

MONOGRAF

Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Cypermethrin

Ngadino
Marlik
Demes Nurmayanti



MONOGRAF

RESISTENSI NYAMUK *Aedes aegypti* TERHADAP CYPERMETHRIN

Penulis
Ngadino
Marlik
Demes Nurmayanti

Editor
Irwan Sulistio

Desain sampul dan isi
Ferdian Akhmad Ferizqo

Penerbit
Jurusan Kesehatan Lingkungan
Poltekkes Kemenkes Surabaya

Redaksi
Jurusan Kesehatan Lingkungan
Jl. Menur no 118 A Surabaya

Distributor Tunggal
Jurusan Kesehatan Lingkungan
Jl. Menur no 118 A Surabaya

Cetakan pertama tahun 2021

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, dengan segala kerendahan hati atas segala rachmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan monograf, dengan Judul ”**Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap *Cypermethrin***”.

Monograf ini merupakan salah satu luaran wajib dari penelitian kami untuk tahun pertama, selain publish artikel penelitian di tahun ke 2 (dua) yaitu pada tahun 2022, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. drg. Bambang Hadi Sugito, M.Kes selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.
2. Setiawan, SKM.,M.PSi selaku kepala Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.
3. Ferry Kriswandana, SST, MT, selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Surabaya Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.
4. Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri, Sebagai tempat penelitian kami dan telah mendukung penelitian sebelumnya dan proposal penelitian yang akan datang.
5. Semua Pihak yang telah membantu proposal penelitian ini.

Semoga Allah memberikan Rahmat dan Inayah kepada semua pihak yang telah membantu proses penyusunan buku monograf penelitian hingga terselesaikan dengan baik. Demi kesempurnaan buku monograf penelitian, penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dan menyempurnakan mbuku monograf penelitian kami.

Surabaya, Nopember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	
Halam Pengesahan	
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	6
1.4 Perumusan masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	7
1.7 Kebaharuan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
BAB 3 METODE PENELITIAN	39
3.1 Jenis Penelitian	39
3.2 Obyek Penelitian	39
3.3 Variabel Penelitian	39
3.4 Definisi Penelitian	40
3.5 Prosedur Penelitian	41
3.6 Metode Pengumpulan Data	47
3.7 Metode Analisis Data	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Sampel biota uji disetiap desa/kecamatan di wilayah Kabupaten Kediri	48
4.2 Suhu dan kelembaban ruang liring nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	48
4.3 Persentase kematian nyamuk <i>Aedes aegypti</i> yang terpapar <i>Cypermethrin</i> 0,05% pada Uji Resistensi Konvensional	51
4.4 Status resistensi nyamuk <i>Aedes aegypti</i> di Kabupaten Kediri	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini penyakit tular vektor masih menjadi perhatian penting bagi kesehatan, penyakit yang ditularkan melalui hewan perantara (vektor), seperti malaria, arboirosis seperti dengue, chikungunya, *japanese B Encephalitis* (radang otak) dan filariasis. Penyakit tersebut sampai sekarang masih menjadi masalah bagi kesehatan masyarakat di Indonesia dengan angka kesakitan dan kematian yang masih cukup tinggi. Penyakit tular vektor merupakan satu diantara penyakit yang berbasis lingkungan yang dipengaruhi faktor lingkungan fisik, biologi dan sosial budaya masyarakat. Ketiga faktor tersebut akan saling mempengaruhi kejadian penyakit tular vektor di daerah penyebarannya

Mengingat keberadaan vektor dipengaruhi oleh lingkungan fisik, biologi dan sosial budaya, maka pengendaliannya tidak hanya menjadi tanggung jawab sektor kesehatan saja tetapi memerlukan kerjasama lintas sektor dan program. Berkaitan dengan hal tersebut maka konsep dasar pengendalian vektor penyakit menggunakan metode Pengendalian Vektor secara Terpadu (PVT) yaitu suatu pendekatan yang menggunakan kombinasi beberapa metode pengendalian vektor yang dilakukan berdasarkan pertimbangan keamanan, rasionalitas dan efektifitas pelaksanaannya serta dengan mempertimbangkan kesinambungannya (Permenkes RI, 2010). Upaya Pengendalian vector yang dilakukan Dinas Kabupaten Kediri sejak tahun 2015 dalam mencegah serta menanggulangi DBD dengan cara melakukan monitoring serta pembinaan Pokjanal PSN DBD, melatih Jumantik, ikanisasi, PSN plus, dan Larvasidasi serta

Fogging fokus ketika terjadi penyebaran kasus yang cenderung meningkat (Kediri, 2016).

Sistem Operasional Prosedur (SOP) pengendalian vector DBD yang dilakukan di Kabupaten Kediri yaitu sesuai dengan pedoman petunjuk pelaksanaan dan teknis pengendalian vektor DBD bahwa setelah adanya laporan kasus, kemudian ditindak lanjuti dengan kegiatan Penyelidikan Epidemiologi atau yang disingkat PE. Apabila hasil Penyelidikan Epidemiologi memenuhi kriteria maka dilakukan penanggulangan kasus dengan prinsip pengendalian secara terpadu. Sampai saat ini cara yang dianggap paling tepat untuk memberantas vektor DBD (nyamuk Aedes) yaitu, dengan cara pemberantasan sarang nyamuk (PSN). Mengingat nyamuk ini telah tersebar diseluruh tanah air baik dirumah tinggal maupun ditempat-tempat umum, maka upaya pemberantasan tidak hanya merupakan tugas pemerintah (tenaga kesehatan) saja, tetapi harus didukung peran serta masyarakat. Untuk membatasi penularan penyakit yang cenderung meluas, mencegah terjadinya kejadian luar Biasa (KLB) serta menekan angka kesakitan dan kematian, maka pemerintah juga melaksanakan pemberantasan vektor dengan menggunakan insektisida (fogging fokus) di daerah yang ditemukan adanya kasus, apabila memenuhi kriteri pengasapan berdasarkan hasil penyelidikan epidemiologi (Kemenkes RI, 2011).

Kabupaten Kediri merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang setiap tahunnya terdapat penderita penyakit DBD. Pada tahun 2017 tercatat ada 279 kasus (IR= 17,71 per 100.000 penduduk) dengan jumlah kematian 7 (CFR= 3,95%). Jumlah kasus tahun 2018 sebanyak 486 kasus (IR= 30,99 per 100.000 penduduk) dengan jumlah kematian 9 (CFR= 1,85%). Pada tahun 2019 terdapat 1.382 kasus (IR= 88,13 per 100.000

penduduk) dengan jumlah kematian 27 (CFR= 1,95%). Tahun 2020 terdapat 338 kasus (IR= 21,55 per 100.000 penduduk) dengan jumlah kematian 7 (CFR= 2,07%) (Kediri, 2020).

Hasil penelitian yang dilakukan Marlik (2018) bahwa 4 (empat) kecamatan yaitu : Kecamatan Ngasem, Pare, Kandat dan Kunjang resisten terhadap malathion 0,8%, dan toleran pada konsentrasi 5% dengan paparan waktu 60 menit. Kematian nyamuk *Aedes aegypti* yang terpapar malathion 0,8% dengan persentase sebesar 5,42%, sedangkan 5% sebesar 93,75%. Setelah vektornya dinyatakan resisten terhadap malathion, maka Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri dalam waktu dua tahun terakhir beralih menggunakan insektisida golongan pyrethroid syntetic dalam program pengendalian vektor DBD, untuk itu peneliti berminat melakukan penelitian lanjutan uji resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap cypermethrin di Kabupaten Kediri

Status Resistensi adalah suatu keadaan yang menunjukkan tingkat kemampuan populasi vektor dan binatang pembawa penyakit untuk bertahan hidup terhadap suatu dosis pestisida yang dalam keadaan normal dapat membunuh spesies vektor dan binatang pembawa penyakit. Didefinisikan tersebut mengidentifikasi bahwa fenomena resistensi terjadi setelah populasi vektor dan binatang pembawa penyakit itu terpapar oleh pestisida (Permenkes RI, 2017).

Selain insektisida Organospat jenis malathion, ada juga insektisida jenis lain yaitu insektisida sintesis seperti, cypermethrin, alpha cypermethrin dan lambda cypermethrin. Penelitian tentang resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap cypermethrin, dengan menggunakan metode Susceptibility (Pradani, 2011). Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa nyamuk *Aedes aegypti* juga resisten terhadap

insektisida jenis cypermetrin. Penelitian Sunaryo & Widiastuti (2018) juga membuktikan bahwa *Aedes aegypti* di Propinsi Sumatera Utara dan Jambi resisten terhadap malation 0,8%, cypermetherin 0,05% dan lambda cyhalothrin dan toleran terhadap *alfa cypermethrin*.

Pengendalian vektor DBD Kabupaten Kediri sudah dua tahun lebih secara berturut – berturut memakai insektisida golongan pyrethroid syntentic (cypermetrin), sehingga tim peneliti mencoba melakukan penelitian lanjutan tentang penyebaran resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida golongan sintesis jenis cypermetrin. Tema ini sesuai dengan road map penelitian dan pengabdian kepada masyarakat Poltekkes Kemenkes Surabaya tahun 2019-2024 yang mengacu pada Rencana Induk Penelitian Poltekkes Kemenkes Surabaya yang mengembangkan arah penelitian dasar, inovatif dan aplikasi menuju riset global, menciptakan produk unggulan bersifat kompetitif serta produktif sesuai dengan visi penelitian Poltekkes Kemenkes Surabaya yaitu mengembangkan penelitian yang unggul dan kompetitif unggul dalam bidang kesehatan ditingkat regional berbasis moralitas dan mampu membangun budaya penelitian dengan misi membangun jejaring dengan stakeholder. Terdapat 14 (empat belas) Tema Penelitian di Poltekkes Kemenkes Surabaya salah satunya tema tentang Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan adapun tema tersebut terbagi menjadi 6 (enam) topic. Rencana Penelitian tahun 2021 sampai dengan 2022 sesuai dengan salah satu topic penelitian Poltekkes Kemenkes Surabaya yaitu bertema tentang Pengendalian Vector, adapun road map Program Studi Kesehatan Lingkungan Surabaya selama 4 (empat) tahun mendatang dosen di Program Studi tersebut disarankan meneliti sesuai dengan road map Program Studi yang berdasarkan 5 (lima) mata kuliah yaitu Pengelolaan limbah, Pengendalian

Vektor, Pencemaran Udara, Penyehatan Air dan Penyehatan Makanan Minuman. Penelitian ini mengarah pada riset group di bidang pengendalian vector. Penelitian ini adalah penelitian lanjutan di Kabupaten Kediri. Rencana penelitian ini dilaksanakan selama 2 (dua) tahun, yaitu dari tahun 2021 hingga tahun depannya yaitu tahun 2022.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peniliti ingin melakukan penelitian dengan judul : “Resistensi Nyamuk Aedes Aegypti Terhadap Cypermethrin”

1.2 Identifikasi Masalah

1. Jumlah kasus DBD dua tahun terakhir di Kabupeten Kediri masih tergolong tinggi, tahun 2019 sebesar 1.382 kasus dengan jumlah kematian 27 orang. sedangkan tahun 2020 terdapat 338 kasus dengan jumlah kematian 7 orang
2. Wilayah Kabupaten Kediri pada tahun 2019 pernah terjadi Kejadian Luar Biasa (KLB) DBD
3. Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri dalam melaksanakan program Pengendalian vektor DBD menggunakan pestisida golongan *pirethroid* (SP) pestisida ini dikenal sebagai *synthetic pyrethroid* (SP)
4. Wilayah Kabupaten Kediri masih belum dilakukan evaluasi pengendalian program vektor DBD salah satunya monitoring entomologi (uji resistensi) vektor terhadap *cypermetrin* 0,05%.
5. Wilayah Kabupaten Kediri masih belum dilakukan pemetaan status resistensi vektor DBD terhadap *cypermetrin*

1.3 Pembatasan Masalah

1. Obyek penelitian adalah nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vector utama DBD yang berasal dari daerah di seluruh kecamatan pada Kabupaten Kediri.
2. Insektisida uji Golongan *synthetic pyrethroid* (SP) *Cypermethrin* 0,05%.
3. Waktu kontak biota uji pada insektisida 30, 45 dan 60 menit dan 24 jam
4. Uji resistensi nyamuk *Aedes aegypti* mengacu pada metode standar WHO *Susceptibility test* menggunakan *impregnated paper*.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan Bagaimanakah Resistensi Nyamuk *Aedes Aegypti* Terhadap *Cypermethrin* ?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum :

Menentukan status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap *cypermethrin*.

2. Tujuan Khusus

- a. Memperoleh sampel biota uji di setiap desa/kecamatan di wilayah Kabupaten Kediri
- b. Mengukur suhu dan kelembaban ruang liring nyamuk *Aedes aegypti*
- c. Menghitung Persentase kematian Nyamuk *Aedes aegypti* yang terpapar *cypermethrin* 0,05% dengan variasi kontak 30, 45, 60 menit dan 24 jam

- d. Menetapkan status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten Kediri

1.6 Manfaat Penelitian

Bagi Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri Sebagai bahan informasi dan pertimbangan dalam menentukan penggunaan insektisia dalam pengendalian vektor DBD

Bagi peneliti sebagai bahan penelitian lanjutan dan pengabdian masyarakat dosen dan mahasiswa dalam rangka pengembangan Proses Belajar Mengajar

1.7 Kebaharuan

Hasil penelitian terkait yang telah dilakukan di daerah lain dengan menggunakan insektisida yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut :

No	Judul Penelitian	Jurnal/Peneliti	Metode	Hasil
1	Ristensi <i>Aedes aegypti</i> terhadap Insektisida Kelompok Organophospat dan Sintetik Piretroid di Propinsi Sumatera Utara dan Provinsi Jambi	Balaba Vol 14. No 1, Juni 2018: 95 – 106 / (Sunaryo, 2018)	observasional	<i>Aedes aegypti</i> di Provinsi Sumatera Utara dan Jambi resisten terhadap malathion 0,8%, cypermethrin 0,05%, dan lambda cyhalothrin serta masih toleran terhadap alfa cypermethrin. Hampir semua strain <i>Ae. aegypti</i> telah resisten terhadap deltamethrin 0,025%, hanya

No	Judul Penelitian	Jurnal/Peneliti	Metode	Hasil
				strain dari Kabupaten Deli Serdang yang masih toleran terhadap deltamethrin 0,025%.
2	Insektisida sipermethrin 100 gr/lit Terhadap Nyamuk Dengan Metode Pengasapan.	Lulus Susanti, Hasan Boesri., 2012, <i>Journal Kemas Vol 7, No 2 (2012)</i> / (Lulus Susanti, 2012)	Laboratorium	insektisida berbahan aktif cypermethrin 100 g/l pada dosis 100, 150, dan 200 ml/ha dengan pelarut solar yang diaplikasikan secara pengasapan (thermal fogging) efektif digunakan untuk membunuh nyamuk vektor DBD <i>Ae.aegypti</i> , vektor filariasis <i>Cx. Quinqefasciatus</i> dan vektor malaria <i>An. Aconitus</i> di dalam dan di luar rumah dengan tingkat kematian 100%. Simpulan penelitian adalah insektisida cypermethrin efektif untuk membunuh vektor nyamuk
3	Status Resistensi <i>Aedes aegypti</i> terhadap Organofosfat di	<i>Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit</i>	observasional	Resistensi terhadap temephos dan malation 0,8%

No	Judul Penelitian	Jurnal/Peneliti	Metode	Hasil
	Tiga Kotamadya DKI Jakarta	<i>Bersumber Binatang Banjarnegara (BALABA) / (Prasetyowati, 2016)</i>		telah terjadi pada <i>Aedes aegypti</i> di Jakarta Barat, Jakarta Timur dan Jakarta Selatan

Keterkaitan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya berdasarkan peta jalan penelitian yang di rencana mulai tahun 2018 sampai tahun 2021 dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

No	Tahun	Rencana Kegiatan
1	2018	Pada tahun 2018 Target penelitian adalah melihata resistensi nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> yang menggunakan insektisida organophosphate jenis malathion dan themephos di 4 (empat) Kecamatan yaitu Pare, Kandat, Ngasem dan Kunjang, merupakan daerah endemis DBD. Hasil yang diperoleh : Terbukti di 4 Kecamatan tersebut nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> resisten terhadap malathion 5 % dan 0,08%, serta larva <i>Aedes Aegypti</i> resisten terhadap Themephos.
2	2020	Pada Tahun 2020 Melakukan Pemetaan resisten nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> di 26 (dua puluh enam) Kecamatan Kabupaten Kediri
3	2021	Pada Tahun 2021 Target penelitian tentang resistensi cypermethrin pada nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> , akan dilakukan pemetaan di 26 (dua puluh enam) Kecamatan Kabupaten Kediri. Selama ini Kabupaten Kediri dalam pengendalian vector DBD selalu menggunakan insektisida organophosphah jenis Malathion, penelitian ini mencoba melihat dan memetakan di 26 (dua puluh enam) Kecamatan kabupaten kediri nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> apakah resisten terhadap insektisida sintesis jenis Cypermetrindi Kabupaten Kediri.

Penelitian ini merupakan pengembangan penelitian sebelumnya, yang dilakukan tahun 2018 yaitu meneliti resistensi di 4 (empat) Kecamatan Kabupaten Kediri dan tahun 2020 melakukan penelitian

lanjutan di 26 (dua puluh)/seluruh kecamatan di Kabupaten Kediri guna membuktikan insektisida yang digunakan dalam pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* mengalami resistensi terhadap insektisida jenis golongan organofosfat yaitu malathion. Tahun 2021 dilakukan penelitian lanjutan yaitu menggunakan insektisida golongan sintesis jenis *Cypermethrin* dengan menggunakan konsentrasi yang paling kecil yaitu 0,05 % yang dipaparkan pada nyamuk *Aedes aegypti* untuk membuktikan resistensi terhadap insektisida tersebut, agar tidak terjadi resistensi terhadap salah satu insektisida. Konsentrasi diambil paling kecil dengan tujuan agar nyamuk *Aedes aegypti* tidak mudah resisten terhadap insektisida tersebut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Di Asia Tenggara Genus *Aedes aegypti* merupakan vektor utama penyakit DBD sedang *Aedes albopictus* merupakan vektor sekunder yang juga penting dalam mempertimbangkan keberadaan virus. *Aedes aegypti* tersebar luas di seluruh Indonesia, terutama negara-negera asia tenggara yang beriklim tropis dan subtropis. Ditinjau dari aspek perilaku berkembangbiak *Aedes* lebih senang berkembang biak pada daerah pemukiman baik di dalam maupun di luar rumah. Sedangkan perilaku menggigit pada siang hari dan lebih bersifat antropofilik, sehingga sangat berpotensi sebagai vektor penular penyakit. Perilaku istirahat lebih banyak ditemukan pada gantungan baju, tempat yang lembab, gelap terlindung dari sinar matahari langsung..

1. Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti*

Taksonomi nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut (Dinata, 2016) :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Diptera
Subordo	: Nematosera
Familia	: Culicidae
Sub family	: Culicinae
Tribus	: Culicini
Genus	: <i>Aedes</i>
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i>

2. Morfologi dan siklus hidup

a. Morfologi

Nyamuk *Aedes aegypti*. (*Diptera: Culicidae*) disebut *black-white mosquito*, karena tubuhnya ditandai dengan pita atau garis-garis putih keperakan di atas dasar hitam. Panjang badan nyamuk ini sekitar 3-4 mm dengan bintik-bintik putih pada thorax dan pada abdomen terdapat zebra cross putih hitam, serta pada sendi kaki terdapat gelang-gelang putih. Di bagian dorsal dari toraks terdapat bentuk bercak yang khas berupa dua garis sejajar di bagian tengah dan dua garis lengkung di tepinya. Bentuk abdomen nyamuk betinanya lancip pada ujungnya dan memiliki cerci yang lebih panjang dari cerci pada nyamuk-nyamuk lainnya. Ukuran tubuh nyamuk betinanya lebih besar dibandingkan nyamuk jantan.

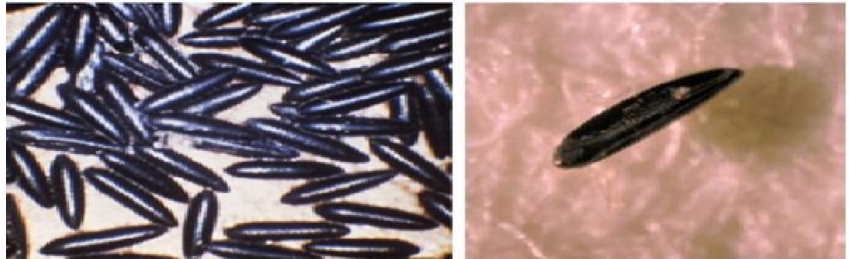
b. Siklus Hidup

1) Telur

Telur *Aedes*, berbentuk oval pada saat baru menetas mula-mula berwarna putih kemudian berubah menjadi hitam, telur tersebut diletakkan terpisah satu persatu pada dinding kontainer diatas permukaan air pada saat telur tersebut kontak dengan air, maka dalam 1-2 hari menetas menjadi larva. Karakteristik telur *Aedes aegypti* panjangnya panjang 0,80 mm dan beratnya 0,0113 mg. Setiap kali bertelur nyamuk betina dapat bertelur hingga 100 butir. Telur nyamuk *Aedes aegypti* dapat bertahan selama 6 bulan dan dapat menetas apabila terendam air lagi. Sebagian besar nyamuk *Aedes aegypti* betina meletakkan telurnya dalam beberapa tempat penampungan air setiap kali siklus gonotropik. Perkembangan

embrio biasanya selesai dalam 48 jam di lingkungan yang hangat dan lembab (Mubarak, 2020).

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya tetas telur adalah suhu, pH air perindukkan, cahaya, serta kelembaban di samping fertilitas telur itu sendiri (Elviani, 2019).



Gambar 2.1 Telur *Aedes aegypti*
(Sumber : Elviani, Lucky, 2019)

2) Larva

Perkembangan Larva tergantung pada suhu, kepadatan populasi, dan ketersediaan makanan. Larva berkembang pada suhu 28°C sekitar 10 hari, pada suhu air antara 30-40°C larva akan berkembang menjadi pupa dalam 5-7 hari. Larva lebih menyukai air bersih, akan tetapi tetap dapat hidup air keruh baik bersifat asam atau basa. Larva *Aedes aegypti* melalui 4 stadium larva dari instar I, II, III dan IV. Larva beristirahat di air kemudian membentuk sudut dengan permukaan dan menggantung hampir tegak lurus (Ariani, 2016).

a) Instar I

Fase ini jentik berukuran $\pm 1-2$ mm, berwarna transparan, duri duri pada dada belum terlihat, dan corong pernafasan yang belum menghitam.

b) Instar II

Jentik pada fase ini berukuran $\pm 2,5-3,8$ mm, duri-duri pada dada belum terlihat, dan corong pernafasan yang sudah mulai menghitam.

c) Instar III

Perubahan yang terjadi pada fase ini hanya berupa ukuran jentik yang semakin membesar daripada instar II.

d) Instar IV

Fase ini sudah terlihat dengan jelas anatomi dari jentik nyamuk, sehingga sudah dapat dibedakan antara kepala (cephal), dada (thorax), dan perut (abdomen).

Bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena tanpa duri-duri, dan alat mulut tipe mengunyah (*chewing*). Bagian dada tampak paling besar dan terdapat bulu-bulu yang simetris. Perut tersusun atas 8 ruas. Ruas perut ke-8, ada alat untuk bernafas yang disebut corong pernafasan. Corong pernafasan tanpa duri-duri berwarna hitam, dan ada seberkas bulu-bulu (*brush*) di bagian Central dan gigi-gigi sisir (*comb*) yang berjumlah 15-19 gigi yang tersusun dalam 1 baris. Gigi-gigi sisir dengan lekukan yang jelas membentuk gerigi. Larva ini tubuhnya langsing dan bergerak sangat lincah, bersifat fototaksis negatif, dan waktu istirahat membentuk sudut hampir tegak lurus dengan bidang permukaan air. Lamanya perkembangan larva akan bergantung pada suhu, ketersediaan makanan, dan kepadatan larva, pada sarang (WHO, 2005).



Gambar 2.2 Larva *Aedes aegypti*
(Sumber : Ringga, 2013)

3) Pupa

Pupa nyamuk *Aedes aegypti* bentuk tubuhnya bengkak, dengan bagian kepala dada (*cephalotorax*) lebih besar bila dibandingkan dengan bagian perutnya, sehingga tampak seperti tanda baca “koma”. Pada bagian punggung (dorsal) dada terdapat alat bernafas seperti terompet. Pada ruas perut ke-8 terdapat sepasang alat pengayuh yang berguna untuk berenang. Alat pengayuh tersebut berjumbai panjang dan bulu di nomor 7 pada ruas perut ke-8 tidak bercabang. Pupa adalah bentuk tidak makan, tampak gerakannya lebih lincah bila dibandingkan dengan larva. Waktu istirahat, posisi pupa sejajar dengan bidang permukaan air. Pupa juga membutuhkan lingkungan akuatik (air). Pupa adalah fase inaktif yang tidak membutuhkan makan, namun tetap membutuhkan oksigen untuk bernafas. Untuk keperluan pernafasannya pupa berada di dekat permukaan air. Lama fase pupa tergantung dengan suhu air dan spesies nyamuk yang lamanya dapat berkisar antara satu hari sampai beberapa minggu (Haditomo, 2010).

Kondisi optimum waktu yang dibutuhkan mulai dari penetasan sampai kemunculan nyamuk dewasa akan berlangsung sedikitnya selama 7 hari, termasuk dua hari untuk masa menjadi pupa. Akan tetapi pada suhu rendah, mungkin akan dibutuhkan beberapa Minggu untuk kemunculan nyamuk dewasa (WHO, 2005)



Gambar 2.3 Pupa *Aedes aegypti*
(Sumber : Ringga, 2013)

4) Dewasa

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa berukuran kecil, berwarna hitam dengan bintik-bintik putih di tubuhnya dan disertai gelang-gelang putih dipersendian kakinya. Tubuh dibagi menjadi tiga bagian terdiri atas kepala, thorax dan abdomen. Tanda khas *Aedes aegypti* berupa gambaran lyre for pada bagian dorsal thorax (mesentum). Nyamuk *Aedes aegypti*. betina mampu bertahan hidup antara 2 minggu sampai 3 bulan (rata-rata 1 bulan), tergantung suhu atau kelembaban udara di sekitarnya. Sementara nyamuk jantan hanya mampu bertahan hidup dalam jangka waktu 6-7 hari, tepatnya nyamuk kawin dan akan segera mati. Perubahan dari pupa menjadi nyamuk dewasa membutuhkan 7-10 hari.

Hanya nyamuk betina yang menghisap darah dan bersifat *Anthropofylic*, darah digunakan untuk memenuhi zat putih telurnya. Sedangkan nyamuk jantan tidak bisa menggigit/menghisap darah, melainkan hidup dari sari bunga tumbuh-tumbuhan. Pada bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk dan antena yang berbulu. Alat mulut nyamuk betina tipe penusuk-pengisap (*piercing-sucking*) dan termasuk lebih menyukai manusia (*Anthropofylic*), sedangkan nyamuk jantan bagian mulut lebih lemah sehingga tidak mampu menembus kulit manusia, karena itu tergolong lebih menyukai cairan tumbuhan (*phytophagus*). Nyamuk betina mempunyai antena tipe pilose sedangkan nyamuk jantan tipe pulmose (Elviani, 2019)



Gambar 2.4 Nyamuk *Aedes aegypti*
(Catherine Zettel, 2016)

3. Standart Oprasional Prosedur (SOP) Pemberantasan Vektor DBD

Hingga saat ini pemberantasan vektor DBD ditekankan pada larva dan nyamuk dewasanya, karena vaksin untuk mencegah dan obat untuk pembasmi virusnya belum tersedia. Berdasarkan UU RI tahun 1984 tentang wabah penyakit, dan Permenkes tahun 1989 tentang wabah KLB, DBD salah satu penyakit yg mempunyai kecenderungan untuk terjadinya

KLB, maka dalam waktu 24 jam setelah diagnosis ditegakan, segera ditindaklanjuti Penyelidikan Epidemiologi (PE) (Kemenkes RI, 2012).

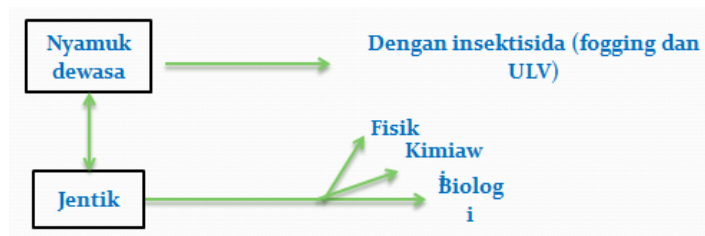
- a. Pengertian Penyelidikan Epidemiologi adalah kegiatan pencarian penderita DBD atau tersangka DBD lainnya dan pemeriksaan jentik nyamuk penular DBD ditempat tinggal penderita dan rumah/bangunan sekitarnya, termasuk tempat-tempat umum dalam radius sekurang-kurangnya 100 meter.
- b. Tujuan Umum Penyelidikan Epidemiologi adalah untuk mengetahui potensi penularan dan penyebaran DBD lebih lanjut serta tindakan penanggulangan yang perlu dilakukan di wilayah sekitar tempat tinggal penderita
- c. Tujuan khusus dari penyelidikan Epidemiologi :
 - 1) Mengetahui adanya penderita dan tersangka DBD
 - 2) Mengetatahui ada tidaknya jentik *Aedes aegypti*
 - 3) Menentukan jenis tindakan (penggulangan Fokus)
- d. Langkah Langkah Penyelidikan Epidemiologi (PE)
 - 1) Setelah menemukan penderita, catat dibuku harian penderita
 - 2) Menyiapkan peralatan survei
 - 3) Memberitaukan kepada kepala desa/kelurahan,RW, RT bahwa diwilayahnya akan dilaksanakan PE
 - 4) Masyarakat dilokasi wil tempat tinggal penderita membantu kelancaran pelaksanaan PE
- e. Pelaksanaan PE sebagai berikut :
 - 1) Petugas Puskesmas memperkenalkan diri, selanjutnya wawancara dengan keluarga penderita
 - 2) Bila ditemukan penderita demam tanpa sebab yang jelas, pada saat itu dilakukan pemeriksaan di kulit dan dilakukan uji *tourniquet*

- 3) Melakukan pemeriksaan jentik pada radius 100 m dari rumah penderita
 - 4) Bila penderita anak sekolah , maka PE juga dilakukan disekolah yang bersangkutan
 - 5) Hasil adanya penderita DBD lainnya, tersangka dan pemeriksaan jentik dicatat dalam Formulir PE
 - 6) Hasil PE segera laporkan kepada Kepala dinas kesehatan, untuk tindak lanjut lapangan dikordinasikan dengan Kades/lurah setempat
- f. Tindak lanjut hasil PE adalah sebagai berikut :
- 1) Bila ditemukan penderita DBD (1 atau lebih) atau ditemukan 3 atau lebih tersangka DBD dan ditemukan jentik sama dengan atau lebih dari 5% pada rumah/bangunan disekitar rumah penderita, maka dilakukan Pergerakan masyarakat dalam PSN, Larvasida, penyuluhan dan pengasapan (fogging) dirumah penderita sekitar radius 200 meter dilakukan 2 siklus dengan interval waktu 1 minggu
 - 2) Bila tidak ditemukan penderita lainnya seperti tersebut diatas, tetap ditemukan jentik > 5 % maka dilakukan pergerakan masyarakat dalam PSN, larvasida dan penyuluhan
 - 3) Bila tidak ditemukan penderita lainnya seperti tersebut diatas dan tidak ditemukan jentik, maka hanya dilakukan penyuluhan saja
- g. Penanggulangan fokus
- 1) Pengertian fokus adalah kegiatan pemberantasan nyamuk penular DBD yg dilaksanakan dengan melakukan PSN DBD. Larvasida, penyuluhan dan pengasapan menggunakan insektisida sesuai dengan kriteria.

2) Tujuan : Penanggulanga fokus dilaksanakan untuk membatasi penularan DBD dan mencegah terjadinya KLB dilokasi tempat tinggal penderita DBD dan rumah/bangunan sekitarnya serta tempat-tempat umum yg berpotensi menjadi sumber penularan DBD lebih lanjut

4. Penanggulangan Kejadian Luar Biasa (KLB)

- a. Pengertian : upaya penanggulangan yang meliputi pengotan/perawatan penderita, pemberantasan vektor penular DBD, penyuluhan dan evaluasi/penilaian penanggulangan yang telah dilakukan di wilayah terjangkit KLB
- b. Tujuannya adalah untuk membatasi penularan DBD, sehingga KLB yang terjadi di suatu wilayah tidak meluas ke wilayah lainnya
- c. Bentuk kegiatan adalah fogging 2 siklus interval 1 minggu, PSN, Larvasida dan penyuluhan diseluruh daerah terjangkit, dan kegiatan penanggulangan lainnya yang diperlukan (Kerja bakti massal) Pembentukan posko
- d. Cara Memberantas Nyamuk Penular Demam Berdarah Dengue
Hingga saat ini pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* merupakan cara utama yang dilakukan untuk memberantas DBD, karena vaksin untuk mencegah dan obat untuk membasmi virusnya belum tersedia. Cara pemberantasan yang dilakukan adalah terhadap nyamuk dewasa atau jentiknya, seperti bagan dibawah ini:



Gambar 2.5 Bagan Pola Pengendalian Vektor DBD

5. Pemberantasan Nyamuk Dewasa

Pemberantasan terhadap nyamuk dewasa dilakukan dengan cara penyemprotan (pengasapan/pengabutan/fogging) dengan insektisida. Mengingat kebiasaan nyamuk senang hinggap pada benda-benda bergantungan, maka penyemprotan tidak dilakukan di dinding rumah seperti pada pemberantasan nyamuk penular malaria. Insektisida yang dapat digunakan antara lain insektisida golongan :

- a. *Organophosphate*, misalnya malathion
- b. *Pyretroid sintetic*, misalnya lamda sihalotrin, cypermetrin, alfamethrin
- c. *Carbamat*

Alat yang digunakan untuk menyemprot adalah mesin Fog atau mesin ULV dan menyemprotkan dengan cara pengasapan tidak mempunyai efek residu. Untuk membatasi penularan virus dengue penyemprotan dilakukan dua siklus dengan interval 1 minggu. Pada penyemprotan siklus pertama, semua nyamuk yang mengandung virus dengue (nyamuk infeksi) dan nyamuk-nyamuk lainnya akan mati. Tetapi akan segera muncul nyamuk-nyamuk baru yang diantaranya akan menghisap darah penderita viremia yang masih ada yang dapat menimbulkan terjadinya penularan kembali. Oleh karena itu perlu dilakukan penyemprotan siklus kedua. Penyemprotan yang kedua

dilakukan 1 minggu sesudah penyemprotan yang pertama agar nyamuk baru yang infeksi tersebut akan terbasmi sebelum sempat menularkan pada orang lain.

Dalam waktu singkat, tindakan penyemprotan dapat membatasi penularan, akan tetapi tindakan ini harus diikuti dengan pemberantasan terhadap jentiknya agar populasi nyamuk penular dapat tetap ditekan serendah-rendahnya. Dengan demikian bila ada penderita DBD atau orang dengan viremia, maka tidak dapat menular kepada orang lain.

6. Pemberantasan Jentik

Pemberantasan terhadap jentik *Aedes aegypti* yang dikenal dengan istilah Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN – DBD) dilakukan secara :

a. Fisik

Cara ini dikenal dengan 3M yaitu : menguras (menyikat) bak mandi, WC, dll, menutup tempat air rumah tangga (tempayan, drum, dsb), serta mengubur (menyingkirkan barang-barang bekas seperti kaleng, ban, dsb). Pengurasan tempat-tempat penampungan air (TPA) perlu dilakukan secara teratur sekurang-kurangnya seminggu sekali agar nyamuk tidak berkembang biak ditempat tersebut. Pada saat ini dikenal pula dengan istilah 3M plus, yaitu kegiatan 3M yang diperluas bila PSN DBD dilaksanakan oleh masyarakat, maka populasi nyamuk ditekan serendah-rendahnya. Sehingga penularan DBD tidak terjadi lagi. Untuk upaya penyuluhan dan motivasi kepada masyarakat harus dilakukan secara terus menerus dan berkesinambungan, karena keberadaan jentik nyamuk berkaitan erat dengan perilaku masyarakat.

b. Kimia

Cara memberantas jentik *Aedes aegypti* dengan menggunakan insektisida pembasmi jentik (larvasida). Dikenal dengan larvasidasi *temephos* yang digunakan adalah granules (sand granules) dosis yang digunakan 1ppm atau 10 gram (kurang lebih 1 sdm untuk setiap 100 liter air). Larvasida dengan *temephos* mempunyai efek residu 3 bulan, selain itu dapat pula digunakan golongan *insect growth regulator*.

c. Biologi

Pemberantasan secara biologi dengan menggunakan hewan predator ikan /pemakan jentik seperti ikan kepala timah, ikan guppy, ikan cupang/tempalu, dsb. Dan dapat juga menggunakan *Bacillus thuringlensis var Israeliensis (Bti)*.

7. Jenis Insektisida

Jenis-jenis Insektisida untuk Pengendalian Vektor adalah (Kemenkes RI, 2012):

- a. Organofosfat (OP). Insektisida ini bekerja dengan menghambat enzim kholinesterase. OP banyak digunakan dalam kegiatan pengendalian vektor, baik untuk *space spraying*, IRS, maupun larvasidasi. Contoh: *malathion, fenitrothion, temefos, metil-pirimifos*. Yudhastuti mengatakan *malathion* termasuk golongan organofosfat berupa larutan berwarna tengguli, baunya sangat tidak menyenangkan, lambat larut dalam air, mudah larut dalam pelarut lainnya. Merupakan salah satu insektisida golongan organofosfat yang sekarang banyak digunakan untuk memberantas nyamuk dewasa. Insektisida ini sangat toksik terhadap nyamuk, lalat, lipas atau kecoa serta pinjal dan tidak membahayakan

manusia dan hewan peliharaan. Sering digunakan untuk mengganti insektisida golongan *chlorinated hydrocarbon* misalnya DDT yang telah mengalami resistensi (Yudhastuti, 2011).

b. Karbamat. Cara kerja insektisida ini identik dengan OP, namun bersifat reversible (pulih kembali) sehingga relatif lebih aman dibandingkan OP. Contoh: bendiocarb, propoksur.

c. Piretroid (SP). Insektisida ini lebih dikenal sebagai *synthetic pyrethroid* (SP) yang bekerja mengganggu sistem syaraf. Golongan SP banyak digunakan dalam pengendalian vektor untuk serangga dewasa (space spraying dan IRS), kelambu celup atau Insecticide Treated Net (ITN), Long Lasting Insecticidal Net (LLIN), dan berbagai formulasi Insektisida rumah tangga. Contoh: metoflutrין, transflutrין, d-fenotrין, lamda-sihalotrין, permetrין, sipmetrין, deltametrין, etofenproks.

Sifat insektisida piretroid telah diketahui dan termasuk jenis insektisida botani tertua. Pada awalnya, istilah piretrum merujuk ke tepung yang terbuat dari bunga bunga *Chrysanthemum*. Sedangkan, piretroid merupakan senyawa kimia yang menyerupai struktur kimia (analog) dari piretrin (*pyrethrin*). Piretrin sendiri merupakan zat kimia yang bersifat insektisida yang terdapat dalam piretrum yaitu kumpulan senyawa yang di ekstrak dari bunga krisan. Dengan demikian, piretrin adalah senyawa yang dimurnikan dari piretrum. Sekitar 200 tahun yang lalu, penduduk yang bermukim di Asia Tengah telah mengetahui bahwa beberapa bunga krisan dapat bersifat racun ke beberapa jenis serangga hama. Pada awalnya, piretrum dibuat dengan cara menumbuk bunga chrysanthemum yang telah dikeringkan menjadi tepung. Namun sekarang piretrum telah diekstrak dengan menggunakan beberapa pelarut sehingga dapat menghasilkan beberapa bentuk *piretrum*.

Kemampuan *piretrum* sebagai insektisida mulai dikenal pada pertengahan abad ke-19 ketika seorang warga Amerika bernama Junticoff yang menemukan beberapa suku *Caucuses* (Persia Utara) menggunakan tepung bunga ini untuk mengendalikan kutu busuk. Budidaya tanaman *piretrum* dilakukan oleh suku *Caucuses* (Persia Utara) sehingga *piretrum* juga diberi istilah "*Persian pyrethrum*" atau "*Persian powders*".

Pada tahun 1820-an, tepung *piretrum* diproses secara masal dan dipasarkan untuk pertama kali di Benua Eropa. Namun dalam perkembangan budidaya tanaman ini, baru pada tahun 1845 ditemukan jenis tanaman yang berpotensi menghasilkan *piretrum* dengan jumlah yang besar yaitu *Chrysanthemum* (= *Tanacetum*) *cinerariaefolium* and *C. coccineum* dari famili *Compositae*. Sekarang tanaman ini telah dibudidayakan secara luas di berbagai negara yang meliputi: USA, Jepang, Kenya, Brazilia, Uganda dan India. Secara umum, ekstrak tanaman tersebut mengandung 50% insektisida yang dikenal dengan nama *piretrin* (*pyrethrin*).

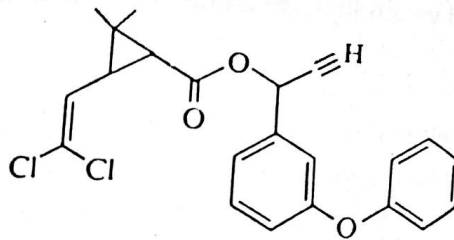
Insektisida *piretroid* telah digunakan di berbagai sektor dan bidang kehidupan manusia, seperti pertanian dan kesehatan. Pada tahun 1917, tentara Amerika menggunakan *piretroid* tepung dengan cara mencampurkannya dengan minyak tanah untuk mengendalikan lalat rumah dan nyamuk. Insektisida ini disukai karena cara kerjanya yang cepat yang dikenal dengan istilah "*knockdown*" (*rapid paralysis*) effect.

Hampir semua senyawa *pyretrum* bersifat racun kontak yang mengganggu pada sistem syaraf pusat (central nervous system = CNS) terutama proses pompanisasi ion dalam sel saraf pada sel presynaptik.

Pada kondisi normal, di bagian dalam sel saraf mempunyai tegangan sekitar -60 mV. Namun adanya rangsangan dalam sistem saraf mengakibatkan terjadinya lonjakan listrik (upstroke) dengan adanya pompanisasi ke dalam (influx) ion Na^+ Ca^{++} .

Insektisida piretroid alami memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah: (1) ramah lingkungan karena dapat diaplikasikan dengan takaran relatif sedikit, (2) spektrum pengendaliannya luas, (3) tidak persisten, dan (4) memiliki efek melumpuhkan yang sangat baik. Namun insektisida ini mempunyai beberapa kelemahan antara lain: tidak bersifat stabil pada lingkungan seperti pengaruh cahaya, kelembaban, dan udara, sehingga insektisida ini mudah terurai menjadi senyawa tidak beracun. Oleh karena itu, banyak piretroid yang tidak cocok untuk program pengendalian hama terpadu (Djojsumarto P, 2008).

Sekarang insektisida piretroid sudah dapat disintesis dan dikomersialkan secara bebas. Dibandingkan dengan insektisida piretroid alami, piretroid sintetik lebih stabil dalam lingkungan luar (*outdoor*) sehingga lebih efektif untuk mengendalikan berbagai jenis hama di pertanaman. Cara kerja Sipermetrin serta cara membunuhnya terhadap serangga target hampir sama antara piretroid sintetik dan alami. Sama halnya permetrin, sipermetrin juga termasuk insektisida yang banyak diperjualbelikan dengan berbagai nama dagang yang antara lain adalah : Arrivo 25 ULV, Arrivo 30 EC, Cymbush 30 ULV, Cymbush 50 EC, Fenom 30 Ec, Fenom 30 ULV, Demon 100 EC, Prevail 240 EC, Ripcord 5 EC, dan Sherpa 50 EC (Kom. Pes, 1997). (Rosma Hasibuan, 2015).



Gambar 2.6 Rumus kimia *Cipermetrin*

- d. Insect Growth Regulator (IGR). Kelompok senyawa yang dapat mengganggu proses perkembangan dan pertumbuhan serangga.
- e. Mikroba. Kelompok insektisida ini berasal dari mikroorganisme yang berperan sebagai insektisida. Contoh: *Bacillus thuringiensis var israelensis* (Bti), *Bacillus sphaericus* (BS), *abamektin*, *spinosad*. BTI bekerja sebagai racun perut, setelah tertelan kristal endotoksin larut yang mengakibatkan sel epitel rusak dan serangga berhenti makan lalu mati. BS bekerja sama dengan BTI, namun bakteri ini diyakini mampu mendaur ulang diri di air akibat proliferasi dari spora dalam tubuh serangga, sehingga mempunyai residu jangka panjang. BS stabil pada air kotor atau air dengan kadar bahan organik tinggi. *Abamektin* adalah bahan aktif insektisida yang dihasilkan oleh bakteri tanah *Streptomyces avermitilis*. Sasaran dari *abamektin* adalah reseptor γ -aminobutyric acid (GABA) pada sistem saraf tepi. Insektisida ini merangsang pelepasan GABA yang mengakibatkan kelumpuhan pada serangga. *Spinosad* dihasilkan dari fermentasi jamur *aktinomisetes Saccharopolyspora spinosa*, sangat toksik terhadap larva *Aedes and Aedes aegypti* dengan residu cukup lama. *Spinosad* bekerja pada *postsynaptic nicotinic*

acetylcholine dan *GABA* reseptor yang mengakibatkan tremor, paralisis dan kematian serangga.

- f. *Neonikotinoid*. Insektisida ini mirip dengan nikotin, bekerja pada sistem saraf pusat serangga yang menyebabkan gangguan pada reseptor post synaptic acetilcholin. Contoh: *imidakloprid*, *tiametoksam*, *klotianidin*.
- g. *Fenilpirasol*. Insektisida ini bekerja memblokir celah klorida pada neuron yang diatur oleh GABA, sehingga berdampak perlambatan pengaruh GABA pada sistem saraf serangga. Contoh: *fipronil* dan Lain-lain.
- h. Nabati. Insektisida nabati merupakan kelompok insektisida yang berasal dari tanaman Contoh: piretrum atau piretrin, nikotin, rotenon, limonen, azadirachtin, sereh wangi dan lain-lain.
- i. Repelen adalah bahan yang diaplikasikan langsung ke kulit, pakaian atau lainnya untuk mencegah kontak dengan serangga. Contoh: *DEET*, *etil-butil-asetilamino propionat* dan *ikaridin*. Repelen dari bahan alam adalah minyak sereh/sitronela (*citronella oil*) dan minyak eukaliptus (*lemon eucalyptus oil*).

8. Resistensi

a. Pengertian Resistensi Nyamuk

Status Resistensi adalah suatu keadaan yang menunjukkan tingkat kemampuan populasi vektor dan binatang pembawa penyakit untuk bertahan hidup terhadap suatu dosis pestisida yang dalam keadaan normal dapat membunuh spesies vektor dan binatang pembawa penyakit. Definisi tersebut mengidentifikasi bahwa

fenomene resistensi terjadi setelah populasi vektor dan binatang pembawa penyakit itu terpapar oleh pestisida (Permenkes RI, 2017).

Menurut Cecep Dani Sucipto (2011), Resistensi adalah kemampuan individu serangga untuk bertahan hidup terhadap suatu dosis insektisida yang dalam keadaan normal dapat membunuh spesies serangga tersebut. Resistensi merupakan suatu fenomena evolusi yang disebabkan oleh seleksi serangga hama yang diberi perlakuan insektisida secara terus menerus. Berdasarkan definisi di atas menunjukkan bahwa resistensi fisiologis berdampak pada mortalitas langsung populasi serangga yang terpapar senyawa toksik. Aspek lain yang perlu diperhatikan adalah perubahan dalam pola perilaku populasi serangga, sehingga serangga mampu menghindari kontak dengan insektisida. Fenomena ini dikenal sebagai “behaviouristic resistance” atau insecticide avoidance (perilaku menghindari insektisida). Status resistensi atau kerentanan insektisida (insecticide susceptibility) terhadap serangga, diukur menggunakan prosedur standar tes kerentanan. Yaitu metode standar yang tepat untuk mengukur resistensi insektisida khususnya di lapangan.

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) *Virgour tolerance*, sedikit kenaikan toleransi terhadap satu atau beberapa insektisida (penurunan kerentanan), dihasilkan dari seleksi kontinyu populasi serangga yang tidak memiliki gen spesifik untuk resistensi terhadap insektisida tertentu. Toleransi juga disebabkan oleh variasi karakteristik morfofisiologis, seperti ukuran kutikula

tebal dan tingginya kandungan lemak berperan dalam fenomena resistensi non-spesifik.

- 2) Resistensi fisiologis, populasi serangga mungkin terseleksi untuk tetap hidup terhadap tekanan insektisida tertentu oleh mekanisme fisiologis yang berbeda (enzim mendetoksifikasi, timbunan insektisida dalam lemak). Dalam beberapa contoh nyamuk yang resisten dapat meningkat akibat penggunaan insektisida. Resistensi sejati (*true resistance*) mungkin spesifik atau mungkin *cross resistance* terhadap bahan kimia lain. *Cross resistance* dihasilkan oleh insektisida yang tergolong dalam grup yang sama, misalnya dieldrin menyebabkan resisten terhadap *hydrocarbon chlorinated (HCH)* dan sebaliknya. Populasi yang resisten DDT dapat juga menjadi resisten terhadap analog DDT. Investigasi cermat mengenai populasi resisten dan populasi rentan dari strain yang murni secara genetic telah menunjukkan bahwa spesifik resisten adalah sebagai kontrol aturan yang disebabkan oleh mekanisme gen tunggal sebagaimana resistensi terhadap dieldrin. Tipe resistensi ini adalah *reversible* (dapat pulih seperti semula) ketika tekanan insektisida dihilangkan, tetapi kerentanannya jarang dapat kembali ke nilai sebelumnya dan menurun kembali dengan cepat manakala penggunaan insektisida dimulai lagi.
- 3) Resistensi perilaku (*resistensi behavioural*), adalah kemampuan populasi nyamuk lari/ menghindari dari efek insektisida karena perilaku alamiah atau modifikasi perilaku mereka (*induced behavior*) akibat insektisida. Hal ini dilakukan dengan cara menghindari dari permukaan atau udara yang mendapat perlakuan insektisida atau memperpendek periode kontak.

b. Mekanisme Resistensi Serangga

Menurut Cecep Dani Sucipto (2011) ada tiga mekanisme dasar yang berperan dalam proses terjadinya resistensi/ perubahan status kerentanan serangga terhadap insektisida, diantaranya:

- 1) Peningkatan metabolisme toksikan (insektisida) dalam tubuh serangga dengan enzim *mixed function oxidase*, hidrolase, esterase dan *glutathione-S-transferase*.
- 2) Perubahan sensitivitas tempat sasaran dalam tubuh serangga, yang berupa insensitivitas saraf dan insensitivitas enzim asetilkolinesterase (AChE).
- 3) Penurunan penetrasi toksikan (insektisida) ke arah tempat aktif (saraf dan AChE).

Proses terjadinya penurunan kerentanan (resistensi) pada beberapa serangga termasuk nyamuk dapat dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu:

- 1) Faktor genetik, diketahui adanya sejumlah gen yang berperan dalam pengendalian resisten (R-gen), baik dominan atau resesif, *homozygote* maupun *heterozygote* yang terdapat pada nyamuk maupun serangga lainnya. Faktor genetik seperti gen-gen yang menjadi pembentukan enzim esterase, yang dapat menyebabkan resisten serangga terhadap insektisida organofosfat dan atau pyretroid. Faktor genetik lain seperti adanya gen *knock down resistance* (kdr) sehingga serangga resisten terhadap DDT dan dieldrin.
- 2) Faktor biologis, meliputi biotik (adanya pergantian generasi, perkawinan monogami atau poligami dan waktu berakhirnya perkembangan setiap generasi pada serangga di alam).

3) Faktor operasional, meliputi bahan kimia yang digunakan dalam pengendalian vektor (golongan insektisida, kesamaan target dan sifat insektisida yang pernah digunakan, resisten residu dan formulasi insektisida yang digunakan) serta aplikasi insektisida tersebut di lapangan (cara aplikasi, frekuensi, dan lama pemakaian).

Faktor operasional merupakan tekanan seleksi terhadap populasi serangga. Faktor operasional pertama adalah jenis insektisida yang digunakan. Jenis insektisida yang satu ternyata menyebabkan proses terjadinya resistensi lebih cepat dibandingkan dengan insektisida lainnya. Ada insektisida yang digunakan selama berpuluh-puluh tahun tidak menimbulkan resistensi, tetapi ada insektisida yang baru dipakai beberapa tahun sudah menimbulkan resistensi. Penggunaan insektisida lain sebelumnya juga memiliki pengaruh (*cross resistance*). Misalnya telah diketahui adanya *cross resistance* antara DDT dan insektisida *piretroid*. Demikian halnya populasi serangga yang sudah kebal terhadap insektisida golongan organofosfat cenderung resisten terhadap insektisida karbamat. Penggunaan insektisida secara terus menerus cenderung mempercepat proses terjadinya resistensi serangga. Kunjangtara penggunaan insektisida secara bergantian dengan insektisida dari kelompok kimia yang berbeda dan cara kerja yang berbeda akan menghambat terjadinya resistensi serangga.

Intensitas resistensi dapat diukur melalui uji laboratorium. Prinsipnya adalah membandingkan respon terhadap pestisida tertentu, antara populasi yang dianggap resisten dengan populasi yang jelas diketahui masih rentan. Upaya deteksi dan monitoring resistensi terhadap pestisida perlu dilakukan sedini mungkin. Apabila terjadi

kegagalan dalam pengendalian dengan pestisida terhadap Vektor maka kemungkinannya terjadi karena berkembangnya populasi resisten.

Metode deteksi dan monitoring resistensi yang dipilih adalah metode deteksi yang cepat, dapat dipercaya untuk mendeteksi tingkatan rendah terjadinya resistensi di populasi serangga. Metode yang sudah lama digunakan adalah dengan bioassay, yaitu metode yang menggunakan hewan hidup sebagai bahan uji coba (uji hayati). Apabila dari metode bioassay tersebut diperoleh hasil resisten, maka perlu dilakukan pengujian biokimia dan biomolekuler untuk mengidentifikasi mekanisme resistensi.

Metode biokimia menuntut lebih banyak peralatan yang lebih canggih dan lebih mahal daripada metode bioassay. Berikutnya adalah metode genetika molekuler untuk mendeteksi keberadaan gen resisten dan memastikan kejadian resisten genetik (mutasi genetik).

Kegiatan uji resistensi meliputi:

- 1) menentukan jenis dan golongan pestisida uji kerentanan;
- 2) menyiapkan serangga/hewan uji kerentanan;
- 3) menetapkan metode uji kerentanan;
- 4) menyiapkan bahan dan peralatan uji kerentanan;
- 5) menentukan lokasi dan tenaga uji kerentanan;
- 6) pelaksanaan dan analisis uji kerentanan; dan
- 7) penyusunan laporan hasil uji kerentanan.

(Permenkes RI, 2017)

c. Manajemen Resistensi

Manajemen resistensi adalah semua tindakan yang dilakukan untuk mencegah, menghambat, dan mengatasi terjadinya resistensi pada vektor dan binatang pembawa penyakit terhadap pestisida.

Manajemen resistensi ditunjukkan agar pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit terarah dan tepat sasaran.

Sebagai dasar dalam mengatur penggunaan insektisida untuk pengendalian vektor diperlukan data atau informasi tentang status kerentanan spesies sasaran di setiap populasi yang berbasis ekoepidemiologi. Pemantauan status kerentanan dilakukan secara berkala untuk setiap spesies sasaran di satuan eko-epidemiologi. (Kemenkes RI, 2012). Pelaksanaan manajemen resistensi harus memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut :

1) Metode penggunaan pestisida merupakan pilihan terakhir

Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit dengan metode kimia yang menggunakan pestisida merupakan pilihan terakhir, setelah metode fisik dan biologi tidak signifikan menurunkan populasi vektor dan binatang pembawa penyakit serta menurunkan kasus penyakit. Hal ini dikarenakan pemakaian pestisida yang terus menerus dapat mempercepat terjadinya resistensi dan dapat menimbulkan residu lingkungan yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Dengan mengurangi penggunaan pestisida maka resistensi vektor dan binatang pembawa penyakit dapat ditekan atau dihindari.

2) Penggunaan pestisida harus sesuai dengan dosis yang tercantum pada label petunjuk dari pabrikan.

3) Pestisida dari jenis yang berbeda dari golongan yang sama ataupun golongan yang berbeda sama ataupun golongan yang berbeda dengan mekanisme kerja yang sama dianggap sebagai bahan yang sama. Dalam satu golongan pestisida dapat terdiri dari beberapa jenis yang mempunyai mekanisme kerja yang sama dalam

mematikan Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit sasaran, sehingga dinyatakan sebagai bahan yang sama. Demikian juga untuk golongan yang berbeda, tetapi memiliki mekanisme kerja yang sama.

- 4) Melakukan penggantian golongan pestisida apabila terjadi resistensi di suatu wilayah. Apabila terjadi resistensi Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit di Suatu wilayah, maka penggantian pestisida dilakukan atas dasar golongan yang berbeda, yang memiliki mekanisme kerja yang berbeda pula. Hal ini akan membantu menekan terjadinya resistensi Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit.
- 5) Menghindari penggunaan satu golongan pestisida untuk target pada pra dewasa dan dewasa. Sifat resistensi diturunkan/diteruskan dari fase pradewasa ke dewasa, bahkan diteruskan ke generasi berikutnya. Oleh karena itu, terjadinya resistensi pada fase pradewasa akan tetap dibawa pada fase dewasa apabila menggunakan pestisida dari golongan yang sama. Dengan demikian, apabila pada pradewasa telah terjadi resisten pada golongan tertentu, maka pengendalian fase dewasa harus dari golongan pestisida yang berbeda (Permenkes RI, 2017).

d. Metode Uji Resistensi

Resistensi bersifat diturunkan dan merupakan rintangan tunggal dalam keberhasilan pengendalian vector secara kimia. Deteksi resistensi vector terhadap insektisida dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Deteksi secara konvensional dengan menggunakan metode standar WHO *Susceptibility test* menggunakan *impregnated paper*,
- 2) Deteksi secara biokimia atau enzimatis menggunakan microplate

3) Deteksi secara molekuler.

9. Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)

a. Pengertian Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes sp.* terutama *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus* yang dapat muncul sepanjang tahun dan menyerang seluruh kelompok umur. Penyakit DBD disebabkan oleh virus *Dengue*. Virus *Dengue* tergolong *Arthropod-Borne Virus*, genus *Flavivirus*, dan famili *Flaviviridae*. Ada empat serotipe virus *Dengue* yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4. Penyakit ini berkaitan dengan kondisi lingkungan, iklim, mobilisasi yang tinggi, kepadatan penduduk, perluasan perumahan dan perilaku masyarakat (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

b. Patogenesis dan Patofisiologis DBD

Virus *Dengue* masuk kedalam tubuh inang kemudian mencapai sel target yaitu makrofag. Sebelum mencapai sel target maka respon *immune non-spesifik* dan spesifik tubuh akan berusaha menghalanginya. Aktivitas komplemen pada infeksi virus *Dengue* diketahui meningkat seperti C3a dan C5a mediator – mediator ini menyebabkan terjadinya kenaikan permeabilitas kapiler celah endotel melebar lagi. Akibat kejadian ini maka terjadi ekstrasvasasi cairan dari *intravaskuler* ke *extravaskuler* dan menyebabkan terjadinya tanda kebocoran plasma seperti *hemokonsentrasi*, *hipoproteinemia*, *efusi pleura*, asites, penebalan dinding *vesica fellea* dan syok *hipovolemik*.

Kenaikan permeabilitas kapiler ini berimbas pada terjadinya hemokonsentrasi, tekanan nadi menurun dan tanda syok lainnya

merupakan salah satu patofisiologi yang terjadi pada DBD (Sukohar, 2014).

c. Proses Terjadinya Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue*, anggota dari genus *Flavivirus* dalam famili *Flaviviridae*. Terdapat tiga faktor yang memegang peranan pada penularan infeksi virus ini, yaitu manusia, virus dan faktor perantara. Virus *Dengue* ditularkan pada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* (jenis nyamuk *Aedes* lainnya juga dapat menularkan virus ini, namun merupakan vektor yang kurang berperan). Nyamuk *Aedes* tersebut dapat mengandung virus *Dengue* pada saat menggigit manusia yang sedang mengalami viremia. Selanjutnya, virus berkembang biak dalam waktu 8–10 hari (*extrinsic incubation period*) sebelum dapat ditularkan kembali kepada manusia pada saat gigitan berikutnya (Kumayah, 2011).

Setelah seseorang digigit nyamuk ini, virus *Dengue* yang telah masuk kedalam tubuh penderita akan menimbulkan viremia. Hal tersebut kemudian menyebabkan pengaktifan komplemen sehingga terjadi kompleks imun antibodi virus dan pelepasan zat C3a, C5a, bradikinin, serotinin, trombin, dan histamin yang akan mengakibatkan reabsorpsi Na^+ dan air sehingga terjadi hipovolemia (hipovolemia juga dapat disebabkan oleh peningkatan permeabilitas dinding pembuluh darah yang menyebabkan kebocoran plasma). Adanya kompleks imun antibodi virus juga menimbulkan agregasi trombosit sehingga terjadi gangguan fungsi trombositopenia dan koagulopati. Ketiga hal itulah yang menyebabkan perdarahan berlebihan, yang jika berkelanjutan akan terjadi syok. Jika syok tidak teratasi, maka akan terjadi hipoksia

jaringan dan pada akhirnya terjadi asidosis metabolik. Virus hanya dapat hidup di dalam sel yang hidup sehingga harus bersaing dengan sel manusia, terutama dalam kebutuhan protein (Ditjen P2P, 2013).

Penyebab penyakit adalah virus Dengue. Sampai saat ini dikenal ada 4 serotip virus yaitu

- 1) *Dengue 1* (DEN 1) diisolasi oleh Sabin pada tahun 1944
- 2) *Dengue 2* (DEN 2) diisolasi oleh Sabin pada tahun 1944.
- 3) *Dengue 3* (DEN 3) diisolasi oleh Sather
- 4) *Dengue 4* (DEN 4) diisolasi oleh Sather.

Virus tersebut termasuk dalam group B *Arthropod borne viruses* (*arboviruses*). Keempat tipe virus tersebut telah ditemukan di berbagai daerah di Indonesia dan yang terbanyak adalah tipe 2 dan tipe 3. Penelitian di Indonesia menunjukkan *Dengue* tipe 3 merupakan serotip virus yang dominan menyebabkan kasus yang berat (Ditjen P2P, 2013).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian *True Eksperimen*, dengan rancangan eksperimen *Posttest-only Control group design*. Penelitian menggunakan hewan uji nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari liring yang diambil langsung dari 26 kecamatan di wilayah Kabupaten Kediri. Pelaksanaan uji *bioassay* (metode standar WHO *Susceptibility test* menggunakan *impregnated paper*) dan pelakuan control menggunakan kerta biasa/HVS. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Entomologi Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Surabaya.

3.2 Obyek Penelitian

Obyek penelitian dalam penelitian ini adalah nyamuk *Aedes aegypti* keturunan ke 3 (F3) yang dikembangbiakkan di laboratoriu dari parental yang berasal dari jentik di 26 (dua puluh enam) Kecamatan di wilayah Kabupaten Kediri.

3.3 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas :
 - a. Konsentrasi *Cypermethrin* 0,05%
 - b. Lama Pemaparan 30, 45, 60 menit dan 24 jam
2. Variabel terikat : Prosentase kematian nyamuk *Aedes aegypti*

3.4 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Alat ukur	Satuan	Skala data
1	Konsentrasi <i>Cypermethrin</i>	metode standar WHO <i>Susceptibility test</i> menggunakan <i>impregnated paper</i> dengan konsentrasi 0,05%	<i>impregnated paper</i>	persen	
2	Waktu kontak	Lama pemaparan biota uji pada insektisida golongan sintesis jenis Cypermetrin dengan waktu paparan 30, 45, 60 menit dan 24 jam	Stop wacth	Menit	
3	Suhu	Suhu ruang yang diukur dengan meggunakan thermometer yang berada di ruang pembiakan/liring	Termometer	°C	Interval
4	Kelembaban	Kelembaban ruang yang diukur dengan meggunakan Hygrometer yang berada di ruang pembiakan/liring	Hygrometer	%	Rasio
5	Prosentase kematian <i>Aedes aegypti</i>	Prosentase nyamuk <i>Aedes aegypti</i> yang mati akibat pemaparan dengan menggunakan insektisida golongan sintesis jenis Cypermetrin 0,05% dengan lama pemaparan biota uji 30, 45, 60 menit dan 24 jam	Lembar observasi	ekor	rasio

No	Variabel	Definisi	Alat ukur	Satuan	Skala data
6	Status Resistensi	Tingkat kemampuan nyamuk <i>Aedes aegypti</i> untuk bertahan hidup/kematian nyamuk terhadap tekanan Cypermetrin	a. <i>susceptible</i> / rentan /peka jika kematian \geq 98% b. Tolera n jika kemati an 90-97% c. Resist en jika kemati an <90%	%	ordinal

3.5 Prosedur Penelitian

1. Pengambilan sampel jentik *Aedes aegypti* di lokasi penelitian

a. Bahan dan alat

Pengambilan sampel jentik bekerjasama dengan sanitarian puskesmas sekabupaten Kediri menggunakan alat senter, gayung, pipet jentik, botol ampel dan label.

b. Prosedur

Melakukan pemeriksaan pada setiap container /tempat perindukan nyamuk *Aedes* menggunakan senter, kalau terdapat jentik diambil pakai gayung, kemudian jentik dipindahkan ke dalam botol ampel

dengan menggunakan pipet, dan dikasih label yang mencantumkan lokasi, tanggal dan kondisi lingkungan fisik

2. Pembiakan *Aedes aegypti* di laboratorium

a. Bahan dan alat

Nampan plastik, mangkok, senter, insectarium, hygrometer dan thermometer, pipet jentik dan air gula. Sedangkan bahan yang diperlukan adalah palet dan air minum

b. Prosedur kerja pembiakan nyamuk

Jentik yang didapat dari lokasi dibiakan sampai menjadi nyamuk (F1). Nyamuk dibiakan dan diberi makan umpan darah sampai bertelur, telur menetas menjadi jentik instar 1, 2, 3, dan 4, jentik berubah menjadi pupa, pada saat stadium pupa dipindahkan ke dalam insectarium ditunggu sampai menjadi dewasa/nyamuk (F2) begitu seterusnya untuk mendapatkan nyamuk (F3) dengan prosedur kerja yang sama, yang siap digunakan sebagai hewan uji penelitian

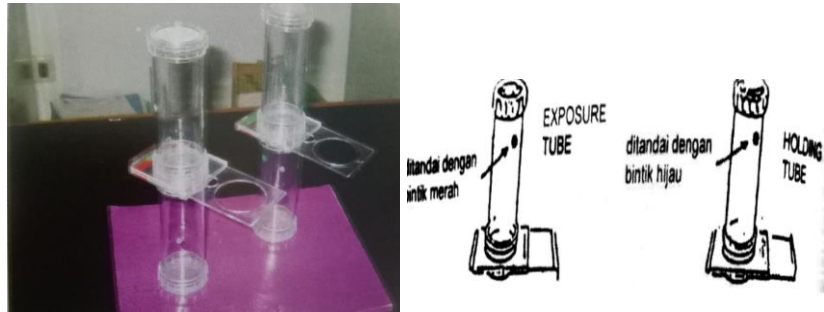
3. Uji Resistensi

Uji resistensi dilakukan pada nyamuk dewasa *Aedes aegypti* dengan Metode standar WHO *Susceptibility test* menggunakan *impregnated paper*.

a. Alat dan Bahan untuk Uji Resistensi

- 1) Kertas berminyak/ *Risella oil-impregnated*, yang akan digunakan untuk pembandingan (kontrol)
- 2) Kertas berinsektisida (insecticide impregnated paper) dengan berbagai konsentrasi
- 3) Kertas putih biasa

- 4) 8 buah tabung percobaan dengan tanah merah (exposure tube) terbuat dari plastik
- 5) 10 buah tabung penyimpanan nyamuk, dengan tanda hijau (holding tube) untuk menyimpan nyamuk sebelum dan sesudah pengujian. Masing-masing tabung disertai dengan “slide” plastik yang dapat digeser-geser pada waktu memindahkan nyamuk
- 6) 20 cincin yang terbuat dari tembaga (coper), dan 20 buah cincin terbuat dari perak (silver)
- 7) Aspirator
- 8) Sling hygrometer dan termometer maksimum/minimum
- 9) Pengukur waktu (timer)
- 10) Kotak penyimpanan tabung percobaan
- 11) Handuk kecil/pelepah daun pisang
- 12) Larutan air gula
- 13) Kapas
- 14) Gelas kertas
- 15) Kain kasa dan karet gelang
- 16) kertas berinsektisida *cypermethrin/insecticide impregnated paper 0,05%*
- 17) Sejumlah spesies nyamuk yang akan diuji coba



Gambar 3.1 Susceptibility Test Kits (Permenkes RI, 2010)

b. Prosedur Kerja

1) Persiapan

- a) Menentukan lokasi yang akan dilakukan uji kerentanan
- b) Menghubungi pejabat/masyarakat dilokasi yang akan dilaksanakan uji
- c) Mempersiapkan bahan dan peralatan untuk uji
- d) Menentukan petugas yang akan melakukan uji

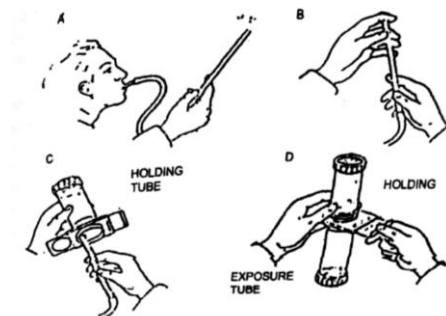
2) Pelaksanaan Uji Kerentanan

- a) Menggunakan nyamuk hasil riring generasi ke tiga dari seluruh kabupaten Kediri dipilih jenis kelamin betina, nyamuk sebelum diuji diberi makan terlebih dahulu secara kenyang
- b) Sediakan 4-5 tabung yang berwarna titik merah (standar WHO). Pada tiap-tiap tabung dimasukan impregnated paper (kertas insektisida) sesuai dengan insektisida yang diperlukan atau yang akan digunakan.
- c) Selanjutnya ke dalam tabung uji dimasukkan 20-25 ekor *Aedes aegypti* (vektor atau tersangka vektor), dengan kondisi yang sama penuh darah (kenyang)

- d) Lama kontak dengan insektisida tersebut $\frac{1}{2}$ - 1 jam tergantung dari insektisida yang digunakan
- e) Untuk kontrol digunakan 1-2 tabung uji berwarna bintik hijau, dimasukkan kertas yang tidak mengandung insektisida (Risella oil paper). Kedalam tabung kontrol kemudian dimasukkan 20-25 ekor nyamuk *Aedes aegypti* pada setiap tabung. Selama uji (pernapasan) dicatat temperatur dan kelembaban nisbinya, masing-masing dengan temperatur max/min dan sling hygrometer.
- f) Kontak juga dilakukan untuk nyamuk kontrol dengan Risella oil paper $\frac{1}{2}$ - 1 jam,.
- g) Setelah nyamuk uji dan nyamuk kontrol dikontakkan selama $\frac{1}{2}$ - 1 jam, maka nyamuk tersebut dipindahkan ke dalam gelas kerta (paper cup) dan dibiarkan disimpan selama 24 jam.
- h) Selama penyimpanan dicatat temperatur minimum/maksimum dan kelembaban nisbi udaranya ditempat uji
- i) Agar selama penyimpanan nyamuk-nyamuk itu tidak mati/kekeringan, maka perlu diberikan handuk basah atau daun pelepah pisang selama pengamatan 24 jam
- j) Setelah 24 jam pengamatan nyamuk diperiksa dan dihitung berapa yang mati dan beberapa ekor yang masih hidup
- k) Nyamuk F3 *Aedes aegypti* dengan kondisi perut kenyang darah (*fully fed*), paparkan dengan cypermetrin selama 15, 30, 45 dan 60 menit,
- l) Sediakan 2 tabung uji berbintik hijau dan masukkan kertas yang tidak mengandung insektisida untuk kontrol, kemudian

masukkan 20 ekor nyamuk dengan kondisi perut kenyang darah (*fully fed*).

- m) Selama pemaparan dicatat suhu dan kelembabannya, setelah nyamuk uji dan nyamuk kontrol dipaparkan, kemudian nyamuk tersebut dipindahkan ke dalam paper cup, dan dibiarkan disimpan selama 24 jam.
- n) selama penyimpanan dicatat suhu dan kelembaban, agar selama penyimpanan nyamuk tersebut tidak mati, maka diberi handuk basah selama penyimpanan 24 jam, hasil uji dicatat di lembar observasi.
- o) Tabung uji dengan tanda merah (exposure tube), 3 buah tabung penyimpanan nyamuk dengan tanda hijau (holding tube). Masing-masing holding tube dengan “slide” plastic yang dapat digeser-geser pada waktu memindahkan nyamuk, 1 tabung control,



Gambar 3.2 Cara Penggunaan alat Susceptibility Test Kits
(Modul Entomologi Malaria, 2017)

p) Hasil uji kerentanan dan pengamatan dicatat dalam form Ent.

Kriteria kerentanan serangga WHO (2016) adalah:

- (1) Kematian $\geq 98\%$ = *susceptible*/rentan/peka
- (2) Kematian antara 90-97% = toleran
- (3) Kematian $< 90\%$ = resisten

3.6 Metode Pengumpulan Data

1. Jumlah kematian biota uji dicatat pada lembar observasi sebagai hasil pengamatan selama pelaksanaan uji resistensi.
2. Jika kematian kontrol antara 5% dan 20%, mortalitas dari kelompok perlakuan harus dikoreksi dengan rumus Abbott's.

$$\text{Koreksi kematian} = \frac{\%kematianperlakuan - \%kematiankontrol}{100 - \%kematiankontrol} \times 100$$

3.7 Metode Analisis Data

Menentukan status resistensi dengan mengacu pada standar katogori dari WHO.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sampel biota uji disetiap desa/kecamatan di wilayah Kabupaten Kediri

Pengambilan sampel biota nyamuk sampel biota yang berasal dari 26 (dua puluh enam) Kecamatan di Kabupaten Kediri. Sampel diambil langsung dari rumah penduduk yang berupa larva yang berada di tempat penampungan air sebagai unit sampel. Sampel yang diperoleh dimasukkan ke dalam botol plastic dan dibawa ke laboratorium entmologi Kesehatan Lingkungan, selanjutnya di kembang biakan sampai menjadi nyamuk dewasa keturunan F3.

4.2 Suhu dan kelembaban ruang liring nyamuk *Aedes aegypti*

Tabel 4.1

Suhu dan Kelembaban Ruang Liring Nyamuk *Aedes aegypti*

No	Kecamatan	Suhu (°C)			Kelembaban (%)		
		1	2	3	1	2	3
1	Mojo	27	27	27	72	72	72
2	Semen	27	27	27	65	65	65
3	Ngadiluwih	27	27	27	72	72	72
4	Kras	27	27	27	65	65	65
5	Ringinrejo	27	27	27	65	65	65
6	Kandat	27	27	27	65	65	65
7	Wates	27	27	27	72	72	72
8	Ngancar	27	27	27	65	65	65
9	Plosoklaten	27	27	27	65	65	65
10	Gurah	27	27	27	65	65	65
11	Puncu	27	27	27	72	72	72
12	Kepung	27	27	27	72	72	72
13	Kandangan	27	27	27	72	72	72
14	Pare	27	27	27	72	72	72
15	Badas	27	27	27	72	72	72

No	Kecamatan	Suhu (°C)			Kelembaban (%)		
		1	2	3	1	2	3
16	Kunjang	27	27	27	72	72	72
17	Plemahan	27	27	27	72	72	72
18	Purwoasri	27	27	27	72	72	72
19	Papar	27	27	27	72	72	72
20	Pagu	27	27	27	72	72	72
21	Kayenkidul	27	27	27	72	72	72
22	Gampengrejo	27	27	27	72	72	72
23	Ngasem	27	27	27	72	72	72
24	Banyakan	27	27	27	65	65	65
25	Grogol	27	27	27	65	65	65
26	Tarokan	27	27	27	65	65	65
	Rata-rata	27			69		
	Minimum	27			65		
	Maksimum	27			72		

Rata-rata Suhu di ruang liring nyamuk *Aedes aegypti* adalah 27°C, sedangkan kelembabannya berkisar antara 65 – 72% dengan rata-rata 69%. Pengembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* disesuaikan berdasarkan bionomic/perilaku berkembangbiak nyamuk *Aedes aegypti* dengan kelembaban optimum antar 60 – 80% dan suhu air optimum 26 – 28°C.

Jentik nyamuk *Aedes aegypti* diambil pada 26 (dua puluh enam) Kecamatan di Kabupaten Kediri. Keberadaan jentik nyamuk *Aedes aegypti* tersebut menunjukkan bahwa tingkat kepadatan vector masih cukup tinggi. Secara topografi daerah Kabupaten Kediri sebagian besar dataran rendah dan sebagian kecil merupakan perbukitan. Wilayah Kabupaten Kediri terletak diantara dua gunung yaitu gunung Kelud dan gunung Wilis, ada beberapa kecamatan merupakan daerah pegunungan memiliki dataran lebih tinggi, namun dari hasil data yang diperoleh Nurhaidah (2020) masih banyak kasus Demam Berdarah Dengue di lingkungan tersebut, hal ini menunjukkan bahwa suhu udara baik didaerah

dataran rendah maupun dataran tinggi tidak mempengaruhi keberadaan jentik nyamuk *Aedes aegypti*.

Adanya Jentik nyamuk *Aedes aegypti* menunjukkan daerah tersebut terdapat populasi nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vector pembawa virus dengue. Hal ini dibuktikan dari hasil pengamatan dengan melakukan survey disuatu daerah di Kelurahan Sendangguwo Kota Semarang Indonesia. Suhu udara tempat pertumbuhan jentik nyamuk *Aedes aegypti* berada sangat berbeda beda. Jentik nyamuk *Aedes aegypti* ditemukan 51,2% pada rumah warga didaerah yang memiliki suhu udara 20⁰C-30⁰C, dimana secara teoritis jentik nyamuk *Aedes aegypti* dapat hidup dengan baik dan berkembang di suhu udara tersebut, tetapi dari hasil observasi pada rumah yang berada didaerah yang memiliki suhu udara < 20⁰C dan > 30 ⁰C, jentik nyamuk *Aedes aegypti* juga ditemukan dirumah warga dengan persentase 56,8% (Novitasari & Sugiyanto 2015). Tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti* ditemukan juga di Kelurahan Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Indonesia bahwa perilaku kehidupan nyamuk *Aedes aegypti* telah mengalami perubahan, yang biasanya hanya dapat hidup didaerah dataran rendah, sekarang dapat berkembangbiak didaerah dataran tinggi dimana ketinggian daerah tersebut diatas > 1.000 meter dpl (diatas permukaan laut) (Muhammad Haris Pamungkas, 2017).

Dua puluh enam kecamatan di Kabupaten Kediri, baik daerah dataran rendah maupun tinggi terdapat keberadaan jentik nyamuk *Aedes aegypti*, hal ini menunjukkan kasus Demam Berdarah Dengue di wilayah tersebut akan terus ada dan berkelanjutan. Kasus Demam Berdarah Dengue di tahun 2020 dari 11 (sebelas) Kecamatan di wilayah Kabupaten Kediri rata-rata 41,6 kasus penderita Demam Berdarah Dengue. Kasus terbesar

di wilayah tersebut adalah Kecamatan Wates, Pare dan Kandat, dengan jumlah kasus diatas 80 kasus pendetita Demam Berdarah Dengue (Nurhaidah, 2020). Kasus Demam Berdarah Dengue di wilayah Kabupaten Kediri masih tergolong tinggi, mulai Bulan Januari sampai dengan Agustus 2021 kasus DBD sebanyak 192 kasus dengan angka kesakitan/Incidence Rate(IR) DBD 12,10 per 100.000 penduduk dan kasus yang meninggal sampai bulan agustus 2021 sebanyak 2 kasus, dengan CFR 1,04 %. Angka CFR yang didapat sampai bulan tersebut masih diatas 1%, tergolong tinggi. target nasional yang ditetapkan angka CFR <1%.

4.3 Persentase kematian nyamuk *Aedes aegypti* yang terpapar *Cypermethrin* 0,05% pada Uji Resistensi Konvensional

Tabel 4.2

PERSENTASE KEMATIAN NYAMUK *Aedes aegypti* DI KABUPATEN KEDIRI TAHUN 2021

No	Kecamatan	Kontrol / Waktu				<i>Cypermethrin</i> 0.05% /Waktu			
		30 s	45 s	60 s	24 j	30 s	45 s	60 s	24 j
1	Mojo	0	0	0	0	100	100	100	100
2	Semen	0	0	0	0	100	100	100	100
3	Ngadiluwih	0	0	0	0	100	100	100	100
4	Kras	0	0	0	0	100	100	100	100
5	Ringinrejo	0	0	0	0	100	100	100	100
6	Kandat	0	0	0	0	100	100	100	100
7	Wates	0	0	0	0	100	100	100	100
8	Ngancar	0	0	0	0	100	100	100	100
9	Plosoklaten	0	0	0	0	100	100	100	100
10	Gurah	0	0	0	0	100	100	100	100
11	Puncu	0	0	0	0	100	100	100	100
12	Kepung	0	0	0	0	100	100	100	100
13	Kandangan	0	0	0	0	100	100	100	100

No	Kecamatan	Kontrol / Waktu				<i>Cypermethrin 0.05%</i> /Waktu			
		30 s	45 s	60 s	24 j	30 s	45 s	60 s	24 j
14	Pare	0	0	0	0	100	100	100	100
15	Padas	0	0	0	0	100	100	100	100
16	Kunjang	0	0	0	0	100	100	100	100
17	Plemahan	0	0	0	0	100	100	100	100
18	Purwoasri	0	0	0	0	100	100	100	100
19	Papar	0	0	0	0	100	100	100	100
20	Pagu	0	0	0	0	100	100	100	100
21	Kayenkidul	0	0	0	0	100	100	100	100
22	Gampengrejo	0	0	0	0	100	100	100	100
23	Ngasem	0	0	0	0	100	100	100	100
24	Banyakan	0	0	0	0	100	100	100	100
25	Grogol	0	0	0	0	100	100	100	100
26	Tarokan	0	0	0	0	100	100	100	100

Berdasar Tabel 4.2 bahwa mulai menit ke 30 persentase kematian nyamuk 100% di semua Kecamatan Kabupaten Kediri dengan menggunakan *cypermethrin 0.05%*

4.4 Status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten Kediri

Seluruh Kecamatan di Kabupaten Kediri bahwa status kematian nyamuk adalah rentan mulai menit ke 30.

Tabel 4.3

STATUS RESISTENSI NYAMUK *Aedes aegypti* TERHADAP CYPERMETHRIN 0.05% DI KABUPATEN KEDIRI TAHUN 2021

No	Kecamatan	Status			
		30 s	45 s	60 s	24 jam
1	Mojo	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
2	Semen	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
3	Ngadiluwih	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
4	Kras	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
5	Ringinrejo	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan

No	Kecamatan	Status			
		30 s	45 s	60 s	24 jam
6	Kandat	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
7	Wates	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
8	Ngancar	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
9	Plosoklaten	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
10	Gurah	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
11	Puncu	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
12	Kepung	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
13	Kandangan	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
14	Pare	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
15	Padas	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
16	Kunjang	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
17	Plemahan	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
18	Purwoasri	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
19	Papar	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
20	Pagu	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
21	Kayenkidul	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
22	Gampengrejo	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
23	Ngasem	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
24	Banyakan	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
25	Grogol	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan
26	Tarokan	Rentan	Rentan	Rentan	Rentan

Program pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* pembawa virus dengue, yang dilakukan di wilayah tersebut dalam pengendalian vector Dengue hemorrhagic fever (DHF) dengan fogging/pengasapan menggunakan insektisida malathion. Penelitian Marlik (2018) membuktikan Jentik nyamuk *Aedes aegypti* dari sebelas kecamatan resisten terhadap themephos dan nyamuk dewasa resisten terhadap insektisida malathion. Nurmayanti (2020) larva *Aedes aegypti* Jentik nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten Kediri resisten terhadap temephos dengan konsentrasi 0,04 mg/lt, dipertegas lagi oleh Nurhaidah (2020) yang melakukan penelitian di sebelas kecamatan dengan distribusi status

resistensi nyamuk *Aedes aegypti* di daerah tersebut, dari sebelas kecamatan yang berstatus resisten hanya 1 (satu) daerah sedangkan lainnya berstatus rentan, untuk membuktikan adanya gen pada nyamuk *Aedes aegypti* yang terdeteksi resisten terhadap insektisida golongan organofosfat dapat dilakukan dengan teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*), apabila nyamuk *Aedes aegypti* tersebut terbukti resisten terhadap insektisida, terlihat didalam gen nyamuk terdapat band dengan Panjang 250 bp, menunjukkan VGSC yaitu gen yang membawa resistensi insektisida (Yudhana, 2017). Sebagian besar Indonesia menggunakan insektisida yang berbahan organophosphate (Yudhana, 2017). termasuk Kabupaten Kediri sudah lama menggunakan insektisida golongan organophospat, hal ini dibuktikan juga dari hasil Marlik (2018) bahwa nyamuk *Aedes aegypti* dinyatakan resisten terhadap malathion. Berkaitan dengan hal tersebut Dinas Kesehatan kabupaten Kediri dalam rangka pengendalian program vector DBD beralih menggunakan insektisida *chypermetrin* yang sudah dilakukan mulai selama 2 tahun terakhir. Insektisida *chypermetrin* telah digunakan selama 2 tahun, maka perlu dilakukan uji resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa nyamuk *Aedes aegypti* dari 26 kecamatan di wilayah kabupaten Kediri menunjukan 100 % rentan atau mati terhadap *cypermetrin*. *Chypermetrin* adalah insektisida yang menggunakan bahan kimia sintetis pyrethroid. Insektisida ini belum lama dipakai dan penggunaan dosis juga memenuhi persyaratan atau sesuai yang dianjurkan. Hal ini yang mendukung rentannya nyamuk *Aedes aegypti* terhadap *cypermetrin*. Dilihat dari segi manajemen pengendalian vector bahwa pengendalian pradewasa dan dewasa nyamuk

Aedes aegypti berbeda jenis bahan aktif insektisida, begitu juga dengan teknis pengendaliannya (Permenkes RI, 2017).

Target organ insekta yang diserang dengan menggunakan insektisida *chypermetrin* adalah system syaraf pada organisme, hal ini menunjukkan bahwa insektisida ini memiliki zat aktif yang bertipe *neurotoxin* yaitu zat racun pada syaraf. Insektisida *chypermetrin* mudah hilang apabila terpapar air dan matahari, sifat lebih ramah dengan lingkungan, karena mudah *degradable* jika berada di alam. Insektisida *cypermetrin* lebih bagus dan sedikit sekali memberikan efek negative pada manusia, tetapi memiliki sifat toksik pada insekta, apabila insektisida sering dipaparkan pada insekta akan memberikan dampak resisten terhadap insektisida tersebut. Negara Meksiko Kota Tapachula telah beralih dari insektisida yang berbahan piretroid ke insektisida yang berbahan *organofosfat*. Mereka menggunakan insektisida permetrin dalam pengendalian nyamuk sudah lebih dari 5 tahun. Hasil uji laboratorium meskipun sudah tidak memakai permetrin dan deltametrin tetapi *Ae aegypti* tetap sangat resisten, rasio resisten (RR) > 10 kali lipat (Solis-Santoyo, 2021). Insektisida *chypermetrin* yang digunakan di Kabupaten Kediri pada nyamuk *Aedes aegypti* masih *susceptible* atau masih peka terhadap insektisida tersebut, agar tidak terjadi resisten terhadap satu insektisida perlu dilakukan perubahan bahan insektisida yang digunakan dalam pengendalian vektor dengan cara fogging dan perlu di uji kerentanan kembali setiap 2 – 3 tahun terhadap insektisida *chypermetrin* yang digunakan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1 Rata – rata suhu dan kelembaban jentik nyamuk *Aedes aegypti* dapat berkembang biak di liring laboratorium 27 °C dan 72 %
- 2 Persentase kematian nyamuk *Aedes aegypti* yang terpapar *impregnated paper* yang mengandung bahan aktif *cypermethrin* 0,05% dari seluruh Kecamatan di Kabupaten Kediri 100% mengalami kematian.
- 3 Seluruh Kecamatan di Kabupaten Kediri menunjukkan kepekaan dalam kategori status rentan

5.2 Saran

1. Program pengendalian vector secara kimia dengan metode pengasapan dengan bahan insektisida Chypermetrin, dapat dilanjutkan dan jika perlu dilakukan monitoring secara berkala
2. Pengujian Status resistensi dapat dilakukan dalam setiap 2 – 3 tahun sekali
3. Pengendalian 3 M plus tetap dilaksanakan kerana merupakan pengendalian yang mudah,murah dan aman bagi lingkungan

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, A. P. (2016). *Demam Berdarah Dengue (DBD)*. <http://sippanon.bantenprov.go.id:8123/inlislite3/opac/detail-opac?id=28456>
- Catherine Zettel, P. K. (2016). *Yellow Fever Mosquito Aedes aegypti (Linnaeus) (insecta diptera : culicidae)*.
- Cecep Dani Sucipto. (2011). *Vektor Penyakit Tropis*. Gosityen Publishing Yogyakarta. <http://gosityenpublishing.web.id/?product=vektor-penyakit-tropis>
- Dinata, Y. A. (2016). *Rahasia Daya Tahan Hidup Nyamuk Demam Berdarah*. <https://wavesiana.blogspot.com/2014/06/download-ebook-pdf-rahasia-daya-tahan.html>
- Ditjen P2P. (2013). Model Pengendalian Demam Berdarah Dengue. In *Kesmas: National Public Health Journal* (Vol. 7, Issue 11). <https://doi.org/10.21109/kesmas.v7i11.366>
- Djojosumarto P. (2008). *Pestisida dan Aplikasinya*. Agromedia Pustaka.
- Elviani, E., Lucky, H., & Sardjito, E. W. (2019). Larvitrap Tipe Sekat dengan Nyamuk Aedes yang Terjebak. In *Thesis, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta* (Vol. 53, Issue 9).
- Haditomo, I. (2010). Efek Larvasida Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L .) Terhadap *Aedes aegypti* L . In *Skripsi*.
- Kediri, D. K. K. (2016). Profil Kesehatan Pemerintah Kabupaten Kediri Tahun 2016. In A. <https://dinkes.kedirikab.go.id/?hal=dprofilkesehatan&id=51>
- Kediri, D. K. K. (2020). *Profil Kesehatan Kabupaten Kediri Tahun 2020*.
- Kemenkes RI. (2011). *Model Pengendalian Demam Berdarah Dengue* (Vol. 7, Issue 11). <https://doi.org/10.21109/kesmas.v7i11.366>
- Kemenkes RI. (2012). Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) Dalam Pengendalian Vektor. In *Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan*

Penyehatan Lingkungan (Vol. 623, Issue 95).

Kementerian Kesehatan RI. (2018). *Profil Kesehatan Indonesia 2018 [Indonesia Health Profile 2018]*.

Kumayah, U. M. I. (2011). *Universitas indonesia perbedaan keberadaan larva aedes aegypti di container dalam rumah di kelurahan rawasari dan cempaka putih barat, jakarta.*

Marlik, Nurmayanti, D., & Haidah, N. (2018). *Deteksi Konvensional Resistensi Aedes aegypti Sebagai Vektor DBD Di Kabupaten Kediri Terhadap Malathion Dan Temephos* (Issue 134).

Mubarak. (2020). *Aedes aegypti dan Status Kerentanan* (Pertama (ed.)). IKAPI Nomor 237/JTI/2019. https://books.google.co.id/books/about/AEDES_AEGYPTI_DAN_STATUS_KERENTANAN.html?id=TRkFEAAQBAJ&redir_esc=y

Muhammad Haris Pamungkas, Ngadino, S. (2017). Distribusi Tempat Perindukan Aedes Sp. Pada Dataran Tinggi Dan Rendah Di Kelurahan Tulungrejo dan Kelurahan Giripurno Kecamatan Bumiaji Kota Batu Tahun 2017. *Gema Kesehatan Lingkungan*, 15(2).

Novitasari, I., & Sugiyanto, Z. (2015). Hubungan Suhu, Kelembaban Rumah Dan Perilaku Masyarakat Tentang Psn Dan Larvasidasi Dengan Keberadaan Jentik Nyamuk Penular Demam Berdarah Dengue Di Rw 01 Kelurahan Sendangguwo Semarang. *Kesehatan Masyarakat*.

Nurhaidah, Marlik, D. N. (2020). Distribusi Spasial resistensi Konvensional Nyamuk Aedes aegypti Di Wilayah Kabupaten Kediri. In *repository Poltekkes Kemenkes Surabaya*. www.bps.co.id

Nurmayanti, D., Marlik, & Nurhaidah. (2020). Conventional detection of resistance of aedes aegypti larvae as dhf vector in kediri district against temephos. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 14(1), 230–233. <https://doi.org/10.37506/v14/i1/2020/ijfnt/192900>

Permenkes RI. (2010). *Permenkes RI Nomor 374/MENKES/PER/III/2010 Tentang Pengendalian Vektor*.

Permenkes RI. (2017). *Permenkes RI Nomor 50 Tahun 2017 Tentang Standar*

Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan persyaratan Kesehatan Untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya (Vol. 4).

- Pradani, F. Y., Ipa, M., Marina, R., & Yuliasih, Y. (2011). Status Resistensi *Aedes aegypti* dengan Metode Susceptibility di Kota Cimahi terhadap Cypermethrin Resistance Status of *Aedes aegypti* to Cypermethrin through Susceptibility Method in Cimahi City. *Aspirator, Vol 3 No 1*, 18–24.
- Ringga, F., Susanto, H., Yohana, A., & Yudhastuti, R. (2013). Model Pengendalian Demam Berdarah. *Kesehatan Masyarakat Nasional, 7*(11). <https://media.neliti.com/media/publications/39583-ID-model-pengendalian-demam-berdarah-dengue.pdf>
- Rosma Hasibuan. (2015). *Insektisida Organik Sintetik dan Biorasional*. Plantaxia.
- Solis-Santoyo, F., Rodriguez, A. D., Penilla-Navarro, R. P., Sanchez, D., Castillo-Vera, A., Lopez-Solis, A. D., Vazquez-Lopez, E. D., Lozano, S., Black, W. C., & Saavedra-Rodriguez, K. (2021). Insecticide resistance in *Aedes aegypti* from Tapachula, Mexico: Spatial variation and response to historical insecticide use. *PLOS Neglected Tropical Diseases, 15*(9), e0009746. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009746>
- Sukohar, A. (2014). Fakultas Kedokteran Universitas Lampung Demam Berdarah Dengue (DBD) Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. *Medula, 2*(2), 1–15.
- Sunaryo, & Widiastuti, D. (2018). Resistensi *Aedes aegypti* terhadap Insektisida Kelompok Organopospat dan Sintetik Piretroid di Provinsi Sumatera Utara dan Provinsi Jambi. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara, 14*(1), 95–106. <https://doi.org/10.22435/blb.v14i1.304>
- WHO. (2005). Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. In *World Health Organization*. http://whqlibdoc.who.int/hq/2005/WHO_CDS_WHOPES_GCDPP_2005.13.pdf?ua=1
- WHO. (2016). Monitoring and Managing Insecticide Resistance in *Aedes* mosquito Populations. In *Who* (Vol. 16, Issue 10665).

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/204588>

- Yudhana, A., Praja, R. N., & Yunita, M. N. (2017). Deteksi Gen Resisten Insektisida Organofosfat pada *Aedes aegypti* di Banyuwangi, Jawa Timur Menggunakan Polymerase Chain Reaction. *Jurnal Veteriner*, 18(3), 446. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2017.18.3.446>
- Yudhastuti, R. (2011). *Pengendalian Vektor dan Rodent*. <http://repository.unair.ac.id/41186/9/633.41186.pdf>

ISBN 978-623-96983-7-9



9

786239

698379