



**LAPORAN AKHIR**

**PENENTUAN STATUS RESISTENSI *Aedes aegypti* DARI  
DAERAH ENDEMIS DBD DI KOTA CIMAHI TERHADAP  
*CYPERMETHRIN***

**Pengusul**

**FIRDA YANUAR PRADANI, S.Si**  
Dan TIM

**LOKA LITBANG P2B2 CIAMIS**  
**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KESEHATAN**  
**DEPARTEMEN KESEHATAN RI**

**2010**



## LAPORAN AKHIR

# PENENTUAN STATUS RESISTENSI *Aedes aegypti* DARI DAERAH ENDEMIS DBD DI KOTA CIMAHI TERHADAP *CYPERMETHRIN*

Pengusul

FIRDA YANUAR PRADANI, S.Si  
Dan TIM

Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan	
PUSHTAKAAN	
Tanggal :	15 - 3 - 2013
No. Induk :	
No. Klas :	129
	Lit

LOKA LITBANG P2B2 CIAMIS  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGN KESEHATAN  
DEPARTEMEN KESEHATAN RI  
2010

## RINGKASAN EKSEKUTIF

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Di Indonesia jumlah kasus setiap tahun cenderung meningkat dan persebarannya semakin luas. Dalam penanggulangan KLB DBD salah satu kegiatannya adalah pengasapan (fogging) menggunakan insektisida, termasuk *cypermethrin*. Penggunaan insektisida masih diperlukan tetapi harus selektif, hal ini dikarenakan frekuensi paparan yang terlalu sering dan salah dalam aplikasi dapat menyebabkan status resisten pada vektor.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan status resistensi *Ae. aegypti* terhadap insektisida *cypermethrin* yang digunakan dalam pengendalian vektor DBD di kota Cimahi Jawa Barat. Terdapat dua cara untuk mendeteksi status resisten pada vektor yaitu cara *bioassay* dan biokimia. Penelitian ini dilaksanakan di kota Cimahi untuk mengambil sampel nyamuk yang berasal dari kelurahan endemis DBD. Pelaksanaan uji *bioassay* dilakukan di laboratorium entomologi Loka Litbang P2B2 Ciamis, sedangkan uji biokimia dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.

Hasil penelitian *bioassay* menunjukkan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari 5 kelurahan di Kota Cimahi yaitu Cibabat, Melong, Pasir Kaliki, Cigugur dan Cimahi dengan menggunakan *cypermethrin* 0,2% hasilnya bervariasi. Nyamuk kelurahan Cimahi dan Cibabat sudah termasuk resisten mulai 15 – 60 menit perlakuan. Pada paparan selama 60 menit, nyamuk *Ae. aegypti* kel. Melong sudah resisten, namun setelah 24 jam pengamatan menjadi kategori sudah toleran. Nyamuk yang berasal dari kel. Cigugur dan Pasirkaliki masih termasuk rentan.

Semua wilayah uji menunjukkan status sudah resisten pada paparan konsentrasi *cypermethrin* 0,4% selama 15 menit. Kelurahan Cibabat masih sama dengan hasil paparan *cypermethrin* 0,2% yaitu termasuk sudah resisten sampai 60 menit paparan, walaupun pada pengamatan 24 jam statusnya menurun menjadi toleran. Kelurahan Cimahi yang termasuk resisten pada konsentrasi 0,2%, pada konsentrasi 0,4% menunjukkan status masih rentan. Wilayah lain yaitu kel. Pasirkaliki, Cigugur dan Melong masih menunjukkan status rentan selama perlakuan.

Nilai rasio resistensi (RR) dari hasil uji *bioassay* untuk *cypermethrin* 0,2% menunjukkan bahwa nyamuk yang berasal dari kelurahan Cimahi yang memiliki nilai tertinggi. Nyamuk uji strain cimahi yang paling resisten dengan nilai  $RR_{50}$  9,05, kemudian disusul dari Cibabat dengan nilai  $RR_{50}$  4,64. Kelurahan lainnya masih mempunyai nilai  $RR_{50}$  yang rendah, yaitu Melong (3,88), Cigugur (1,38) dan Pasir Kaliki (1,24).

Hasil uji biokimia nyamuk uji dari 8 kelurahan menunjukkan bahwa nyamuk yang berasal dari Cibabat sudah memperlihatkan gejala resisten terhadap insektisida *cypermethrin*, meskipun hanya 4% dari keseluruhan nyamuk yang diuji, 2% lainnya menunjukkan gejala toleran. Untuk kelurahan Cigugur, 13% nyamuk uji sudah menunjukkan toleran, sedangkan 6 kelurahan lainnya yaitu Cimahi, Cibeureum, Melong, Baros, Cipageran dan Pasir Kaliki masih berstatus rentan.

Pemantauan terhadap status resistensi di wilayah kota Cimahi masih perlu dilakukan secara berkala mengingat adanya kegiatan *fogging* yang masih sering dilakukan karena banyaknya kasus DBD. Penggunaan insektisida dan penentuan konsentrasi *cypermethrin* di wilayah ini perlu ditinjau lagi, mengingat ada beberapa nyamuk uji yang menunjukkan gejala resisten dan toleransi terhadap insektisida tersebut.

## KATA PENGANTAR

Kota Cimahi merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Barat (Jabar) yang merupakan wilayah endemis Demam Berdarah Dengue (DBD). Kota Cimahi sendiri merupakan daerah urban dengan penduduk yang padat dan mobilitas masyarakat yang relatif tinggi. Pada tahun 2008 sampai bulan Juli jumlah penderita DBD berjumlah 1080 orang 6 diantaranya meninggal dengan *Case Fatality Rate* (CFR) = 0.56%. Upaya pengendalian vektor telah dilakukan seperti pemberantasan sarang nyamuk secara rutin, penyuluhan, maupun fogging fokus menggunakan insektisida *cypermethrin*.

Informasi mengenai resistensi *Ae. aegypti* di Indonesia masih sedikit dibandingkan dengan jumlah daerah endemis DBD yang ada. Padahal data ini sangat diperlukan sebagai bahan pertimbangan untuk dilakukannya kegiatan pengendalian vektor DBD. Sangatlah penting untuk selalu memonitor resistensi selama kegiatan pengendalian masih dilaksanakan

Laporan "Penentuan Status Resistensi *Ae. aegypti* dari Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue di Kota Cimahi terhadap *Cypermethrin*" ini merupakan informasi mengenai status resistensi nyamuk *Ae. aegypti* di kelurahan kota Cimahi, sehingga dapat digunakan sebagai data evaluasi terhadap kegiatan pengasapan (*fogging*) yang telah dilakukan selama ini.

Akhirnya penyusun laporan ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini. kiranya Tuhan melimpahi dengan berkat dan anugerah Nya.

Ciamis, Desember 2010

Penyusun

## ABSTRAK

Pengendalian vektor DBD seringkali dilakukan dengan menggunakan insektisida, baik itu dilakukan oleh program ataupun penggunaan insektisida di lingkungan rumah tangga. Penggunaan insektisida secara berlebihan dan dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan timbulnya gejala resistensi dari nyamuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari beberapa daerah di Kota Cimahi terhadap insektisida sintetik piretroid, yaitu *cypermethrin*. Pengujian dilakukan dengan uji hayati (bioassay) dan secara biokimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nyamuk strain Cimahi memiliki Rasio resistensi ( $RR_{50}$ ) tertinggi pada pemaparan *cypermethrin* 0,2% yaitu sebesar 9,03. Kemudian nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Cibabat berada di tempat kedua dengan nilai  $RR_{50}$  4,64. Untuk tiga kelurahan lainnya masing-masing kelurahan Melong, Cigugur dan Pasir Kaliki memiliki nilai  $RR_{50}$  lebih rendah yaitu 3,88; 1,38 dan 1,24 secara berturut-turut. Sedangkan hasil uji biokimia menunjukkan bahwa nyamuk yang berasal dari kelurahan Cibabat sudah memperlihatkan gejala resisten terhadap insektisida *cypermethrin*, meskipun hanya 4% dari keseluruhan nyamuk yang diuji, 2% lainnya menunjukkan gejala toleran. Untuk kelurahan Cigugur, 13% nyamuk uji menunjukkan toleransi terhadap insektisida *cypermethrin*. Untuk 6 kelurahan lainnya yaitu Cimahi, Cibeureum, Melong, Baros, Cipageran dan Pasir Kaliki, masih bersifat rentan.

Kata Kunci: *Aedes aegypti*, *cypermethrin*, resistensi, Kota Cimahi

## DAFTAR ANGGOTA TIM PENELITIAN

No	Nama	Keahlian/ Kesarjanaan	Kedudukan dalam Tim	Uraian Tugas
1	Firda Yanuar Pradani, S.Si	Biologi	Ketua Pelaksana	Bertanggung jawab atas keseluruhan proses penelitian
2	Endang Puji A., SKM, M.Si	Entomologi	Peneliti	Mempersiapkan dan pelaksanaan proses penelitian di lapangan dan insektarium
3	Rina marina, S.Si	Biologi	Teknisi	Melaksanakan kegiatan insektarium ( <i>rearing</i> dan <i>bioassay</i> )
4	Yuneu Yuliasih, SKM	Kesehatan Masy	Litkayasa	Melaksanakan kegiatan di lapangan (pengumpulan larva dan uji biokimia)
5	Mara Ipa, SKM, M.Sc	Epidemiologi Tropis	Peneliti	Melaksanakan pengumpulan data dan analisa data
6	Usman Syarifudin	STM	Administrasi	Melaksanakan kegiatan administrasi penelitian

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN EKSEKUTIF</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>DAFTAR ANGGOTA TIM PENELITIAN</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>II. TUJUAN</b> .....	6
a. Tujuan Umum .....	6
b. Tujuan Khusus .....	6
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	7
a. Kerangka Konsep .....	7
b. Tempat dan Waktu Penelitian .....	7
c. Jenis Penelitian .....	8
d. Desain Penelitian .....	8
e. Populasi dan Sampel .....	8
f. Variabel .....	8
g. Instrumen dan Cara Pengumpulan Data .....	9
h. Manajemen Analisa Data .....	12

<b>IV. HASIL PENELITIAN</b> .....	13
1. Gambaran Umum Kota Cimahi .....	13
2. Status Kerentanan Nyamuk Vektor <b>DBD</b> di Kota Cimahi .....	13
3. Hasil uji Biokimia <i>Ae. Aegypti</i> terhadap <i>cypermethrin</i> .....	20
<b>V. PEMBAHASAN</b> .....	28
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	31
1. Kesimpulan .....	31
2. Saran .....	31
<b>VII. UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	32
<b>VIII. DAFTAR PUSTAKA</b> .....	32
<b>IX. LAMPIRAN</b> .....	33

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Status resistensi nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari masing-masing lokasi yang terpapar insektisida <i>cypermethrin</i> konsentrasi 0,2%	17
Tabel 2.	Status resistensi nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari masing-masing lokasi yang terpapar insektisida <i>cypermethrin</i> konsentrasi 0,4%	18
Tabel 3.	Nilai Ratio Resistensi ( $RR_{50}$ ) nyamuk <i>Ae. aegypti</i> terhadap <i>cypermethrin</i> 0,2% berdasarkan <i>Knock Time</i> ( $KT_{50}$ ) per masing-masing kelurahan	19

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 1.</b> Rata-rata persentase kematian nyamuk <i>Ae. aegypti</i> berdasarkan konsentrasi <i>cypermethrin</i> selama 15 menit	14
<b>Gambar 2.</b> Rata-rata persentase kematian nyamuk <i>Ae. aegypti</i> berdasarkan konsentrasi <i>cypermethrin</i> selama 30 menit	14
<b>Gambar 3.</b> Rata-rata persentase kematian nyamuk <i>Ae. aegypti</i> berdasarkan konsentrasi <i>cypermethrin</i> selama 45 menit	15
<b>Gambar 4.</b> Rata-rata persentase kematian nyamuk <i>Ae. aegypti</i> berdasarkan konsentrasi <i>cypermethrin</i> selama 60 menit	16
<b>Gambar 5.</b> Hasil <i>monooxygenase</i> ( <i>Cytochrom p 450 assay</i> ) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk <i>Ae. aegypti</i> kelurahan Cibabat pada panjang gelombang 595 nm	20
<b>Gambar 6.</b> Hasil <i>monooxygenase</i> ( <i>Cytochrom p450 assay</i> ) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari kelurahan Cibatureum pada panjang gelombang 595 nm	21
<b>Gambar 7.</b> Hasil <i>monooxygenase</i> ( <i>Cytochrom p450 assay</i> ) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari kelurahan Cipageran pada panjang gelombang 595 nm.	22
<b>Gambar 8.</b> Hasil <i>monooxygenase</i> ( <i>Cytochrom p450 assay</i> ) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari kelurahan Cigugur pada panjang gelombang 595 nm.	23
<b>Gambar 9.</b> Hasil <i>monooxygenase</i> ( <i>Cytochrom p450 assay</i> ) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari kelurahan Baros pada panjang gelombang 595 nm	24
<b>Gambar 10.</b> Hasil <i>monooxygenase</i> ( <i>Cytochrom p450 assay</i> ) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari kelurahan Melong pada panjang gelombang 595 nm.	25
<b>Gambar 11.</b> Hasil <i>monooxygenase</i> ( <i>Cytochrom p450 assay</i> ) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari kelurahan Pasirkaliki pada panjang gelombang 595 nm	26
<b>Gambar 12.</b> Hasil <i>monooxygenase</i> ( <i>Cytochrom p450 assay</i> ) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk <i>Ae. aegypti</i> dari kelurahan Cimahi pada panjang gelombang 595 nm	27

## I. PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes Albopictus*. Di Indonesia jumlah kasus setiap tahun cenderung meningkat dan persebarannya semakin luas<sup>1</sup>.

Dalam penanggulangan KLB DBD salah satu kegiatannya adalah membunuh vektor stadium dewasa yang dilakukan dengan penyemprotan insektisida, termasuk *Cypermethrin*. Pada dasarnya pengendalian vektor dengan insektisida tidak dianjurkan kecuali dalam keadaan darurat karena nyamuk *Ae. aegypti* memiliki kaitan erat dengan manusia dan merupakan spesies yang sangat domestik, lebih dari 90% beristirahat pada permukaan dalam rumah. Melihat fakta di atas, penggunaan insektisida masih diperlukan tetapi harus dilakukan dengan selektif. Keselektifan ini antara lain vektornya masih rentan terhadap insektisida yang digunakan.

Informasi mengenai resistensi *Ae. aegypti* di Indonesia masih sedikit dibandingkan dengan jumlah daerah endemis DBD yang ada. Padahal data ini sangat diperlukan sebagai bahan pertimbangan untuk dilakukannya kegiatan pengendalian vektor DBD. Sangatlah penting untuk selalu memonitor resistensi selama kegiatan pengendalian masih dilaksanakan<sup>2</sup>. pengendalian vektor dewasa dengan fogging sampai saat ini masih menjadi pilihan utama dalam penanggulangan wabah DBD.

Pengasapan (*fogging*) dengan insektisida biasanya digunakan dalam keadaan darurat/KLB terutama untuk kasus DBD. Tujuan kegiatan ini untuk membunuh *Ae. aegypti* dewasa agar terputus mekanisme penularan. Sampai saat ini pengasapan ruang masih menjadi pilihan utama untuk pengendalian vektor DBD saat KLB. Upaya ini akan efektif jika nyamuk yang menjadi sasaran belum resisten terhadap insektisida yang dipakai. Contoh kasus resistensi pernah terjadi pada penggunaan pestisida DDT, dimana pertama kali digunakan tahun 1946 dan kasus resistensi DDT terhadap *Aedes spp.* pertama kali dilaporkan tahun 1947. Sejak itu lebih dari seratus spesies nyamuk resisten terhadap satu insektisida atau lebih<sup>3</sup>.

Penggunaan insektisida kimia/biologis memerlukan indikasi yang tepat dan berbasis pada hasil, studi mikroepidemiologis, studi KLB, studi bionomik vektor dan studi kasus kerentanan atau resistensi nyamuk sasaran baik stadium larva atau dewasa. Hasil analisis semua komponen tersebut akan menjadi bahan pertimbangan atau indikasi yang lebih tepat untuk aplikasi insektisida yang tersedia atau akan disediakan dalam perencanaan. Untuk mencapai hasil guna (efektivitas) yang optimal, maka dalam kegiatan pemberantasan vektor harus berdasarkan kepada beberapa kriteria yaitu: rasional, efektif, efisien, *sustainable*, *acceptable* dan *affordable*<sup>4</sup>.

Secara harfiah, insektisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan serangga hama. Pengertian secara luas yaitu semua bahan atau campuran bahan yang digunakan untuk mencegah, membunuh, menolak atau mengurangi serangga<sup>5</sup>. Insektisida dapat berbentuk padat, larutan atau gas. Insektisida digunakan untuk mengendalikan serangga dengan cara mengganggu atau merusak system di dalam tubuh serangga.

Program pengendalian vektor dengan menggunakan insektisida pada saat ini umumnya masih menggunakan 4 golongan insektisida kimiawi yaitu *organoklorin*, *organofosfat*, *karbamat* dan *piretroid*. Penggunaan insektisida piretroid tahun-tahun belakangan ini menunjukkan kenaikan, akan tetapi jenis organoklorin dan beberapasenyawa organofosfat yang lebih toksik menunjukkan penurunan<sup>6</sup>. Di kota Cimahi, sejak tahun 2002/2003 penggunaan insektisida telah beralih dari golongan organofosfat ke piretroid dalam pemberantasan nyamuk vektor di daerah-daerah endemis DBD. Dengan demikian daerah tersebut untuk insektisida golongan piretroid digunakan dalam kurun waktu lebih dari 3 tahun, sehingga dibutuhkan uji kerentanan terhadap nyamuk vector DBD<sup>4</sup>.

Insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui berbagai cara, seperti pernafasan, termakan dan kontak langsung. Berdasarkan cara masuknya insektisida ke dalam tubuh, insektisida digolongkan menjadi 3 kelompok yaitu racun kontak, racun pernafasan dan racun perut/ pencernaan. Suatu insektisida ada kemungkinan mempunyai satu atau lebih cara masuk ke dalam tubuh serangga<sup>7</sup>.

Sebagai racun kontak, insektisida yang diaplikasikan langsung menembus integument serangga (kutikula), trachea atau kelenjar sensorik dan organ lain yang berhubungan dengan kutikula. Misalnya minyak atau komponen lain, dalam formulasi insektisida membahasi lemak atau lapisan lilin pada kutikula sehingga mengakibatkan bahan aktif mampu menembus tubuh serangga. Bahan aktif insektisida dapat larut pada lapisan lemak kutikula dan masuk ke dalam tubuh serangga, meskipun insektisida tidak diaplikasikan secara langsung, seperti pada formulasi serbuk (*dust*), WP (*weetable power*) dan SC (*suspension concentrate*), insektisida untuk rumah tangga umumnya racun kontak<sup>7</sup>.

Sebagai racun perut, insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui system pencernaan, sehingga bahan aktif harus tertelan/termakan oleh serangga. Pada serangga rumah tangga, seperti rayap, semut, dan lipas formulasi umpan (*bite*) sangat efektif<sup>7</sup>.

Sebagai racun pernafasan, insektisida masuk ke dalam tubuh serangga melalui lubang pernafasan (*spirakel*). Semua fumigant, termasuk racun pernafasan. Insektisida ini aktif karena berada dalam bentuk gas di udara/atmosfer yang tertutup pada saat diaplikasikan baik secara thermal fogging maupun *ultra low volume* (ULV)<sup>7</sup>.

Cara kerja insektisida memberikan pengaruh terhadap serangga berdasarkan aktivitas insektisida di dalam tubuh serangga. Titik tangkap spesifik (bagian serangga yang dipengaruhi insektisida), yaitu enzim dan protein. Beberapa insektisida dapat mempengaruhi lebih dari satu titik tangkap pada serangga<sup>4</sup>.

Menurut Sigit dan Hadi<sup>5</sup>, cara kerja insektisida yang digunakan dalam PHP dibagi dalam 5 kelompok yaitu: 1. mempengaruhi system saraf, 2. menghambat produksi energi, 3. mempengaruhi system endokrin, 4. menghambat produksi kutikula, 5. menghambat keseimbangan air. Pengetahuan ini bermanfaat untuk pemilihan dan rotasi insektisida untuk mendapatkan hasil maksimal dalam rangka pengelolaan resistensi (*resistance management*).

Piretroid adalah racun *axonik* yaitu beracun terhadap serabut saraf. Insektisida ini terikat pada suatu protein dalam saraf yang dikenal sebagai *voltage gated sodium channel*. Pada keadaan normal, protein membuka untuk memberikan rangsangan pada saraf untuk menghentikan sinyal saraf. Piretroid terikat pada gerbang ini, dan mencegah penutupan secara normal yang menghasilkan rangsangan saraf berkelanjutan. Hal tersebut menyebabkan tremor dan gerakan in-koordinasi pada serangga yang keracunan<sup>4</sup>.

Piretroid sintetik mulai diproduksi pada tahun 1974 dan dipasarkan ke Cyanamid Amerika, pada tahun 1977. pada tahun 1988 piretroid dijual sebagai racun pembasmi serangga pada kapas, gandum dan sayuran. Piretroid oleh WHO digolongkan racun kelas menengah. Jenis insektisida yang tergolong ke dalam pyrethroid diantaranya: *d-allethrin*, *transflutrin*, *bioallethrin*, *pralethrin*, *d-phenothrin*, *cyphenothrin* atau *esbiothrin* dan *cypermethrin*. *Cypermethrin* merupakan racun kontak dan racun perut yang penggunaannya sangat luas dari pertanian, peternakan dan PHP. Penggunaan *cypermethrin* sangat populer karena efektifitasnya dan relatif murah harganya<sup>4</sup>.

Beberapa penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa di Indonesia, populasi nyamuk *Aedes aegypti* di beberapa daerah sudah mulai resisten terhadap berbagai jenis insektisida, termasuk piretroid. Resistensi pada *Ae. aegypti* terhadap insektisida dapat mengancam keberhasilan program pengendalian vector di Indonesia. Perkembangan resistensi dapat dicegah melalui penerapan system pengendalian nyamuk yang efektif. Untuk memperoleh system pengendalian nyamuk yang efektif diperlukan studi mengenai tingkat dan mekanisme pertahanan nyamuk yang menyebabkan terjadinya resistensi terhadap insektisida, yang salah satunya adalah melalui enzim-enzim detoksifikasi<sup>8</sup>.

Munculnya galur serangga resisten dipicu dengan adanya pajanan yang berlangsung lama. Hal ini terjadi karena nyamuk *Ae. aegypti* dan vektor dengue lainnya mampu mengembangkan sistim kekebalan terhadap insektisida yang sering dipakai<sup>9</sup>. Beberapa penelitian menunjukkan pula adanya resistensi silang, yaitu timbulnya resistensi terhadap suatu insektisida karena pajanan oleh insektisida lainnya<sup>10</sup>.

Penentuan status kerentanan species nyamuk vektor secara berkala sangat diperlukan untuk mendapatkan data dasar deteksi lebih lanjut dan monitoring terjadinya resistensi. Dengan demikian karakteristik potensial terjadinya resistensi dapat diketahui lebih awal untuk bahan pertimbangan dalam strategi pengendalian vektor<sup>11</sup>. Uji resistensi atau penurunan status kerentanan serangga di lapangan yang sering digunakan adalah uji hayati dan uji biokemis.

Metode baku uji hayati yang digunakan untuk mendeteksi dan memantau status kerentanan dan telah digunakan untuk beberapa tahun. Untuk melakukan uji hayati (*bioassay*) diperlukan test kit khusus yang telah dibakukan oleh WHO termasuk *impregnated paper* dengan rangkaian konsentrasi insektisida tertentu. Uji hayati dapat dilakukan menggunakan stadium larva maupun dewasa dari serangga uji.

Uji biokemis dilakukan untuk mendeteksi resistensi atau penurunan kerentanan serangga terhadap insektisida secara individu. Metode ini mempunyai beberapa keunggulan apabila dibandingkan dengan uji hayati yaitu:

- a. Uji biokemis memungkinkan untuk deteksi gen resistensi ganda dalam bahan yang sama dari satu ekor serangga.
- b. Uji biokemis memungkinkan untuk deteksi dan mengetahui tipe mekanisme resistensi dan kemungkinan adanya resistensi silang.
- c. Uji biokemis memungkinkan untuk mengetahui lebih banyak informasi dari sejumlah kecil serangga uji yang hanya diperoleh dari suatu lokasi survey.
- d. Uji biokemis tidak memerlukan alat yang rumit karena sifatnya kolorimetrik yang dapat dinilai secara visual dengan mata telanjang<sup>12</sup>.

Berdasarkan laporan WHO<sup>13</sup> untuk melakukan deteksi status kerentanan serangga terhadap insektisida yang pernah digunakan, uji biokemis mempunyai beberapa keterbatasan, diantaranya:

- a. Uji ini tidak memungkinkan untuk mengetahui semua mekanisme resistensi yang mungkin terjadi dari banyak jenis dan macam insektisida pada individu uji.
- b. Satu dari bahan kimia (*asetilkholin-iodida*) yang digunakan dalam uji harus disimpan dalam *refrigator* (-200C)
- c. Uji resistensi ini pada mulanya terpaksa dilakukan di laboratorium sebelum ada staf lapangan yang terlatih untuk pengerjaannya di lapangan.

Dalam lingkungan manusia saat ini banyak sumber penggunaan insektisida, antara lain pertanian, rumah tangga, industri, kesehatan dan lainnya yang juga berkontribusi memicu munculnya resistensi.

Kota Cimahi terdiri dari 3 kecamatan, dan 15 kelurahan. Semua kecamatan di wilayah Kota Cimahi merupakan daerah endemis demam berdarah. Kota Cimahi sendiri merupakan daerah urban dengan penduduk yang relatif padat dan mobilitas masyarakat yang relatif tinggi. Pada tahun 2007 jumlah penderita DBD di kota Cimahi berjumlah 2369 orang dan 18 orang diantaranya meninggal (CFR = 0,76%). Pada tahun 2008 sampai bulan Juli jumlah penderita DBD berjumlah 1080 orang 6 diantaranya meninggal dengan *Case Fatality Rate* (CFR) = 0,56%<sup>14</sup>.

Upaya pencegahan yang dilakukan selama ini sudah banyak dilakukan oleh pemerintah kota Cimahi. Kegiatan pemberantasan sarang nyamuk secara rutin dengan melakukan pemberdayaan juru pemantau jentik, penyuluhan, maupun fogging fokus. Untuk maksud tersebut Loka Litbang P2B2 Ciamis mengajukan penelitian uji resistensi insektisida yang digunakan oleh program terhadap *Ae. aegypti* untuk dilaksanakan di kota Cimahi Propinsi Jawa Barat yang akan dilaksanakan tahun 2010.

## II. TUJUAN PENELITIAN

### a. Tujuan Umum

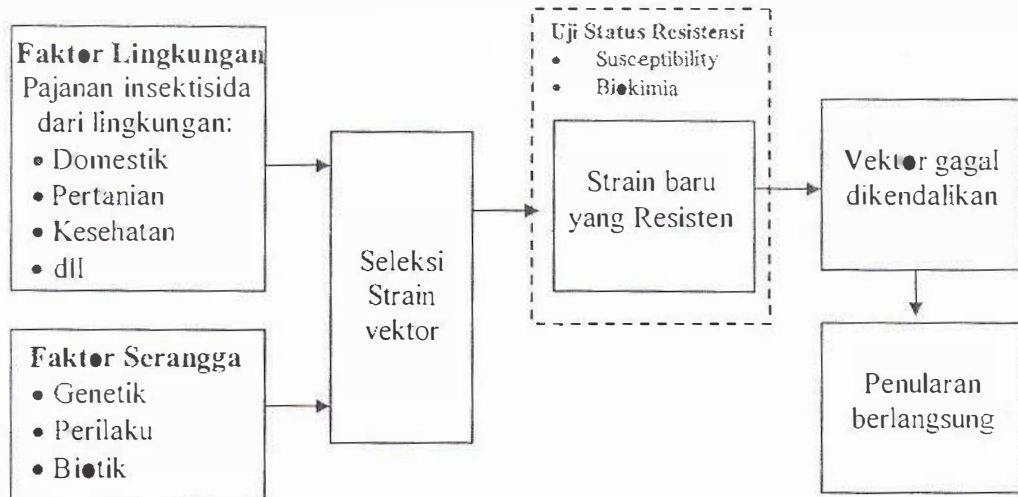
Menentukan status resistensi *Ae. aegypti* terhadap insektisida yang digunakan dalam pengendalian vektor DBD di kota Cimahi Jawa Barat.

### b. Tujuan Khusus:

- Deteksi resistensi dengan cara *bioassay* terhadap *Ae. aegypti* dari kota Cimahi terhadap *cypermethrin*.
- Deteksi resistensi dengan cara biokimia terhadap *Ae. aegypti* dari kota Cimahi terhadap *cypermethrin*.

### III. METODE PENELITIAN

#### a. Kerangka konsep



Faktor yang mempengaruhi tingkat resistensi nyamuk ada dua yaitu faktor lingkungan dan faktor nyamuk itu sendiri. Faktor lingkungan meliputi pajanan insektisida dari lingkungan seperti limbah domestik ( rumah tangga), limbah kesehatan, limbah pertanian dan lain sebagainya. Sedangkan faktor serangga meliputi genetik, perilaku serangga dan faktor Biotik. Kedua faktor tersebut mengakibatkan terjadinya seleksi strain vektor yang pada perkembangannya menghasilkan strain baru yang resisten. Ketika terjadi resistensi, maka vektor tidak akan berhasil dikendalikan sehingga penularan demam berdarah masih terus berlangsung.

#### b. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kota Cimahi untuk mengambil contoh nyamuk yang berasal dari kelurahan endemis DBD di wilayah Kota Cimahi. Pelaksanaan uji *bioassay* dilakukan di laboratorium entomologi Loka Litbang P2B2 Ciamis, sedangkan uji biokimia dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada. Penelitian ini dilakukan selama empat bulan yaitu dari bulan Agustus sampai Nopember 2010.

**c. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian termasuk penelitian laboratorium.

**d. Desain Penelitian**

Penelitian ini berupa penelitian observasional karena tidak dilakukan intervensi pada objek dan hanya melakukan pengamatan.

**e. Populasi dan Sampel**

Populasi penelitian ini adalah *Ae. aegypti* dewasa hasil pembiakan pradewasa yang di peroleh dari lapangan yang mewarisi sifat resistensi induknya.

Sampel penelitian ini adalah anggota populasi yang diambil secara acak sebanyak 15 ekor nyamuk *Ae. aegypti* dewasa dari 5 kelurahan tiap satuan pengamatan untuk uji resistensi secara *bioassay*. Sedangkan untuk uji resistensi secara biokimia satuan pengamatannya adalah individu anggota populasi yang terpilih secara acak sebanyak 47 ekor larva dari 8 Kelurahan.

**f. Variabel**

- Variabel tidak bebas dalam penelitian ini adalah status resistensi nyamuk terhadap insektisida. Di kumpulkan dari hasil uji bioassay dan biokimia.
- Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kegiatan masyarakat yang berkaitan dengan penggunaan insektisida. Data dikumpulkan dengan observasi dan wawancara.
- Variabel luar dalam penelitian ini adalah suhu, kelembaban, dan cahaya. Variabel ini tidak dikendalikan. Sedangkan untuk variabel makanan, kepadatan populasi, spesies, fase perkembangan, ukuran dan jenis kelamin diusahakan sama. Untuk variabel-variabel ini diukur sesuai dengan satuannya.

### g. Instrumen dan cara pengumpulan data

- **Nyamuk *Ae. Aegypti***

Nyamuk untuk bahan uji dalam penelitian ini berasal dari larva yang di peroleh dari dua belas (12) lokasi. Pengambilan sampel larva dilakukan dengan cara *random sampling* di 12 kelurahan di kota Cimahi. Cara pengambilan jentik dilakukan oleh petugas pemantau jentik di 20 rumah terpilih di setiap kelurahan. Larva yang ditemukan diambil dengan menggunakan pipet, kemudian dimasukkan ke kontainer larva. Selanjutnya larva yang terkumpul dibawa ke insektarium Loka Litbang P2B2 untuk dikembangbiakan sampai keturunan ke 3 (F3). Nyamuk dewasa keturunan kedua (F2) digunakan untuk uji *bioassay*, sedangkan uji biokimia menggunakan larva instar IV dari keturunan ketiga (F3). Uji biokimia yang dilakukan meliputi aktivitas enzim *esterase non spesifik* dan *asetilkholinesterase*.

- **Pemeliharaan nyamuk di laboratorium**

Larva yang terkumpul dibawa ke Insektarium Loka Litbang P2B2 Ciamis untuk dipelihara, kemudian dimasukkan kedalam nampan plastik dan diberi pakan *dog food*. Larva yang telah *moulting* menjadi pupa, dipindahkan ke dalam kandang tersendiri untuk setiap kelurahan.

Nyamuk dewasa diberi larutan gula dan vitamin B kompleks untuk nutrisinya. Selain itu, diberi pakan darah marmut untuk pematangan telurnya. Setiap kandang dimasukkan pula ovitrap yang telah ditempel kertas saring sekeliling *ovitrap*. Telur nyamuk yang terkumpul di kertas saring, diambil dan ditetaskan kembali sampai mendapatkan jumlah nyamuk dan telur yang mencukupi untuk kebutuhan uji.

- **Pembuatan *Impregnated paper***

Metode kerja yang dilakukan adalah membuat tiga perlakuan yaitu 0.4 %, 0.2 %, dan 0.0 %, masing-masing konsentrasi diencerkan dengan aseton sampai menjadi 0.2 ml. Pengenceran insektisida ini dimulai dengan membuat stok yaitu (1) 0.4 % (4 cc/liter) dibuat larutan sebanyak 5 ml sehingga :  $5\text{ml} / 1000 \times 4 = 0.02\text{ ml}$  sehingga  $0.4\% = 5\text{ ml aseton} + 0.02\text{ ml insektisida}$ .

Stok awal tersebut diaduk sampai rata. (1) Untuk konsentrasi ke-2 (0.2 %) yaitu 2.5 ml dari konsentrasi awal ditambah 2.5 ml aseton. (2) Sebagai kontrol diberi larutan aseton sebanyak 2.5 ml. Semua perlakuan masing-masing dibuat 3 x ulangan, sehingga jumlah keseluruhan adalah 18 perlakuan. Kertas saring digunting dengan ukuran

12x15cm. Insektisida yang telah dibuat konsentrasinya diambil dengan pipet kemudian ditetaskan secara spiral / melingkar dan rata pada kertas saring. Setelah semua insektisida tersebut ditetaskan pada kertas saring, kemudian dibiarkan beberapa saat agar aseton menguap dan kertas menjadi kering.

- Uji Resistensi dengan cara *bioassay*

Konsentrasi *cypermethrin* yang digunakan pada uji *bioassay* adalah 0,4% dan 0,2%. Uji hayati menggunakan metode baku standar WHO. Nyamuk yang digunakan adalah hasil kolonisasi dari lokasi penelitian dengan kondisi perut kenyang darah dengan alasan kondisinya sehat, kemudian disiapkan 4-5 tabung uji standar WHO dan pada tabung dengan tanda merah di masukan kertas berinsektisida secara melingkar. Nyamuk betina sebanyak 15 ekor dengan kondisi kenyang darah selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung uji tanda merah dan dipapar dengan insektisida selama 1 jam. Nyamuk yang telah terpapar insektisida selama satu jam kemudian dipindahkan ke dalam tabung holding dilengkapi handuk basah. Kriteria: kematian <80% adalah resisten/kebal, kematian 80-98% adalah toleran dan kematian 99-100% adalah rentan<sup>15</sup>.

Pengujian harus diulangi jika ada kematian pada kelompok kontrol lebih dari 20%. Kematian nyamuk uji dikoreksi dengan formula *Abbot* (WHO) jika ada kematian pada kelompok kontrol sebesar 5-20% dengan rumus :

$$X = \frac{a - b}{100 - b} \times 100\%$$

Keterangan:

X = prosentase nyamuk mati setelah dikoreksi

A = presentasi nyamuk mati pada perlakuan

B = presentase nyamuk mati pada kontrol

- **Uji Biokimia**

1. Larva/Nyamuk digerus pada cawan porselin dengan bagian pantat tabung reaksi, kemudian ditambahkan 200  $\mu$ l akuades, dicampur sampai homogen.
2. Homogenat disaring dengan menaruh kertas tissue di atas homogenat, sehingga filtrat nyamuk tersaring di atas kertas tissue.
3. Sebanyak 20  $\mu$ l filtrat diambil, dan dimasukkan ke dalam sumuran mikroplet, kemudian 80  $\mu$ l potassium phosphate buffer ditambahkan. Pekerjaan ini dilakukan dua kali ulangan setiap sampel nyamuk.
4. Larutan Substrat dipersiapkan segera dengan mencampur 0,01g TMBZ + 5 ml methanol+ 15ml sodium acetat buffer.
5. Larutan substrat yang telah dipersiapkan ditambahkan sebanyak 200  $\mu$ l ke dalam sumuran mikroplet, dilanjutkan dengan penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% sebanyak 25  $\mu$ l
6. Mikroplet beserta isinya diinkubasikan pada temperatur kamar selama 2 jam
7. Timbulnya warna biru mengindikasikan nyamuk resisten terhadap *Cypermethrin*.
8. Hasil selanjutnya dibaca dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 655 nm. Level monooxygenase diekspresikan sebagai *optical density* (od).

- **Interpretasi hasil**

1. Warna putih mengindikasikan nyamuk masih rentan terhadap insektisida cypermethrin. Warna biru mengindikasikan nyamuk tidak rentan lagi terhadap insektisida cypermethrin karena adanya peningkatan level monooxygenase. Sehubungan dengan hal tersebut interpretasi hasil dibaca dengan menghitung rerata od nyamuk kontrol negatif dahulu pada setiap mikroplet. Bila tidak ada nyamuk kontrol negative, maka dapat dihitung rerata od sumuran yang menunjukkan warna putih. Nyamuk dikategorikan toleran (RS) jika mempunyai rerata od = 2 x rerata od kontrol negatif atau 2x rerata od nyamuk yang masih rentan terhadap cypermethrin dan dikategorikan resisten (RR) jika memiliki rerata od= 3x kontrol negatif atau 3x od rerata nyamuk yang masih rentan pada setiap mikroplet.
2. Interpretasi data untuk uji hayati ditetapkan berdasarkan persentase angka kematian nyamuk menurut WHO, jika kematian sebesar 99-100% populasi itu disebut peka/rentan, kematian 80-98% disebut toleran dan kematian <80% disebut resisten.

#### h. Manajemen dan analisis data

Data hasil pengamatan disajikan secara deskriptif yaitu dalam grafik dan tabel. Analisa statistik inferensial untuk mengetahui perbedaan konsentrasi dan lokasi uji terhadap kematian / *knock down* (pingsan) nyamuk *Ae. aegypti* menggunakan statistik parametrik yaitu *One Way* ANOVA yang dilanjutkan dengan uji *Post Hoc*. Analisa regresi *Probit* untuk mendapatkan nilai  $KT_{50}$  (*knock time* 50) menggunakan program **POLO PC**.

#### IV. HASIL PENELITIAN

##### 1. Gambaran Umum Kota Cimahi

Kota Cimahi merupakan salah satu daerah endemis DBD di wilayah Propinsi Jawa Barat. Sejak diresmikan sebagai daerah otonom pada bulan oktober 2001, secara administratif terdiri dari 3 kecamatan dan 15 kelurahan. Ketiga kecamatan tersebut adalah kecamatan Cimahi Utara dengan 4 Kelurahan, kecamatan Cimahi tengah dengan 6 kelurahan dan Cimahi Selatan dengan 5 Kelurahan.

Secara geografis, kota Cimahi terletak pada koordinat  $106^{\circ}40'BT$  dan  $6^{\circ}55'LS$ , wilayah ini berbatasan dengan kabupaten Bandung yaitu sebelah utara kec. Parongpong, Cisarua dan Ngamprah. Sebelah timur, wilayah ini berbatasan dengan Kota Bandung yaitu kec. Sukasari, Sukajadi, Cicendo dan kec. Andir. Sebelah selatan, masih berbatasan dengan Kab. Bandung yaitu kec. Marga Asih dan kota Bandung yaitu kec. Bandung Kulon sedangkan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Bandung yaitu kec. Padalarang dan Batuajar.

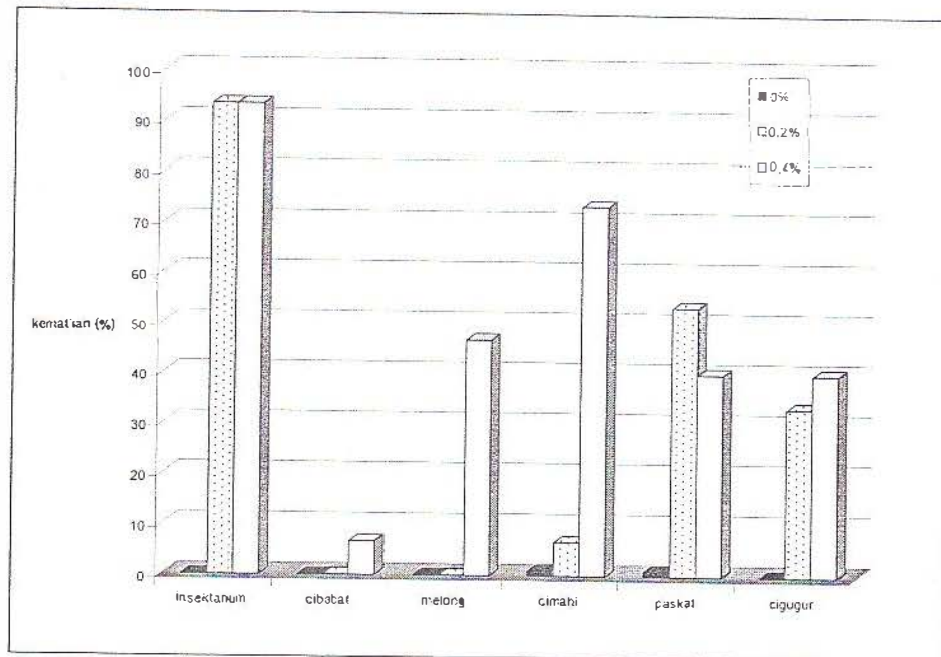
Upaya pencegahan pengendalian yang telah ditentukan untuk menekan tingginya kasus DBD dilaksanakan oleh Pemerintah Daerah Kota Cimahi yang langsung dipimpin oleh Walikota Cimahi dan didukung oleh jajarannya serta partisipasi seluruh lapisan masyarakat, tentunya tetap sebagai sector utamanya adalah Dinas Kesehatan Kota Cimahi. Kegiatan yang rutin dilaksanakan adalah survei jentik yang dilakukan setiap minggu oleh para Juru pemantau jentik (jumantik). Selain itu, program abatisasi dan *fogging focus* juga dilaksanakan secara rutin, termasuk kegiatan Penyelidikan Epidemiologi (PE) untuk setiap kasus positif DBD.

##### 2. Status Kerentanan Nyamuk Vektor DBD di Kota Cimahi

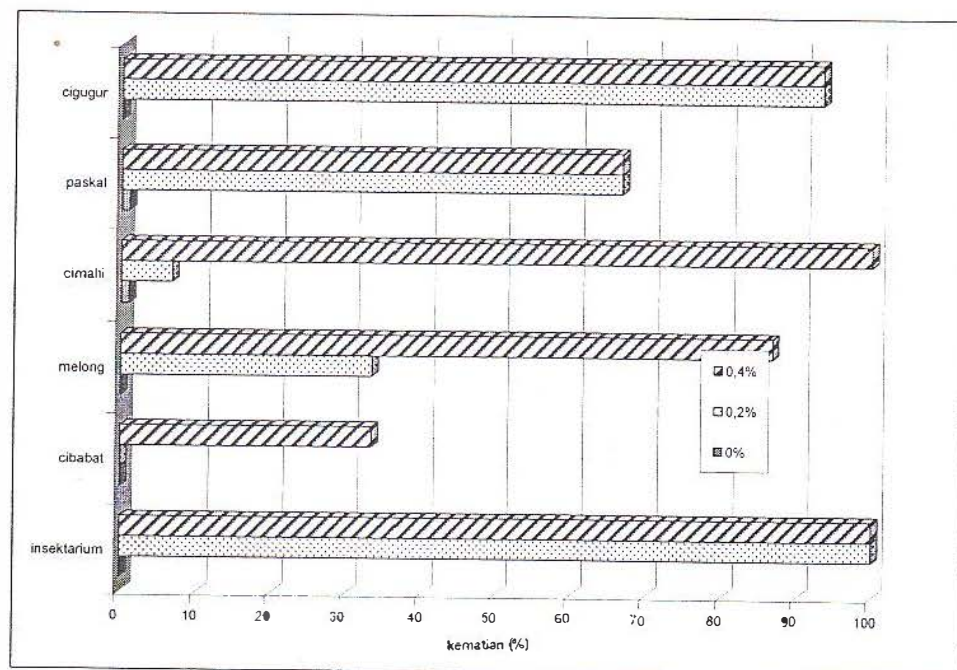
###### a. Hasil Uji Hayati *Ae. aegypti* terhadap *Cypermethrin*

Konsentrasi *cypermethrin* yang digunakan adalah 0,2% dan 0,4% sesuai dengan standar WHO. Sedangkan untuk nyamuk kontrol digunakan nyamuk hasil *rearing* dari insektarium yang belum pernah terpapar insektisida secara aktif maupun pasif.

Kematian pada nyamuk insektarium / kontrol adalah > 90% baik pada konsentrasi *cypermethrin* 0,2% maupun 0,4% selama 15 menit. Pada konsentrasi *cypermethrin* 0,2%, nyamuk yang masih bertahan hidup adalah nyamuk yang berasal dari kelurahan Cibabat dan Melong, sedangkan yang paling tinggi kematian nyamuk adalah kelurahan Pasirkaliki.

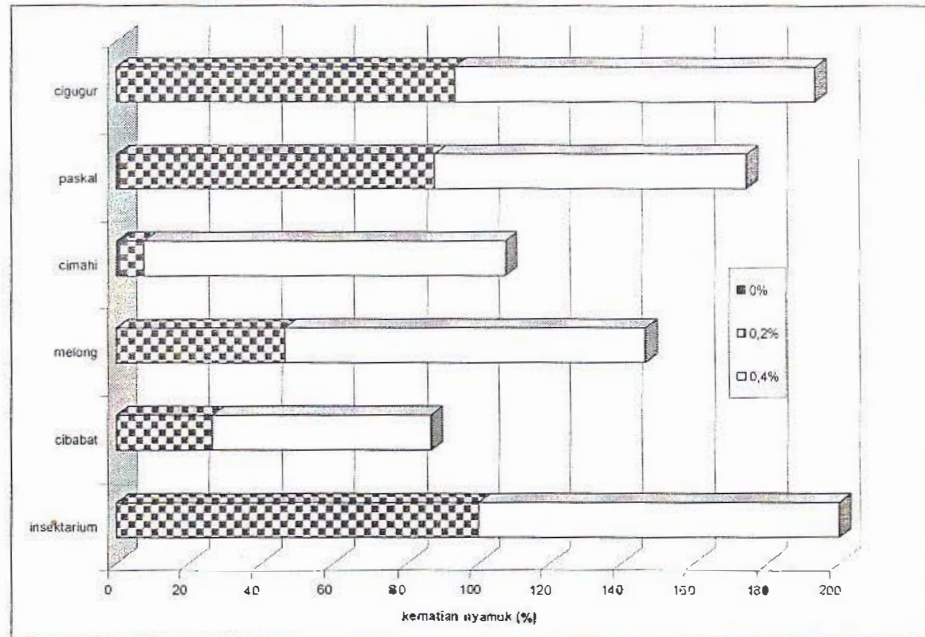


Gambar 1. Rata-rata persentase kematian nyamuk *Ae. aegypti* berdasarkan konsentrasi *cypermethrin* selama 15 menit



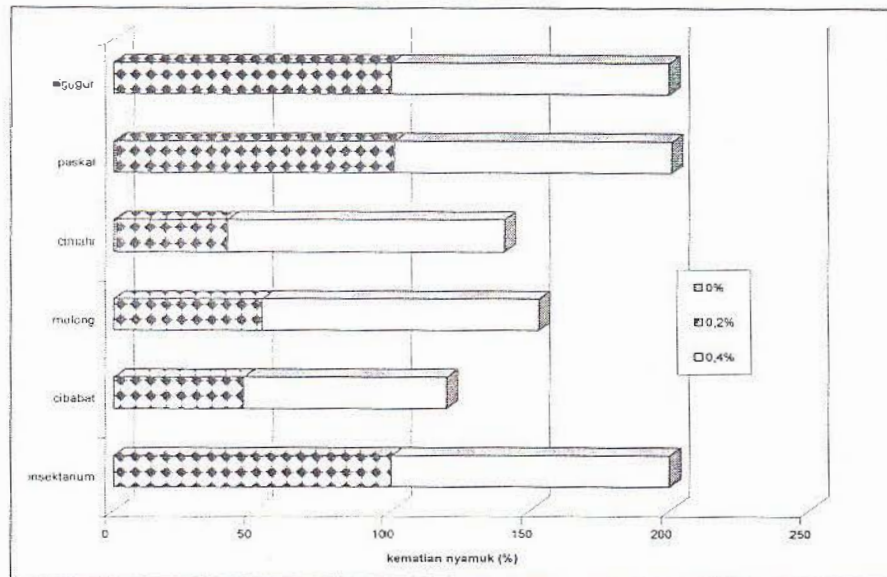
Gambar 2. Rata-rata persentase kematian nyamuk *Ae. aegypti* berdasarkan konsentrasi *cypermethrin* selama 30 menit

Perlakuan paparan insektisida cypermethrin 0,2% dan 0,4% pada nyamuk insektarium/kontrol negatif menyebabkan kematian 100% pada 30 menit perlakuan. Nyamuk dari kel. Cibabat masih bertahan hidup 100% dengan paparan insektisida 0,2% selama 30 menit. Kematian paling tinggi terdapat pada kel. Cigugur, walaupun pada konsentrasi 0,4% masih tinggi kematian nyamuk pada wilayah Cimahi (Gambar 2).



Gambar 3. Rata-rata persentase kematian nyamuk *Ae. aegypti* berdasarkan konsentrasi *cypermethrin* selama 45 menit

Konsentrasi *cypermethrin* 0,2% selama paparan 45 menit, kematian nyamuk yang paling rendah adalah kel. Cimahi kemudian diikuti oleh kel. Cibabat. Kematian nyamuk pada kel. Cigugur dan Pasirkaliki sudah mulai meningkat dan hampir sama dengan kematian nyamuk insektarium. Paparan pada konsentrasi *cypermethrin* 0,4%, hanya kel. Cibabat yang menunjukkan persentase kematian nyamuk yang lebih rendah dibandingkan dengan kelurahan lainnya (Gambar 3).



Gambar 4. Rata-rata persentase kematian nyamuk *Ae. aegypti* berdasarkan konsentrasi *cypermethrin* selama 60 menit

Kematian nyamuk yang paling rendah pada paparan *cypermethrin* 0,2% selama 60 menit masih sama dengan menit sebelumnya yaitu kel. Cimahi walaupun sudah mengalami peningkatan kematian. Kematian terendah lainnya setelah Cimahi adalah kel. Cibabat kemudian diikuti oleh kel. Melong. Kematian pada paparan *cypermethrin* 0,4%, semua lokasi hampir sama kematiannya dengan kontrol / insektarium, kecuali kel. Cibabat.

Kematian nyamuk pada paparan insektisida *cypermethrin* 0,2% menunjukkan pola peningkatan (Tabel 1). Waktu paparan 15 menit, seluruh kelurahan uji masih termasuk kategori sudah resisten dan yang tidak ada kematian adalah kel. Cibabat dan Melong. Kelurahan Cigugur termasuk kategori masih toleran setelah paparan 30 menit, sedangkan Pasirkaliki termasuk toleran setelah paparan 45 menit. Pada paparan selama 1 jam, kelurahan yang sudah termasuk kategori resisten adalah kel. Cimahi, Cibabat dan Melong, namun setelah pengamatan 24 jam kel. Melong masih termasuk kategori toleran.

Tabel 1. Status resistensi nyamuk *Ae. aegypti* dari masing-masing lokasi yang terpapar insektisida *cypermethrin* konsentrasi 0,2%

KONSENTRASI CYPERMETHRIN 0,2%			
Waktu	lokasi	% kematian	kategori
15 menit	insektarium	93.33	kontrol
	cibabat	0	resisten
	melong	0	resisten
	cimahi	6.67	resisten
	pasir kaliki	53.33	resisten
	cigugur	33.33	resisten
30 menit	insektarium	100	kontrol
	cibabat	0	resisten
	melong	33.33	resisten
	cimahi	6.67	resisten
	pasir kaliki	66.67	resisten
	cigugur	93.33	toleran
45 menit	insektarium	100	kontrol
	cibabat	26.67	resisten
	melong	46.67	resisten
	cimahi	6.67	resisten
	pasir kaliki	86.67	toleran
	cigugur	93.33	toleran
60 menit	insektarium	100	kontrol
	cibabat	46.67	resisten
	melong	53.33	resisten
	cimahi	40	resisten
	pasir kaliki	100	rentan
	cigugur	100	rentan
24 jam	insektarium	100	kontrol
	cibabat	53.33	resisten
	melong	80	toleran
	cimahi	40	resisten
	pasir kaliki	100	rentan
	cigugur	100	rentan

Tabel 2. Status resistensi nyamuk *Ae. aegypti* dari masing-masing lokasi yang terpapar insektisida *cypermethrin* konsentrasi 0,4%

KONSENTRASI CYPERMETHRIN 0,4%			
waktu	lokasi	% kematian	kategori
15 menit	insektarium	93.33	kontrol
	cibabat	6.67	resisten
	melong	46.67	resisten
	cimahi	73.33	resisten
	pasir kaliki	40	resisten
	cigugur	40	resisten
	30 menit	insektarium	100
cibabat		33.33	resisten
melong		86.67	toleran
cimahi		100	rentan
pasir kaliki		66.67	resisten
cigugur		93.33	toleran
45 menit		insektarium	100
	cibabat	60	resisten
	melong	100	rentan
	cimahi	100	rentan
	pasir kaliki	86.67	toleran
	cigugur	100	rentan
	60 menit	insektarium	100
cibabat		73.33	resisten
melong		100	rentan
cimahi		100	rentan
pasir kaliki		100	rentan
cigugur		100	rentan
24 jam		insektarium	100
	cibabat	93.33	toleran
	melong	100	rentan
	cimahi	100	rentan
	pasir kaliki	100	rentan
	cigugur	100	rentan

Tabel 3. Nilai Ratio Resistensi ( $RR_{50}$ ) nyamuk *Ae. aegypti* terhadap *cypermethrin* 0,2% berdasarkan *Knock Time* ( $KT_{50}$ ) per masing-masing kelurahan.

lokasi	$KT_{50}$		$RR_{50}$
insektarium 0.2	$KT_{50}$ cypermet	12.83740	kontrol
cibabat 0.2	$KT_{50}$ cypermet	59.52255	4.635514
cimahi 0.2	$KT_{50}$ cypermet	116.26624	9.054517
paskal 0.2	$KT_{50}$ cypermet	15.95150	1.242212
melong 0.2	$KT_{50}$ cypermet	49.78618	3.877726
cigugur 0.2	$KT_{50}$ cypermet	17.78387	1.384735

Paparan *cypermethrin* 0,4% pada nyamuk *Ae. aegypti* menunjukkan tingkat resistensi yang berbeda dengan konsentrasi 0,2%. Selama 30 menit paparan, hanya dua kelurahan yang menunjukkan sudah resisten yaitu kel. Cibabat dan Pasirkaliki. Kelurahan Cimahi masih termasuk kategori rentan pada paparan 30 menit ini. Kelurahan Cibabat pada paparan selama 45 menit dan 60 menit sudah termasuk kategori resisten, namun setelah 24 jam pengamatan kel. Cibabat masih termasuk kategori toleran. Kelurahan lain yaitu Pasirkaliki, Cigugur, Melong dan Cibabat masih termasuk status rentan selama paparan 60 menit sampai 24 jam pengamatan (Tabel 2).

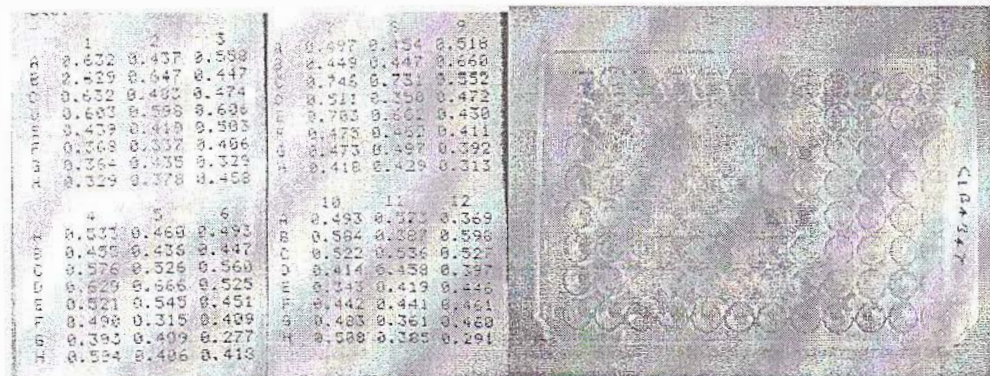
Rata-rata kematian nyamuk *Ae. aegypti* pada paparan *cypermethrin* 0,2% yang dianalisa menggunakan probit memperoleh hasil  $KT_{50}$  untuk insektarium adalah 12,8 menit. Hal ini berarti bahwa kematian 50% populasi nyamuk insektarium / kontrol membutuhkan waktu  $\pm 12$  menit. Kelurahan Cimahi membutuhkan waktu yang paling lama untuk membunuh 50% populasi nyamuk dibandingkan kelurahan lain yaitu  $\pm 116$  menit. Nilai  $RR_{50}$  untuk paparan *cypermethrin* 0,2% yang tertinggi adalah kelurahan Cimahi yaitu 9,05, kemudian diikuti oleh nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Cibabat yaitu 4.64. Kelurahan Melong, Pasir Kaliki dan Cigugur memiliki status resistensi yang lebih rendah, berturut-turut nilai  $RR$  adalah 3,88; 1,38 dan 1,24 (Tabel 3).

### b. Hasil uji Biokimia *Ae. Aegypti* terhadap *cypermethrin*

Hasil *Monoxygenase (Cytochrom p450 assay)* pada nyamuk yang berasal dari Cibabat menunjukkan adanya warna biru (tidak rentan lagi terhadap insektisida *cypermethrin*) pada sumuran C7 dan 8 serta sumuran E nomer 7 dan 8, sedangkan sumuran lainnya seperti C nomer 1 dan 2, 3 dan 4, 5 dan 6, 9 dan 10, 11 dan 12, serta E 1 dan 2, 3 dan 4, 5 dan 6, 9 dan 10, 11 dan 12 menunjukkan warna putih atau masih rentan terhadap insektisida *cypermethrin*.

Rerata od sampel nyamuk dikurangi dengan rerata od sumuran blanko (yang berisi PBS). Pada mikroplet berikut ini sumuran H nomer 11 dan 12 hanya berisi PBS berturut-turut dengan nilai OD= 0,385 dan 0,291. Jadi rerata od blanko= 0,338. Pada mikroplet ini tidak ada nyamuk kontrol negatif, maka sebagai gantinya dihitung rerata od beberapa nyamuk yang masih rentan yaitu sumuran C 3 dan 4 (0,474 dan 0,576), C 9 dan 10 (0,552 dan 0,522), D 7 dan 8 (0,511 dan 0,350), E 3 dan 4 (0, 503 dan 0,521), serta E 9 dan 10 (0,430 dan 0,343). Rerata od nyamuk yang rentan ini=0,4782, dan setelah dikurangi dengan rerata od blanko menjadi 0,1402.

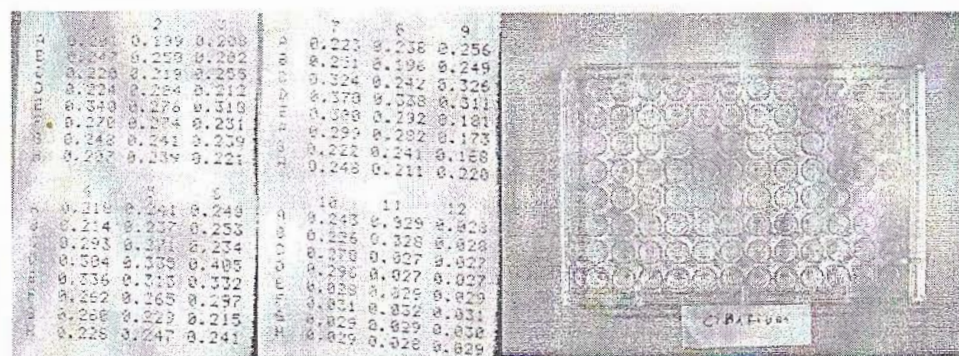
Mikroplate nyamuk dikategorikan toleran jika memiliki od  $\geq 2x$  rerata od nyamuk rentan ( $2 \times 0,1402 = 0,2804 \approx 0,3$ ), dan resisten jika memiliki od  $3x$  rerata nyamuk rentan ( $3 \times 0,1402 = 0,4206 \approx 0,4$ ). Kesimpulannya, nyamuk dikategorikan rentan jika memiliki rerata od  $< 0,3$ , dan toleran jika memiliki rerata od  $0,3$  s/d  $< 0,4$  serta resisten jika memiliki od  $\geq 0,4$ .



Gambar 5. Hasil *monoxygenase (Cytochrom p 450 assay)* insektisida piretroid sintetik pada nyamuk *Ae. aegypti* kelurahan Cibabat pada panjang gelombang 595 nm

Pada mikroplate ini sumuran C 7 dan 8 memiliki od (0,746 dan 0,731), maka od rata-ratanya = 0,7385, dan setelah dikurangi dengan od blanko, hasilnya menjadi (0,7385-0,338 = 0,4005  $\approx$  0,4), jadi sampel nyamuk tersebut dikategorikan resisten terhadap insektisida sintetik piretroid. Sumuran A 1 dan 2 memiliki od (0,632 dan 0,437), rerata= 0,5345, dan setelah dikurangi dengan od blanko, hasilnya menjadi 0,1965  $\approx$  0,2, jadi nyamuk tersebut dikategorikan masih rentan. Sumuran B 1 dan 2 memiliki od (0,629 dan 0,647), rerata 0,638 dan setelah dikurangi dengan od blanko hasilnya 0,3, jadi nyamuk tersebut dikategorikan toleran terhadap insektisida sintetik piretroid. Sumuran E 7 dan 8 memiliki od (0,703 dan 0,662), rerata= 0,6825, dan setelah dikurangi dengan od blanko hasilnya 0,3445  $\approx$  0,3, jadi nyamuk tersebut dikategorikan toleran.

Berdasarkan hasil diatas, dari 47 sampel nyamuk uji yang berasal dari Cibabat, diketahui sebagian besar (44 ekor) masih rentan terhadap insektisida piretroid sintetik, dan hanya seekor nyamuk telah resisten, serta 2 ekor nyamuk telah toleran terhadap insektisida tersebut.

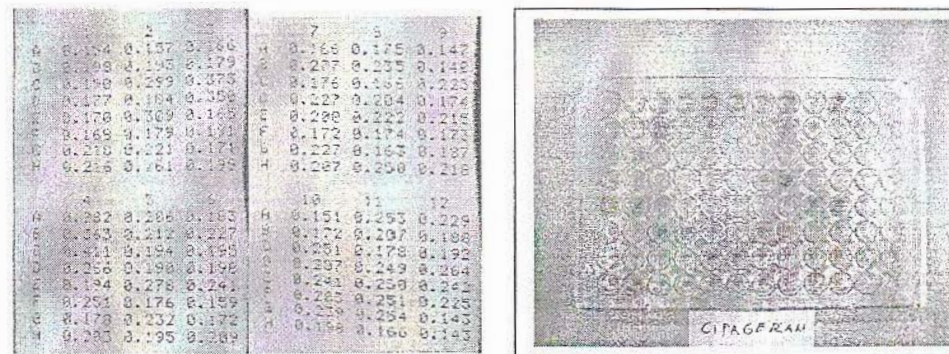


Gambar 6 Hasil monooxygenase (*Cytochrom p450 assay*) insektisida piretroid sintetik pada nyamuk *Ae. aegypti* dari kelurahan Cibabab pada panjang gelombang 595 nm

Sumuran H 11 dan 12 yang berisi PBS saja mempunyai Od (0,028 dan 0,029), jadi rerata Od blanko = 0,0285. Pada mikroplate ini terlihat sumuran G 7 dan 8 berwarna biru, sedangkan lainnya berwarna putih. Sekarang kita ambil secara acak 10 sumuran atau 5 sampel nyamuk yang menunjukkan hasil masih rentan atau berwarna putih yaitu: A 7 dan 8 (0,223 dan 0,238), B 3 dan 4 (0,202 dan 0,214), A 9 dan 10 (0,256 dan 0,243), D 3 dan 4 (0,212 dan 0,304), F 9 dan 10 (0,173 dan 0,031).

Rerata od nyamuk yang rentan ini=0,2096, dan setelah dikurangi dengan rerata od blanko menjadi 0,1811. Jadi pada mikroplet ini nyamuk dikategorikan toleran jika memiliki OD minimal  $2x$  od rerata nyamuk rentan =  $2 \times 0,1811 = 0,3622 \approx 0,4$ , dan resisten jika memiliki od sebesar  $3x$  rerata od nyamuk rentan =  $3 \times 0,1811 = 0,5433 \approx 0,5$ .

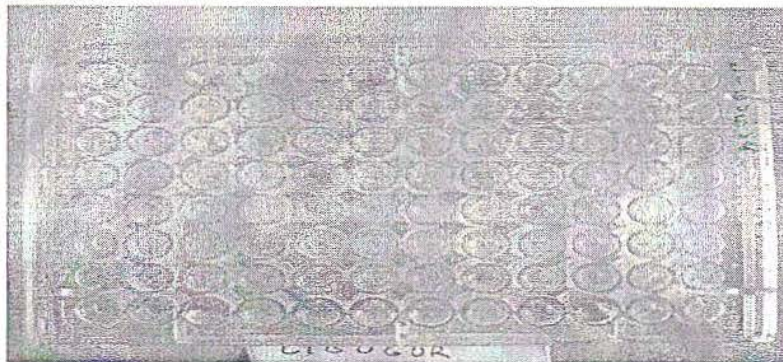
Pada mikroplet ini sumuran G 7 dan 8 memiliki Od (0,222 dan 0,241), rerata 0,2315, dan setelah dikurangi dengan od blanko hasilnya menjadi 0,203. Jadi nyamuk uji yang berasal dari Cibeureum masih rentan terhadap insektisida sintetik piretroid.



Gambar 7. \*Hasil monooxygenase (Cytochrom p450 assay) insektisida piretroid sintetik pada nyamuk *Ae. aegypti* dari kelurahan Cipageran pada panjang gelombang 595 nm

Rerata OD blanko = 0,1545. Rerata OD nyamuk rentan A 3 dan 4 (0,166 dan 0,282), B 5 dan 6 (0,212 dan 0,227), C 5 dan 6 (0,194 dan 0,195), C 7 dan 8 (0,176 dan 0,166), E 5 dan 6 (0,278 dan 0,241), A 11 dan 12 (0,253 dan 0,229) adalah 0,21825, dan setelah dikurangi dengan rerata Od blanko menjadi 0,0985. Jadi pada mikroplet ini nyamuk dikategorikan toleran jika memiliki OD minimal  $2x$  od rerata nyamuk rentan =  $2 \times 0,0985 = 0,197 \approx 0,2$ , dan resisten jika memiliki od sebesar  $3x$  rerata od nyamuk rentan =  $3 \times 0,0985 = 0,2955 \approx 0,3$ .

Pada mikropate ini sumuran C 1 dan 2 memiliki Od (0,190 dan 0,299), rerata 0,2445, dan setelah dikurangi dengan od blanko hasilnya menjadi 0,09, sehingga nyamuk ini dikategorikan masih rentan. Sumuran E 1 dan 2 memiliki Od (0,170 dan 0,309), rerata 0,2395 dan setelah dikurangi dengan Od blanko hasilnya 0,085, nyamuk ini dikategorikan masih rentan. Sumuran D 7 dan 8 memiliki OD (0,227 dan 0,204), rerata 0,2155 dan setelah dikurangi Od blanko hasilnya 0,061, sehingga nyamuk tersebut dikategorikan rentan. Demikian seterusnya, sehingga diketahui bahwa semua sampel nyamuk uji yang berasal dari Cipageran masih rentan terhadap insektisida golongan sintetis piretroid.

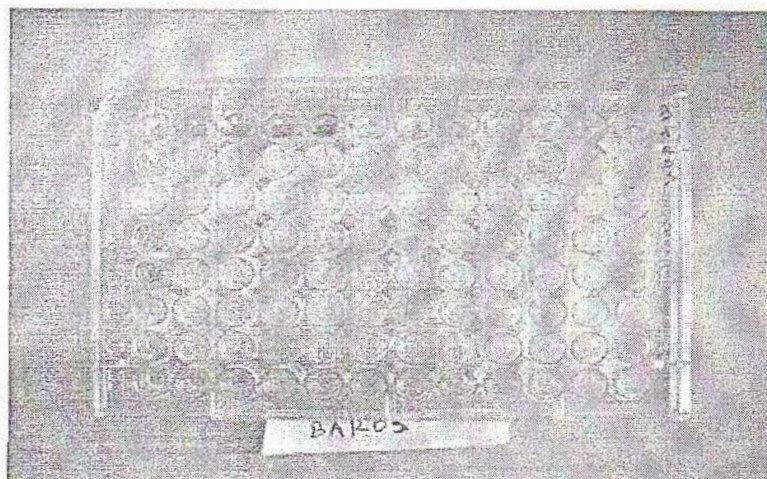


	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	2	2	2	3	0	3	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	3	0	1	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	PBS	PBS

Skor	0= tidak berwarna 1= biru muda 2= biru kehijauan 3= biru tua	Interpretasi Hasil:	N	%	Kesimpulan: Sebanyak 87,2% sampel dari Cigugur rentan, 6,4% toleran, dan 6,4% resisten terhadap insektisida sintetis piretroid
		<2,00 Rentan (SS) 2,0-2,5 = toleran (RS) 2,6-3,0= resisten (RR)			
		<2,00 Rentan (SS)	41	87	
		2,0-2,5 = toleran (RS)	6	13	
		2,6-3,0= resisten (RR)	0	0	

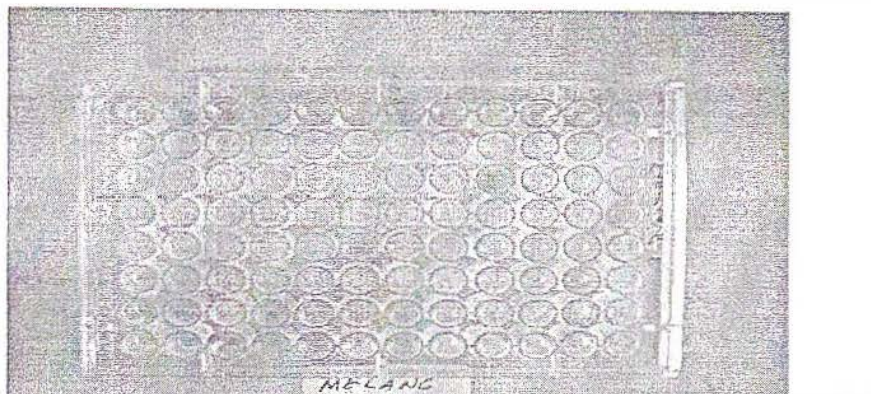
Gambar 8. Hasil monooxygenase (*Cytochrom p450 assay*) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk *Ae. aegypti* dari kelurahan Cigugur pada panjang gelombang 595 nm



A	0	1	2	3	3	0	0	2	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PBS	PBS

Skor	● = tidak berwarna	Interpretasi Hasil:	N	%	Kesimpulan: Sebanyak 98% sampel dari Baros rentan, 2% toleran terhadap insektisida sintetik piretroid
	1 = biru muda	<2,00 Rentan (SS)	46	98	
	2 = biru kehijauan	2,0-2,5 = toleran (RS)	1	2	
	3 = biru tua	2,6-3,0 = resisten (RR)	0	0	

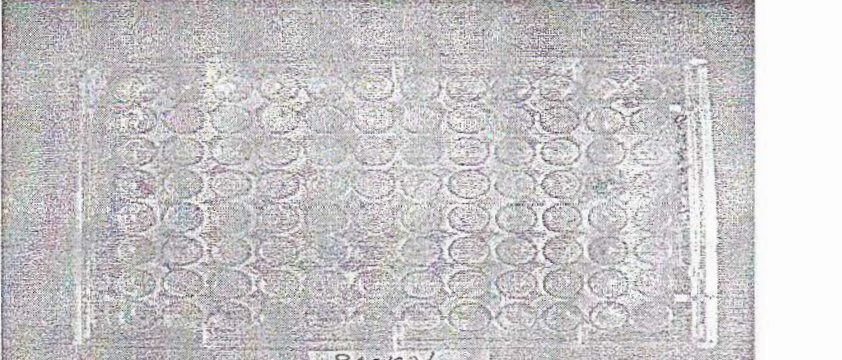
Gambar 9. Hasil monooxygenase (*Cytochrom p450 assay*) insektisida piretroid sintetik pada nyamuk *Ae. aegypti* dari kelurahan Baros pada panjang gelombang 595 nm



													12
A	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PBS	PBS

Skor	0= tidak berwarna	Interpretasi Hasil:	N	%	Kesimpulan: Semua sampel (100%) dari Melong masih rentan terhadap insektisida sintetik piretroid
	1= biru muda		<2,00 Rentan (SS)	47	
	2= biru kehijauan	2,0-2,5 = toleran (RS)	0	0	
	3= biru tua	2,6-3,0= resisten (RR)	0	0	

Gambar 10. Hasil monooxygenase (*Cytochrom p450 assay*) insektisida piretroid sintetik pada nyamuk *Ae. aegypti* dari kelurahan Melong pada panjang gelombang 595 nm



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
B	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Skor	0= tidak berwarna	Interpretasi Hasil:	N	%	Kesimpulan: Semua sampel (100%) dari Pasirkaliki masih rentan terhadap insektisida sintetis piretroid
	1= biru muda				
2= biru kehijauan	2,0-2,5 = toleran (RS)	0	0		
3= biru tua	2,6-3,0 = resisten (RR)	0	0		

Gambar 11. Hasil monooxygenase (*Cytochrom p450 assay*) insektisida piretroid sintetis pada nyamuk *Ae. aegypti* dari kelurahan Pasirkaliki pada panjang gelombang 595 nm

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	2	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0
B	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Skor	0 = tidak berwarna	Interpretasi Hasil:	N	%	Kesimpulan: Semua sampel (100%) dari Cimahi masih rentan terhadap insektisida sintetik piretroid	
	1 = biru muda		<2,00 Rentan (SS)	47		100
	2 = biru kehijauan		2,0-2,5 = toleran (RS)	0		0
	3 = biru tua		2,6-3,0 = resisten (RR)	0		0

Gambar 12. Hasil monooxygenase (*Cytochrom p450 assay*) insektisida piretroid sintetik pada nyamuk *Ae. aegypti* dari kelurahan Cimahi pada panjang gelombang 595 nm

## V. PEMBAHASAN

Uji hayati nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari 5 kelurahan di Kota Cimahi yaitu, kelurahan Cibabat, Melong, Pasir Kaliki, Cigugur dan Cimahi dengan menggunakan *cypermethrin* 0,2% hasilnya bervariasi. Nyamuk kelurahan Cimahi dan Cibabat yang terpapar selama 15 menit – 1 jam termasuk kategori resisten. Pada paparan selama 60 menit, nyamuk *Ae. aegypti* kel. Melong sudah resisten, namun setelah 24 jam pengamatan menjadi kategori sudah toleran. Nyamuk yang berasal dari kel. Cigugur dan Pasirkaliki masih termasuk kategori rentan.

Semua wilayah uji menunjukkan status sudah resisten pada paparan konsentrasi *cypermethrin* 0,4% selama 15 menit. Kelurahan Cibabat masih sama dengan hasil paparan *cypermethrin* 0,2% yaitu termasuk kategori sudah resisten sampai 60 menit paparan, walaupun pada pengamatan 24 jam statusnya menurun menjadi toleran. Kelurahan Cimahi yang termasuk kategori resisten pada konsentrasi 0,2%, pada konsentrasi 0,4% menunjukkan status masih rentan. Wilayah lain yaitu kel. Pasirkaliki, Cigugur dan Melong masih menunjukkan status rentan selama paparan sampai 60 menit.

Dari hasil uji tersebut, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan status resistensi dari nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Cibabat dan Cimahi dibandingkan dengan penelitian tahun sebelumnya yang dilakukan oleh Dindin Wahyudin, 2009. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* yang berasal dari kelurahan Cibeureum, Cimahi dan Cibabat masih toleran terhadap insektisida *cypermethrin* 0,05%. Hal ini harus diperhatikan oleh pihak Dinas Kesehatan Cimahi, karena dikhawatirkan program *fogging* dengan menggunakan insektisida dari golongan sintetik piretroid yang mungkin dilakukan kurang efektif mengingat nyamuk uji yang berasal dari Cibabat ini sudah menunjukkan gejala resistensi terhadap insektisida *cypermethrin*.

Hasil uji biokimia dari nyamuk yang berasal dari Cibabat, menunjukkan hasil yang agak berbeda. Dari 47 nyamuk yang diuji, 44 ekor masih rentan, 2 ekor toleran dan hanya satu ekor yang sudah resisten terhadap insektisida dari golongan sintetik piretroid. Hasil penelitian sebelumnya<sup>4</sup> menunjukkan hasil sedikit berbeda dengan hasil uji biokimia yang dilakukan untuk nyamuk dari Cibabat yang menyatakan bahwa dari 8 ekor nyamuk uji 3 diantaranya sudah resisten dan 5 ekor masih rentan.

Status kerentanan nyamuk dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu genetik, biologis dan operasional yang meliputi bahan kimia yang digunakan untuk uji. Pada penelitian

sebelumnya menggunakan konsentrasi *cypermethrin* 0,75%, keturunan nyamuk uji yang digunakan juga berbeda, penelitian uji biokimia ini menggunakan larva hasil turunan ke 3 dari nyamuk uji (F3).

Nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Cibeureum, hasil uji biokimia menunjukkan bahwa nyamuk tersebut masih bersifat rentan terhadap insektisida sintetik piretroid. Sementara dari hasil penelitian sebelumnya, nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Cibeureum berdasarkan uji hayati menunjukkan toleransi terhadap *cypermethrin* 0,05%. Dari hasil uji biokimia, yang dilakukan terhadap 2,67% nyamuk uji yang masih hidup (2 ekor), menunjukkan bahwa 1 ekor secara kualitatif menunjukkan warna biru yang artinya bahwa nyamuk tersebut sudah terpapar oleh insektisida *cypermethrin* dengan status resisten, sedangkan satu ekor lainnya secara kualitatif tidak menunjukkan warna biru, yang artinya nyamuk tersebut telah terpapar insektisida *cypermethrin* relative rendah sehingga masih sensitive.

Kelompok nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Cimahi semua nyamuk uji menunjukkan hasil yang masih rentan. Dari 47 ekor larva yang diuji, seluruhnya menunjukkan status yang masih rentan terhadap insektisida piretroid. Begitu juga nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Melong, Pasir Kaliki dan Cibeureum yang masih rentan terhadap insektisida dari golongan ini. Untuk kelurahan Cipageran dan Baros dari 47 ekor nyamuk yang diuji, 46 ekor menunjukkan masih rentan, sedangkan 1 ekor sudah toleran. Hasil uji biokimia terhadap nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Cigugur lebih bervariasi lagi. Dari 47 ekor nyamuk yang diuji, 41 ekor masih rentan, 3 sudah toleran dan 3 ekor lainnya sudah resisten.

Menurut WHO<sup>16</sup>, penggunaan insektisida pada pengendalian populasi nyamuk, menyebabkan tekanan seleksi atas individu nyamuk yang memiliki kemampuan untuk tetap hidup bila kontak dengan insektisida dengan mekanisme berbeda. Resistensi secara umum dikenal 3 tipe, yaitu (1) *Vigour tolerance*, sedikit kenaikan toleransi terhadap satu atau beberapa insektisida (penurunan kerentanan), seperti ukuran kutikula tebal dan tingginya kandungan lemak ; (2) Resistensi fisiologis ; (3) Resistensi perilaku.

Menurut laporan WHO<sup>17</sup>, ada 3 mekanisme dasar yang berperan dalam proses terjadinya resistensi/perubahan status kerentanan serangga terhadap insektisida, diantaranya adalah peningkatan metabolisme toksikan (insektisida) dalam tubuh serangga dengan enzim *mixed function oxidase*, *hidrolase*, *esterase* dan *glutathione-S-transferase* ; perubahan sensitifitas tempat sasaran dalam tubuh serangga, yang berupa insensitivitas saraf dan

insensitivitas enzim *asetilkholinesterase* (AChE) serta penurunan penetrasi toksikan (insektisida) kearah tempat aktif (saraf dan AChE).

Nilai rasio resistensi dari hasil uji *bioassay* dengan menggunakan insektisida *cypermethrin* 0,2% menunjukkan bahwa nyamuk yang berasal dari kelurahan Cimahi yang memiliki nilai tertinggi, dengan kata lain nyamuk uji strain cimahi yang paling resisten dengan nilai  $RR_{50}$  9,05. Hal ini menjelaskan bahwa penggunaan insektisida *cypermethrin* dengan konsentrasi 0,2% sudah harus ditinjau lagi, karena nyamuk dari daerah kelurahan Cimahi sudah mengalami peningkatan status menjadi resisten.

Hasil uji biokimia yang dilakukan terhadap larva nyamuk dari 8 kelurahan menunjukkan hasil yang agak berbeda. Larva nyamuk uji yang berasal dari kelurahan Cibabat yang sudah menunjukkan gejala sudah resisten. Dari 47 ekor larva uji, 2 ekor nyamuk sudah resisten, 1 ekor menunjukkan gejala toleransi terhadap insektisida *cypermethrin*. Hal ini bisa terjadi dikarenakan nyamuk uji yang dipakai pada uji *bioassay* adalah keturunan kedua (F2) sedangkan nyamuk uji yang digunakan pada uji Biokimia adalah keturunan ketiga (F3). Perbedaan tersebut, diduga mengakibatkan adanya perbedaan status resistensi dari nyamuk uji tersebut.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

- Hasil uji secara *bioassay* pada lima kelurahan dengan menggunakan *cypermethrin* 0,2% menunjukkan bahwa nyamuk yang sudah resisten berasal dari kelurahan Cimahi dengan nilai  $RR_{50}$  9,03, dan disusul dari Cibabat dengan nilai  $RR_{50}$  4,64. Kelurahan lainnya masih mempunyai nilai  $RR_{50}$  yang rendah, yaitu Melong (3,88), Cigugur (1,38) dan Pasir Kaliki (1,24).
- Hasil uji biokimia yang dilakukan terhadap nyamuk uji dari 8 kelurahan menunjukkan bahwa nyamuk yang berasal dari kelurahan Cibabat sudah memperlihatkan gejala resisten terhadap insektisida *cypermethrin*, meskipun hanya 4% dari keseluruhan nyamuk yang diuji, 2% lainnya menunjukkan gejala toleran. Untuk kelurahan Cigugur, 13% nyamuk uji sudah menunjukkan toleran terhadap insektisida *cypermethrin*. Untuk 6 kelurahan lainnya yaitu Cimahi, Cibeureum, Melong, Baros, Cipageran dan Pasir Kaliki, masih bersifat rentan.

### 2. Saran

Pemantauan terhadap status resistensi di wilayah kota Cimahi masih perlu dilakukan secara berkala mengingat adanya kegiatan fogging yang masih sering dilakukan karena banyaknya kasus DBD. Penggunaan insektisida dan penentuan konsentrasi *cypermethrin* di wilayah Kota Cimahi perlu ditinjau lagi, mengingat ada beberapa nyamuk uji yang menunjukkan gejala resisten dan toleransi terhadap insektisida tersebut.

## VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini, mulai dari penyusunan proposal, pelaksanaan serta pembuatan laporannya.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada :

- a. Tim Pembina Teknis Puslitbang Biomedis dan Farmasi dan Puslitbang Ekologi dan Status Kesehatan Balitbangkes Departemen Kesehatan RI
- b. Kepala Loka Litbang P2B2 Ciamis beserta staf.
- c. Kepala Dinas Kesehatan Kota Cimahi beserta jajarannya.
- d. Kepala Puskesmas di Wilayah Kerja Kota Cimahi beserta jajarannya.
- e. Seluruh kader dan masyarakat yang sudah terlibat dalam kegiatan penelitian ini.
- f. Kepala Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta beserta tim teknis.
- g. Dan semua pihak yang telah membantu dan yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

## VIII. DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Ditjen PPM dan PL Depkes RI. *Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit Demam Berdarah Dengue dan Demam Berdarah*. Jakarta. 2001.
2. WHO. *Instruction for determining the susceptibility or resistance of adult mosquitoes to organochlorine organophosphate and carbamate insecticides*. Diagnostic test WHO/VBC/81.806. 1981.
3. Knobler S.L., Stanley M. L, Marjan N, dan Tom B. *The Resistance Phenomenon in Microbes and Infectious Disease Vectors*. The National Academies Press. Washington. 2003.
4. Wahyudin. Dindin., Uji Kerentanan Nyamuk Vektor *Aedes aegypti* Terhadap Insektisida yang Digunakan Dalam Program Pengendalian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. 2009.
5. Sigit,S.H. dan Hadi,U.K., Hama Pemukiman Indonesia (Pengenalan,Biologi dan Pengendalian). Unit Kajian Pengendalian Hama Pemukiman. Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor. 2006.
6. WHO. *Pesticides and Their Application: For the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance*. WHO/CDS/NTD/WHOPES/GCDPP/2006/1. 2006.
7. Gandahusada., Ilahude. S.,Pribadi. W. *Parasitologi Kedokteran Ed. III*. Balai

Penerbit FK. UI. Jakarta. 2006.

8. Rahardjo. Gembong., Resistance Status and Mechanism of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from several Cities in Indonesia to Pyrethroid Insecticides. School of Life Science and Technology ITB. 2008.
9. WHO dan Departemen Kesehatan RI. *Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit Demam Dengue dan Demam Berdarah Dengue*. Jakarta. Depkes RI. 2003.
10. Johnson, P.W. *Chemical Resistance In Live stock*. Elizabeth Mc Arthur Agricultural Institute. Camden NSW. 1998.
11. WHO. Expert Committee on Vector Biology and control. Vector Resistance to Pesticide. WHO Technical Report Series, No. 818. WHO. Geneva. 62p. 1992.
12. Georghiou. G.P., and R.B. Mellon. Pesticide Resistance in Time and Space, In: *Pest Resistance to Pesticides* (ed. G.P Georghiou & T. Saito), Plenum Press, new York, P 1-46. 1983.
13. WHO. *Dengue Haemorrhagic Fever, Diagnosis, treatment and Control*. WHO, Geneva. 1986.
14. Dinas Kesehatan Kota Cimahi. Laporan kasus demam berdarah tahun 2007. 2008.
15. Herath, P. *Insecticides Resistance in Disease vectora and its Practical Implication*. WHO, Geneva. 1997.
16. WHO. *Manual on Practical Entomology in Malaria Part II. Methods and Techniques*. WHO, Geneva. 1975.
17. WHO. Expert Committee on Vector Biology and Control. Resistance of Vectors of Diseases to Pesticides. WHO Technical Report Series, No. 665. WHO, Geneva 82p. 1980.
18. Nusa, Roy, Mara Ipa. *et.al*. Penentuan resistensi *Aedes aegypti* dari daerah endemis DBD di kota Depok terhadap insektisida Malathion, Laporan Hasil Penelitian, 2005.