahan aktif dan status endemisitas

http://repository.unimus.ac.id