



**SURAT PERJANJIAN PENUGASAN  
PELAKSANAAN PENELITIAN UNGGULAN PT - DASAR  
DANA DIPA UNNES TAHUN 2019  
Nomor : 187.13.5/UN37/PPK.3.1/2019**

Pada hari ini Senin tanggal Tiga belas bulan Mei tahun Dua ribu sembilan belas, kami yang bertandatangan di bawah ini:

- 1. Dr. Suwito Eko Pramono, M.Pd.** : **Pejabat Pembuat Komitmen** Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang yang berkedudukan di Semarang, berdasarkan Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : 1/P/2019 tanggal 02 Januari 2019, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama KPA Universitas Negeri Semarang, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
- 2. Dr. Widya Hary Cahyati, S.KM, M.Kes (Epid)** : Dosen pada Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, dalam hal ini bertindak sebagai Pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2019 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**

**PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut.

**PASAL 1  
Dasar Hukum**

Perjanjian penugasan ini berdasarkan kepada:

1. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Semarang.
2. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : 302/P/2018 tanggal 26 Juni 2018, tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Pimpinan Lembaga dan Pimpinan Pascasarjana Antarwaktu Universitas Negeri Semarang.
3. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor 1/P/2019 tanggal 2 Januari 2019, tentang Pengangkatan Pejabat Perbendaharaan / Pengelola Keuangan Tahun Anggaran 2019 Universitas Negeri Semarang.
4. Surat Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang Nomor : 1603/UN37.3.1/TU/2019, tanggal 10 Mei 2019, perihal Hasil Seleksi Proposal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Dana DIPA PNBPN UNNES Tahun Anggaran 2019.
5. Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang (UNNES) Nomor DIPA : SP DIPA-042.01.2.400899/2019, tanggal 05 Desember 2018.

**PASAL 2**  
**Ruang Lingkup Perjanjian**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Penelitian Unggulan PT - Dasar tahun 2019 dengan judul “GAMBARAN BIONOMIK DAN STATUS KERENTANAN VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP SIPERMETRIN DI KABUPATEN SEMARANG TAHUN 2019”
- (2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas pekerjaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya dalam hal diperlukan oleh **PIHAK PERTAMA**.

**PASAL 3**  
**Dana Penelitian**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 adalah sebesar **Rp 110.000.000,- (Seratus Sepuluh Juta Rupiah)** sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran UNNES Nomor SP DIPA-042.01.2.400899/2019, tanggal 05 Desember 2018.

**PASAL 4**  
**Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian**

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu  $70\% \times \text{Rp } 110.000.000,- = \text{Rp } 77.000.000,-$  (**Tujuh Puluh Tujuh Juta Rupiah**), yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah:
    - (1) Mengunggah hasil revisi proposal dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, RAB, dan instrumen penelitian ke SIPP
    - (2) Menyerahkan hardcopy asli revisi proposal dan disahkan oleh Pejabat yang berwenang, RAB, instrumen penelitian, dan nota persetujuan hasil evaluasi instrumen penelitian masing-masing satu eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA**
  - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu  $30\% \times \text{Rp } 110.000.000,- = \text{Rp } 33.000.000,-$  (**Tiga Puluh Tiga Juta Rupiah**), dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah:
    - (1) Mengunggah catatan harian, laporan kemajuan, atas anggaran yang telah ditetapkan ke SIPP paling lambat tanggal 7 Oktober 2019
    - (2) Menyerahkan hardcopy Catatan harian, laporan kemajuan, bukti penggunaan atas anggaran yang telah ditetapkan masing-masing satu eksemplar paling lambat tanggal 7 Oktober 2019
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening BNI atas nama Dr. Widya Hary Cahyati, S.KM, M.Kes (Epid) dengan nomor rekening 0246685596

**Pasal 5**  
**Jangka Waktu**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tanggal 13 Mei 2019** dan berakhir pada **Tanggal 13 November 2019**.

**Pasal 6**  
**Target Luaran**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target 1 (satu) luaran wajib
- (2) Target capaian luaran wajib dapat dipilih seperti tersebut di bawah:
  - a. Publikasi Karya Ilmiah (pilih salah satu):
    - 1) Jurnal Internasional Bereputasi
    - 2) Jurnal Internasional
    - 3) Prosiding Internasional Bereputasi
    - 4) Prosiding Internasional
    - 5) Prosiding Ber-ISBN
    - 6) Jurnal Terakreditasi Nasional
    - 7) Jurnal Tidak Terakreditasi
  - b. Buku Panduan (pilih salah satu):
    - 1) Blue Print
    - 2) Desain
    - 3) Model
    - 4) Prototipe
    - 5) Rekayasayang harus dibuat dengan surat keputusan Rektor
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 7**  
**Hak dan Kewajiban Para Pihak**

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
  - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6;
  - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:
  - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4.
  - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran wajib sebagaimana pada pasal 6

**Pasal 8**  
**Laporan Pelaksanaan Penelitian**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.

- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Buku catatan harian, laporan penggunaan dana, Laporan kemajuan ke SIPP paling lambat 7 Oktober 2019
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan Hardcopy Buku catatan harian, laporan penggunaan dana, Laporan kemajuan atas dana yang telah ditetapkan masing-masing satu eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA** paling lambat 7 Oktober 2019
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Catatan Harian, Laporan Akhir, kwitansi pengeluaran, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah, profil pada SIPP paling lambat 13 November 2019
- (5) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan Hardcopy Catatan Harian, Laporan Akhir, kwitansi pengeluaran, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah, profil masing-masing satu eksemplar kepada **PIHAK PERTAMA** paling lambat 13 November 2019
- (6) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - a. Format font Times New Romans Ukuran 12 spasi 1,5
  - b. Bentuk/ukuran kertas A4;
  - c. Warna cover (d disesuaikan dengan ketentuan di panduan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat tahun 2019)
  - d. Di bawah bagian sampul cover ditulis:

Dibiayai oleh:

Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang  
Nomor : SP DIPA-042.01.2.400899/2019, tanggal 05 Desember 2018 sesuai dengan  
Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2019  
Nomor : 187.13.5/UN37/PPK.3.1/2019, tanggal 13 Mei 2019.

#### **Pasal 9 Monitoring dan Evaluasi**

**PIHAK PERTAMA** dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2019

#### **Pasal 10 Penilaian Luaran**

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

#### **Pasal 11 Penggantian Ketua Pelaksana**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan penelitian ini dapat dibenarkan apa bila telah mendapat persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**.
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (4) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

## **Pasal 12** **Sanksi**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian telah berakhir, **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya dan atau terlambat mengirim dan mengunggah laporan Kemajuan, catatan harian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) dan Laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda sebesar 1‰ (satu permil) untuk setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen) terhitung dari tanggal jatuh tempo dan denda administratif (tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut).
- (2) Peneliti/Pelaksana yang tidak hadir dalam kegiatan monitoring dan evaluasi tanpa pemberitahuan sebelumnya kepada **PIHAK PERTAMA** maka Pelaksana Penelitian tidak berhak menerima dana tahap kedua sebesar 30%.

## **Pasal 13** **Pembatalan Perjanjian**

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**

## **Pasal 14** **Pajak-pajak**

1. **PIHAK KEDUA** berkewajiban memungut dan menyetor pajak ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa :
  - a. Pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10 % dan PPH 22 sebesar 1,5 %
  - b. Pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku
- 2) **PIHAK PERTAMA** berkewajiban memungut dan menyetor pajak ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban pajak belanja honorarium yang dikenakan PPh Pasal 21.

## **Pasal 15** **Peralatan dan/alat Hasil Penelitian**

- (1) Hak kekayaan intelektual yang dihasilkan dari Pelaksana Penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan.
- (2) Setiap publikasi, makalah dan/atau ekspos dalam bentuk apa pun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan **PIHAK PERTAMA** sebagai pemberi dana.
- (3) Hasil penelitian berupa peralatan dan/atau peralatan yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik negara, dan dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga melalui Berita Acara Serah Terima (BAST)

## **Pasal 16** **Keadaan Memaksa (*force majeure*)**

- (1) **PARA PIHAK** dibebaskan dari tanggung jawab atas keterlambatan atau kegagalan dalam memenuhi kewajiban yang dimaksud dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian disebabkan atau diakibatkan oleh kejadian di luar kekuasaan **PARA PIHAK** yang dapat digolongkan sebagai keadaan memaksa (*force majeure*).

- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blokade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian.
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak berwajib dan **PARA PIHAK** dengan etiket baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

**Pasal 17**  
**Penyelesaian Sengketa**

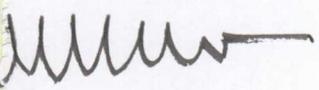
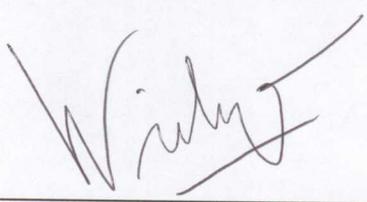
Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Tinggi Semarang

**Pasal 18**  
**Lain-Lain**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

**Pasal 19**  
**Penutup**

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 3 (tiga) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA	PIHAK KEDUA
 	
Dr. Suwito Eko Pramono, M.Pd. NIP. 195809201985031003	Dr. Widya Hary Cahyati, S.KM, M.Kes (Epid) NIP. 197712272005012001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Gedung Prof. Dr. Retno Sriningsih Satmoko, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Telp/Fax (024) 8508087, (024) 8508089

Laman: <http://lppm.unnes.ac.id> Email: [lppm@mail.unnes.ac.id](mailto:lppm@mail.unnes.ac.id)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Widya Hary Cahyati, S.KM, M.Kes (Epid)  
NIP : 197712272005012001  
Unit Kerja : Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa Penelitian saya berjudul: "GAMBARAN BIONOMIK DAN STATUS KERENTANAN VEKTOR DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP SIPERMETRIN DI KABUPATEN SEMARANG TAHUN 2019" yang dibiayai oleh DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Universitas Negeri Semarang Nomor: SP DIPA-042.01.2.400899/2019, tanggal 05 Desember 2018, dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2019 Nomor: Nomor : 187.13.5/UN37/PPK.3.1/2019, tanggal 13 Mei 2019, **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.**

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 13 Mei 2019

Yang menyatakan,  
Ketua Pelaksana



Dr. Widya Hary Cahyati, S.KM, M.Kes (Epid)  
NIP. 197712272005012001

Mengetahui,  
Ketua LPPM UNNES



Dr. Suwito Eko Pramono, M.Pd.  
NIP. 195809201985031003

**BIDANG KAJIAN  
KESEHATAN MASYARAKAT**

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN UNGGULAN UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
SKEMA DASAR**



**GAMBARAN BIONOMIK DAN STATUS KERENTANAN VEKTOR DEMAM  
BERDARAH DENGUE (DBD) TERHADAP SIPERMETRIN  
DI KABUPATEN SEMARANG TAHUN 2019**

**TIM PENGUSUL**

**Dr. Widya Hary Cahyati, S.KM.,M.Kes(Epid). (0027127704)  
Nur Siyam, S.K.M., M.P.H. (0022058703)**

**FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
TAHUN 2019**

**HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**

Judul Penelitian : Gambaran Bionomik dan Status Kerentanan Vektor Demam Berdarah (DBD) terhadap Sipermetrin di Kabupaten Semarang Tahun 2019

Nama Rumpun Ilmu : Ilmu Kesehatan

Bidang Kajian : Kesehatan Masyarakat

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Dr. Widya Hary Cahyati, S.KM,M.Kes(Epid)
- b. NIDN : 0027127704
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Program Studi : Kesehatan Masyarakat
- e. Nomor HP : 085866757771
- f. Alamat surel (e-mail) : widyahary27@mail.unnes.ac.id

Anggota penelitian (1)

- a. Nama Lengkap : Nur Siyam, S.KM, MPH
- b. NIDN : 0022058703
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Semarang

Staff Pendukung Penelitian : - Orang

Mahasiswa Terlibat Penelitian: 6 orang

Biaya Penelitian Keseluruhan: Rp 110.000.000,00

Biaya Tahun Berjalan :

-dana internal PT : Rp 110.000.000,-

-dana institusi lain : -

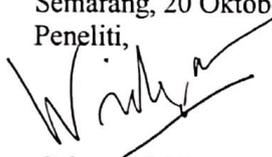
-inkind sebutkan : -

Mengetahui,  
Dekan



Prof. Dr. Tandiko Rahayu M.Pd  
NIP. 196103201984032001

Semarang, 20 Oktober 2019  
Peneliti,



Dr. Widya Hary Cahyati, S.KM,M.Kes(Epid)  
NIP. 197712272005012001

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat



Pr. Survito Eko Pramono, M.Pd.  
NIP. 195809202985031003

## RINGKASAN

Dalam Buku Saku Kesehatan Jawa Tengah IR DBD Kabupaten Semarang tahun 2018 sebesar 16,63 per 100.000 penduduk dengan CFR sebesar 1,16%. Kabupaten Semarang telah menggunakan insektisida sipermetrin sejak tahun 2013 sampai sekarang. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis bionomik nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD di Kabupaten Semarang serta menganalisis kerentanan nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD di Kabupaten Semarang.

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasi terhadap larva *Aedes aegypti*. Uji yang dilakukan adalah identifikasi resistensi terhadap sipermetrin dengan indikator mutasi gen VGSC *Aedes aegypti* pada kodon 1016. Sampel dalam penelitian ini adalah sejumlah telur *Aedes aegypti* yang diambil secara random dari populasi nyamuk *Aedes aegypti* dari 18 desa/kelurahan yang berada di Kabupaten Semarang. Setelah itu, telur *Aedes aegypti* diambil dan dibawa ke laboratorium untuk di rearing dan dternakkan sampai keturunan F1. Jumlah larva nyamuk *Aedes aegypti* yang diuji adalah 10 ekor untuk sampel tiap desa. Analisis data dilakukan secara deskriptif sesuai standar WHO digunakan untuk menggambarkan status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida sipermetrin menggunakan teknik PCR.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa wadah yang paling disukai nyamuk *Ae. Aegypti* untuk oviposisi adalah wadah yang terbuat dari plastik dan kaleng. pH air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan pH 9, disusul air dengan pH 8 dan 7. Salinitas air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan salinitas 0-6gr/l.

Berdasarkan hasil pemeriksaan resistensi terhadap insektisida piretroid menggunakan marker 50 bp dengan target DNA dapat disimpulkan bahwa 31 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Bawen, 48,4% sampel sudah resisten heterozigot dan 51,6% sampel resisten homozigot. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Bandungan menunjukkan bahwa 100% sampel sudah resisten heterozigot. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Ungaran Barat, 73,3% sampel sudah resisten heterozigot dan 26,7% sampel resisten homozigot. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Sumowono, 65% sampel sudah resisten heterozigot dan 35% sampel resisten homozigot. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Ambarawa, 23,3% sampel sudah resisten heterozigot, 66,7% sampel resisten homozigot, dan 10% masih susceptible. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Ungaran Timur, 30% sampel sudah resisten heterozigot dan 70% sampel resisten homozigot.

Simpulan dari penelitian ini adalah wadah yang paling disukai nyamuk *Ae. Aegypti* untuk oviposisi adalah yang terbuat dari plastik, dengan pH air 9, dan salinitas 0-6gr/l. Dari 181 sampel yang diteliti, hanya 1,7% yang masih susceptible, 43% resisten homozigot, dan 55,3% bahkan sudah resisten heterozigot.

Kata kunci: Bionomik, Kerentanan, *Aedes aegypti*

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan kegiatan penelitian yang berjudul “Gambaran Bionomik dan Status Kerentanan Vektor Demam Berdarah (DBD) terhadap Sipermetrin di Kabupaten Semarang Tahun 2019”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis bionomik nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD di Kabupaten Semarang, serta menganalisis kerentanan nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD di Kabupaten Semarang.

Laporan akhir ini sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi sebagai wujud pertanggungjawaban dari kegiatan penelitian Unggulan Perguruan Tinggi. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini tidak dapat terlaksana dengan baik apabila tidak ada bantuan dari berbagai pihak, untuk itu kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua LP2M Universitas Negeri Semarang beserta para staf.
3. Camat Ungaran Timur, Camat Bawen, Camat Bandungan, Camat Ambarawa, Camat Sumowono, Camat Ungararan Barat Kabupaten Semarang.
4. Kader di Desa Kalongan, Kelurahan Kalirejo (Kecamatan Ungaran Timur), Kelurahan Bawen, Kelurahan Harjosari Desa Asinan (Kec. Bawen), Kelurahan Bandungan, Desa Kenteg, Desa Candi (Kec. Bandungan), Kelurahan Tambakboyo, Kelurahan Kupang, Kelurahan Panjang (Kec. Ambarawa), Desa Sumowono, Desa Jubelan, Kec. Sumowono (Kec. Sumowono), Kelurahan Ungaran, Kelurahan Genuk, Kelurahan Candirejo, Desa Nyatnyono (Kec. Ungaran Barat) Kabupaten Semarang yang telah bersedia mengikuti kegiatan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa kegiatan penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kami terbuka untuk segala saran dan masukan. Semoga kegiatan penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat.

Peneliti

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1) Latar Belakang Masalah.....	1
2) Perumusan Masalah.....	2
3) Tujuan Penelitian.....	2
4) Kontribusi Penelitian .....	2
5) Target Luaran.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
1) Demam Berdarah Dengue.....	4
2) Bionomi Vektor DBD.....	6
3) Status Resistensi Vektor DBD.....	8
4) Pemberantasan Habitat Jentik dan Nyamuk.....	8
5) Peta Jalan Penelitian Pengusul.....	9
6) Fish Bone Penelitian.....	11
BAB III. METODE.....	12
1) Jenis Penelitian.....	12
2) Tahapan-tahapan Penelitian.....	12
3) Lokasi Penelitian.....	14
4) Peubah yang Diamati/Diukur.....	14
5) Model yang Digunakan.....	15
6) Teknik Pengumpulan Data.....	15
7) Teknik Analisis Data.....	15
BAB IV. HASIL YANG DICAPAI .....	16
1) Hasil.....	16
2) Pembahasan.....	26

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
1) Kesimpulan.....	32
2) Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Suhu Ruangan Saat Percobaan Kecenderungan Tempat Perindukan Nyamuk...	18
Tabel 5.2. Distribusi Kecenderungan Tempat Perindukan Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> .....	18
Tabel 5.3. Perkembangan Larva Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> pada berbagai kondisi pH.....	20
Tabel 5.4. Perkembangan Larva Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> pada Berbagai Kondisi Salinitas....	21

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> .....	6
Gambar 2.2. <i>Road map</i> penelitian Prodi Kesehatan Masyarakat UNNES .....	11

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Artikel Ilmiah

Lampiran 2. Hasil PCR Laboratorium

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1) Latar Belakang Masalah

Pada saat ini Indonesia masih mempunyai tantangan di bidang kesehatan, khususnya berkaitan dengan pengendalian penyakit, baik penyakit menular maupun penyakit tidak menular. Kejadian penyakit menular yang belum mampu untuk dieliminasi, juga dibarengi dengan kejadian penyakit tidak menular yang mempunyai angka kejadian yang cenderung meningkat. Hal ini menjadikan Indonesia mempunyai beban ganda pada waktu yang bersamaan (Kementerian Kesehatan RI, 2016). Salah satu jenis penyakit menular yang masih cukup tinggi terjadi di Indonesia adalah Demam Berdarah Dengue (DBD).

Penyakit DBD merupakan salah satu penyakit menular yang merupakan penyakit tular vektor, dimana yang menjadi vektor utama penyakit DBD ini adalah nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit DBD disebabkan oleh virus *dengue* (Kemenkes RI, 2011).

Pencegahan DBD dapat dilakukan dengan meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang DBD, misalnya melalui kegiatan penyuluhan yang sederhana atau dengan menghindari kontak dengan vektor penyakit DBD yaitu nyamuk *Ae. aegypti*, diantaranya menggunakan kelambu, menutup ventilasi rumah dengan kawat kasa, dan menggunakan anti nyamuk (Kurniawan, 2018). Upaya pengendalian vektor di Kabupaten Semarang salah satunya adalah dengan pengendalian kimiawi menggunakan insektisida. Penggunaan insektisida kimia dengan jenis yang sama dalam waktu yang lama secara terus menerus dapat berisiko terjadinya resistensi vector terhadap ini insektisida tersebut. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk menganalisis resistensi insektisida, seperti penelitian Agnes Yadouleton yang menyimpulkan bahwa daya bunuh permetrin terhadap *Culex quinquefasciatus* 4%-24%, deltametrin 24%-48%, DDT 4%-12%, dan bendiocarb 60%-76% kematian (Yadouleton, et al., 2015).

Beberapa penelitian juga menginformasikan telah terjadi resistensi insektisida di beberapa negara. Menurut laporan *WHO Expert Committee on Vector Biology and Control* 1992, nyamuk *Culex quinquefasciatus* telah resisten terhadap DDT, HCT, dan *malathion* di sebagian besar wilayah. Resistensi pada beberapa senyawa *organophosphorus* telah dideteksi di Banglades dan Sri Lanka. Di India, *Culex quinquefasciatus* di wilayah timur laut India resisten terhadap deltametrin (Sarkar, et al., 2009). Penelitian yang dilakukan oleh Intan Ahmad dkk, menyebutkan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* yang ditangkap di Bandung, Surabaya, Jakarta, dan Palu telah resisten terhadap permetrin dan delta mentrin, sedangkan nyamuk *Ae.*

*aegypti* yang ditangkap di Palembang sudah resisten terhadap *malathion* (Ahmad et al., 2009).

Salah satu upaya Dinas Kesehatan Kabupaten Semarang dalam pengendalian penyakit DBD adalah menggunakan fogging. Zat aktif yang digunakan dalam fogging pengendalian DBD di Kabupaten Semarang adalah sipermetrin 19:1 sejak tahun 2013 sampai sekarang. Pemakaian insektisida dengan jenis yang sama dalam waktu yang cukup panjang secara terus menerus akan berisiko terjadinya resistensi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerentanan nyamuk *Ae. aegypti* terhadap sipermetrin, sehingga bisa diketahui apakah sipermetrin masih efektif digunakan untuk pengendalian vektor DBD di Kabupaten Semarang. Selain itu juga akan diteliti bionomik nyamuk *Ae. aegypti* dengan tujuan supaya dapat dijadikan pertimbangan dalam pengendalian vektor DBD berbasis masyarakat. Penelitian ini sejalan dengan roadmap penelitian Universitas Negeri Semarang, dimana salah satu subbab untuk peningkatan kualitas hidup adalah pencegahan penyakit menular.

## **2) Perumusan Masalah**

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana bionomik nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD di Kabupaten Semarang?
- 2) Bagaimana kerentanan nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD di Kabupaten Semarang?

## **3) Tujuan Penelitian**

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

- 1) Menganalisis bionomik nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD di Kabupaten Semarang.
- 2) Menganalisis kerentanan nyamuk *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD di Kabupaten Semarang.

## **4) Kontribusi Penelitian**

1. Bagi pengembangan IPTEKS, penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan penelitian terapan selanjutnya mengenai model/ metode yang tepat dalam pencegahan dan pengendalian vektor di masyarakat.
2. Bagi manajemen, Dinas Kesehatan Kabupaten dapat menjadi pertimbangan dalam penggunaan insektisida sebagai upaya pemberantasan vektor DBD di masyarakat.

3. Bagi institusi/kelembagaan UNNES, penelitian ini dapat digunakan sebagai bukti/ *evidence based* dalam memberikan pengetahuan kesehatan kepada masyarakat sekitar Unnes tentang risiko resistensi vektor terhadap insektisida di masyarakat, terkait dengan visi SUTERA dan konservasi. Hal ini dikarenakan pendidikan tentang pengelolaan lingkungan pada masyarakat merupakan wujud konservasi perilaku dan juga pelestarian lingkungan.

#### 5) Target Luaran

No.	Jenis Luaran	Indikator Capaian
1.	Publikasi ilmiah di jurnal Internasional terindeks Scopus	Accepted
2.	Publikasi Ilmiah di Jurnal Nasional	Accepted
3.	Buku Ber-ISBN	Ada
5	Modul Pembelajaran	Ada

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1) Demam Berdarah Dengue**

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus Dengue. Virus dengue ini merupakan golongan dari *Arthropod-Borne Virus*, genus *Flavivirus*, dan famili *Flaviviridae*. DBD dapat ditularkan melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*. Ada dua spesies *Aedes* yang merupakan vector penyakit DBD, yaitu *Aedes aegypti* sebagai vector primer, dan *Aedes albopictus* sebagai vector sekunder. Penyakit DBD dapat muncul sepanjang tahun meskipun jumlah kejadiannya fluktuatif. Penyakit ini dapat menyerang seluruh kelompok umur. Faktor risiko penting dari penyakit ini adalah kondisi lingkungan dan perilaku masyarakat (Profil Kesehatan Indonesia, 2017).

Penyakit DBD masih merupakan masalah kesehatan utama bagi sebagian negara di dunia, terutama di daerah tropis dan subtropis. Data WHO tahun 2014 mencatat 198 juta kasus DBD terjadi secara global dan penyebab 584.000 kematian pada tahun 2013. Tahun 2015 WHO memperkirakan ada 214 juta kasus baru DBD dengan kematian sekitar 438 ribu orang di seluruh dunia. Sebelum tahun 1970, hanya 9 negara yang mengalami wabah DBD namun, sekarang DBD menjadi penyakit endemik pada lebih dari 100 negara diantaranya adalah Afrika, Amerika, Mediterania Timur, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat. Asia Tenggara dan Pasifik Barat memiliki angka tertinggi kasus DBD. Jumlah kasus di Amerika, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat telah melewati 1,2 juta kasus di tahun 2008 dan lebih dari 2,3 juta pada 2010. Pada tahun 2013 dilaporkan terdapat sebanyak 2,35 juta kasus di Amerika, dimana 37.687 kasus merupakan DBD berat. Penyebaran DBD saat ini tidak hanya terjadi pada negara-negara tropis dan subtropis. Seperti yang terjadi di Eropa, transmisi lokal pertama kali dilaporkan di Perancis dan Kroasia pada tahun 2010. Pada tahun 2012 terjadi lebih dari 2000 kasus DBD di lebih dari 10 negara di Eropa, dimana proporsi penderita sebagian besar adalah anak-anak dan 2,5% dilaporkan meninggal dunia (WHO, Dengue and Severe Dengue, 2014).

Angka Kesakitan (IR) Demam Berdarah Dengue (DBD) per 100.000 penduduk di Kabupaten Semarang pada tahun 2016 mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya. IR DBD tahun 2016 sebesar 98,7 per 100.000 penduduk dari 993 kasus ditemukan dan ditangani. Sedangkan IR DBD tahun 2015 sebesar 50,6 per 100.000 penduduk dari 504 kasus ditemukan dan ditangani. Angka Kematian (CFR) DBD di Kabupaten Semarang tahun 2016 sebesar 0,70% (7 kasus), mengalami penurunan dibandingkan tahun 2015 yang sebesar 1,2% (6 kasus) (Profil Kesehatan Kabupaten Semarang, 2016). Dalam

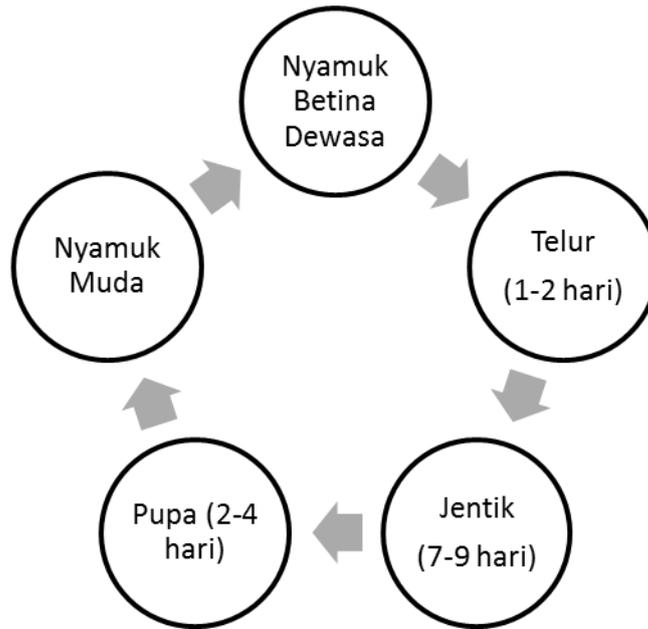
Buku Saku Kesehatan Jawa Tengah IR DBD Kabupaten Semarang tahun 2018 sebesar 16,63 per 100.000 penduduk. Sedangkan CFR sebesar 1,16% (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, 2018). Kabupaten Semarang telah menggunakan insektisida sipermetrin sejak tahun 2013 sampai sekarang (Wahyono, 2019).

Nyamuk merupakan serangga Ordo Diptera, yang mempunyai sepasang sayap berbentuk membran. Tubuhnya yang kecil dengan enam kaki panjang. Ukuran tubuh nyamuk berbeda-beda tapi tidak lebih dari 15 mm dengan berat tubuh 2 - 2.5 mg. Jumlah spesies nyamuk mencapai 2700 jenis di dunia. Nyamuk jantan tidak menghisap darah, sedangkan nyamuk betina menghisap darah untuk mendapatkan protein untuk pembentukan telur.

Vektor utama DBD adalah nyamuk *Aedes aegypti*, dan ditemukan di daerah tropis dan subtropis. *Aedes aegypti* banyak ditemukan antara garis lintang 35 U dan 35 S. distribusi *A. aegypti* dibatasi oleh ketinggian, sehingga *A. aegypti* tidak ditemukan di atas ketinggian 1000 m. *Aedes aegypti* merupakan nyamuk yang antropofilik, hidup dekat manusia dan di lingkungan dalam rumah. Nyamuk dewasa lebih senang menggigit pada pagi dan sore hari (Taib, 2009).

Lingkungan fisik sangat mempengaruhi keberadaan vektor penular penyakit DBD (Arunachalam et al., 2010). Keberadaan nyamuk *A. aegypti* ditentukan oleh kekhususan topografi tempat, iklim (curah hujan, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin) yang cocok serta tingkat cara hidup masyarakatnya. Di daerah dengan banyak tempat-tempat penampungan air buatan manusia (drum, tempayan, bak mandi) banyak ditemukan *A. aegypti* (Mulyawan, 2011).

Nyamuk termasuk jenis serangga yang masuk pada **kelas Hexapoda orde Diptera**. Pada umumnya nyamuk mengalami 4 tahap dalam siklus hidupnya (metamorfosis), yaitu telur, larva, pupa dan dewasa. Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna, yaitu telur – larva – pupa – dewasa. Stadium telur, larva dan pupa hidup didalam air, sedangkan stadium dewasa hidup diluar air. Pada umumnya telur akan menetas dalam 1-2 hari setelah terendam dalam air. Stadium jentik biasanya berlangsung antara 5-15 hari, dalam keadaan normal berlangsung 9-10 hari. Stadium berikutnya adalah stadium pupa yang berlangsung 2 hari, kemudian menjadi nyamuk dewasa dan siklus tersebut akan berlangsung kembali. Dalam kondisi yang optimal, perkembangan dari stadium telur sampai menjadi nyamuk dewasa memerlukan waktu sedikitnya 9 hari.



Gambar 2.1. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes Aegypti*

Menurut WHO diagnosis DBD ditegakkan jika ditemukan kriteria:

- 1) Demam tinggi mendadak, berlangsung terus menerus selama 2-7 hari.
- 2) Terdapat manifestasi perdarahan dan atau pembesaran hati.
- 3) *Thrombocytopenia* (platelet count <100,000/mm<sup>3</sup>).
- 4) Terdapat bukti peningkatan permeabilitas vaskular.
- 5) Terjadi Hemokonsentrasi yang dapat dilihat dari meningginya hematokrit sebanyak 20% atau lebih dibanding dengan nilai hematokrit selama dalam perawatan (CDC and Prevention, 2008).

## 2) Bionomi Vektor DBD

### a. Tempat Perindukan

Nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak di tempat penampungan air untuk keperluan sehari-hari atau barang-barang lain yang memungkinkan air tergenang dan tidak beralaskan tanah, misalnya bak mandi/WC, tempayan, drum, tempat minum burung, vas bunga, kaleng bekas, ban bekas, botol, tempurung kelapa, sampah plastik dan lain-lain yang dibuang sembarang tempat (Kemenkes RI, 2011).

### b. Perilaku Beristirahat

Lebih dari 90% dari populasi *Ae. aegypti* terletak pada permukaan yang gelap, lembab, tempat-tempat terpencil di dalam rumah atau bangunan, termasuk kamar tidur, lemari, kamar mandi dan dapur. Istirahat dalam ruangan yang disukai adalah permukaan

bagian bawah furnitur, menggantung benda-benda seperti pakaian dan gordena, dan dinding. Oleh karena itu, alat semprot dalam ruangan bukan pilihan untuk pengendaliannya seperti vektor malaria (WHO, 2011).

c. Aktivitas Menghisap Darah

*Ae. aegypti* sangat antropofilik, meskipun mungkin menggigit hewan berdarah panas lainnya yang tersedia. Nyamuk *Aedes aegypti* betina memiliki dua periode aktivitas menggigit: pertama di pagi hari untuk beberapa kali waktu setelah fajar dan yang lainnya di sore hari selama beberapa jam sebelum gelap. Sebenarnya puncak aktivitas menggigit dapat bervariasi tergantung lokasi dan musim. *Ae. Aegypti* dapat menggigit lebih dari satu orang. Perilaku ini sangat luar biasa meningkatkan efisiensi transmisi epidemi. Dengan demikian, tidak jarang melihat beberapa anggota rumah tangga yang sama dengan timbulnya penyakit yang terjadi dalam 24 jam, menunjukkan bahwa mereka terinfeksi oleh nyamuk infektif yang sama. *Ae. aegypti* umumnya tidak menggigit pada malam hari, tetapi itu akan menggigit pada malam hari di ruang yang terang (WHO, 2011).

d. Aktivitas Terbang

Ketinggian merupakan faktor penting dalam membatasi distribusi *Aedes aegypti*. Di India, *Ae. aegypti* berkisar dari permukaan laut ke ketinggian sekitar 1200 meter di atas permukaan laut. Elevasi lebih rendah (kurang dari 500 meter) memiliki populasi nyamuk sedang hingga berat sementara daerah pegunungan (lebih dari 500 meter) memiliki populasi rendah. Di negara-negara Asia Tenggara, ketinggian 1000 hingga 1500 meter tampaknya menjadi batas untuk distribusi *Ae. aegypti*. Di wilayah lain di dunia, ia ditemukan di ketinggian yang lebih tinggi, misalnya, hingga 2200 meter di Kolumbia. Penyebaran nyamuk dewasa *Ae. aegypti* betina dipengaruhi oleh sejumlah faktor termasuk ketersediaan tempat perindukan dan ketersediaan darah sebagai pematangan telurnya, tetapi tampaknya sering terbatas dalam jarak 30-50 meter dari kemunculannya. Namun, penelitian terbaru di Puerto Rico (AS) menunjukkan bahwa mereka mungkin menyebar lebih dari 400 meter terutama mencari tempat perindukan. Transportasi pasif dapat terjadi melalui telur kering dan larva dalam wadah (WHO, 2011).

e. Masa Hidup

*Ae. aegypti* dewasa memiliki masa hidup sekitar 3–4 minggu. Selama musim hujan bertahan hidup lebih lama, risiko penularan virus lebih besar. Penelitian lebih lanjut diperlukan pada kelangsungan hidup alami *Ae. aegypti* di berbagai kondisi lingkungan (WHO, 2011).

### 3) Status Resistensi Vektor DBD

Resistensi vektor merupakan suatu kemampuan populasi serangga untuk bertahan terhadap suatu dosis insektisida yang dalam keadaan normal dapat membunuh serangga tersebut. Resistensi dapat berlangsung secara cepat ataupun lambat. Faktor pendukung terjadinya resistensi yaitu penggunaan insektisida yang sama secara terus menerus, penggunaan bahan aktif atau formulasi yang mempunyai aktivasi sama, efek residual lama, dan faktor biologis vektor (Kemenkes RI, 2012).

Data hasil uji resistensi digunakan untuk menentukan status resistensi nyamuk terhadap insektisida dengan klasifikasi: rentan (kematian > 98%), toleran (kematian 80-97%), dan resisten (kematian <79%) (Sayono et al., 2012).

Menurut Untung (2004), mekanisme resistensi suatu serangga terhadap insektisida dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

- a. Peningkatan detoksifikasi dalam tubuh insektisida oleh karena bekerjanya enzim-enzim tertentu, seperti enzim *mixed function oxidase*, hidrolase, esterase, dan *glutathion-S-transferase*.
- b. Penurunan kepekaan tempat sasaran insektisida pada tubuh serangga yang berupa insensitivitas saraf dan insensitivitas enzim asetilkolinesterase (AChE).
- c. Penurunan laju penetrasi insektisida melalui kulit atau integumen. (Untung, 2004).

### 4) Pemberantasan Habitat Jentik dan Nyamuk

Angka kejadian penyakit DBD yang cenderung sulit turun menyebabkan berbagai upaya pemberantasan terus dilakukan. Sebagaimana kita kenal, metode pemberantasan habitat nyamuk ini, misalnya dengan upaya pemberantasan sarang nyamuk (PSN), masih dianggap cara paling efektif. Berkaitan dengan hal tersebut pemerintah memiliki program kajian yaitu dengan melakukan survei jentik pada rumah-rumah warga.

Jumantik kepanjangan dari Juru Pemantau Jentik merupakan seorang petugas khusus yang secara sukarela mau bertanggung jawab untuk melakukan upaya pemantauan jentik nyamuk DBD *Aedes Aegypti* di wilayah-wilayah dengan sebelumnya melakukan pelaporan ke kelurahan atau puskesmas terdekat. Tugas dari Jumantik pada saat memantau wilayah – wilayah diantaranya:

1. Menyambangi rumah-rumah warga untuk cek jentik
2. Mengecek tempat penampungan air dan tempat yang dapat tergenang air bersih apakah ada jentik dan apakah sudah tertutup dengan rapat. Untuk tempat air yang sulit dikuras diberi bubuk larvasida (abate).

3. Mengecek kolam renang serta kolam ikan agar bebas dari keberadaan jentik nyamuk.
4. Membasmi keberadaan pakaian/kain yang tergantung di dalam rumah.

Pemantauan jentik nyamuk dilakukan satu kali dalam seminggu, pada waktu pagi hari, apabila diketemukan jentik nyamuk maka jumentik berhak untuk memberi peringatan kepada pemilik rumah untuk membersihkan atau menguras agar bersih dari jentik-jentik nyamuk.

Selanjutnya jumentik wajib membuat catatan atau laporan untuk dilaporkan ke kelurahan atau puskesmas terdekat dan kemudian dari Puskesmas atau kelurahan dilaporkan ke instansi terkait atau vertikal. Selain petugas Juru Pemantau Jentik (Jumentik), tiap-tiap masyarakat juga wajib melakukan pengawasan/pemantauan jentik di wilayahnya (self Jumentik) dengan minimal tehnik dasar 3M Plus, yaitu;

1. Menguras

Menguras adalah membersihkan tempat-tempat yang sering dijadikan tempat penampungan air seperti kolam renang, bak kamar mandi, ember air, tempat air minum, penampungan air, lemari es, dll

2. Menutup

Menutup adalah memberi tutup secara rapat pada tempat air yang ditampung seperti bak mandi, botol air minum, kendi, dll

3. Mengubur

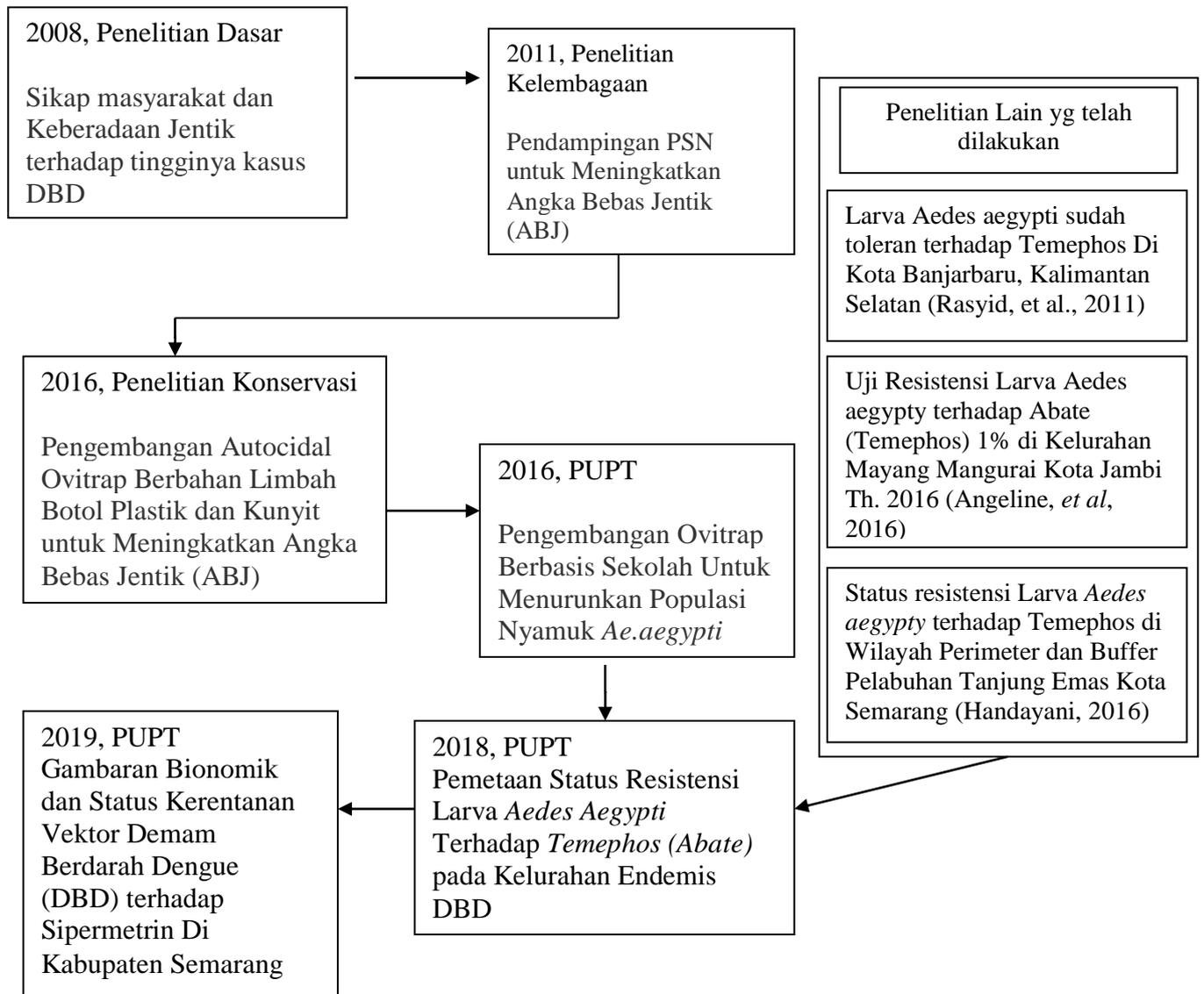
Mengubur adalah menimbun dalam tanah bagi sampah-sampah atau benda yang sudah tidak dipakai lagi yang berpotensi untuk tempat perkembangbiakan dan bertelur nyamuk di dalam rumah.

Plus Kegiatan-kegiatan Pencegahan, seperti :

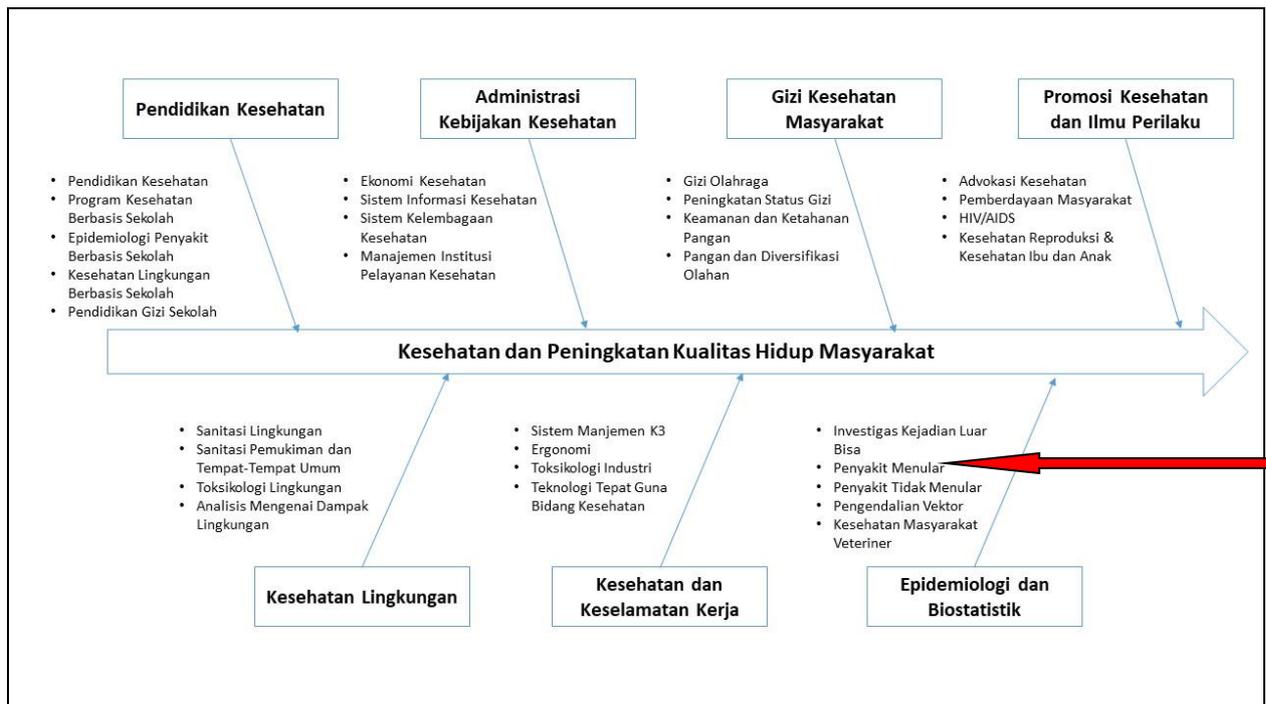
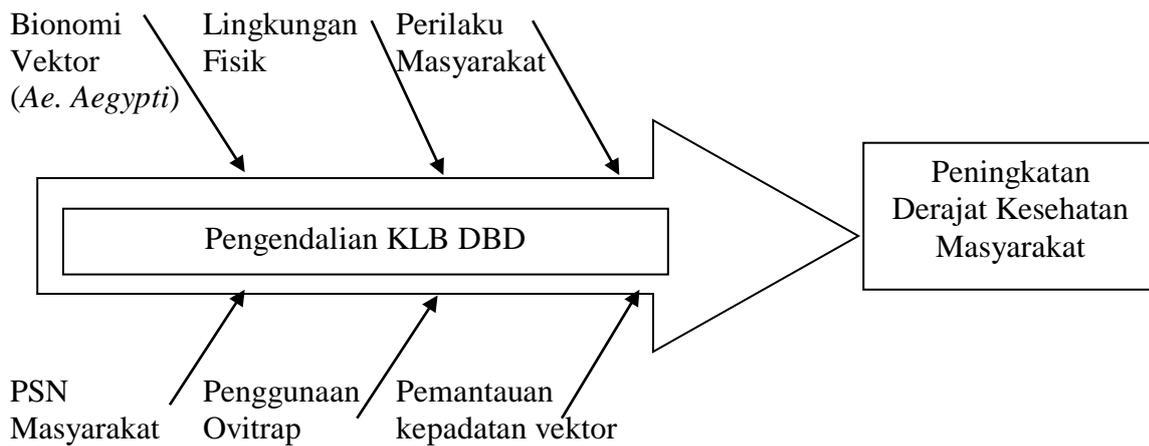
- a. Membiasakan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)
- b. Menaburkan bubuk Larvasida di tempat-tempat air yang sulit dibersihkan
- c. Tidak menggantung pakaian di dalam rumah serta tidak menggunakan horden yang berpotensi menjadi sarang nyamuk
- d. Menggunakan obat nyamuk / anti nyamuk.
- e. Membersihkan lingkungan sekitar, terutama pada musim penghujan.

Dengan melakukan tindakan-tindakan positif seperti yang telah disebutkan di atas akan dapat menekan atau mengurangi penyebaran dan perkembangbiakan vektor nyamuk sehingga meminimalisasi ancaman tertular penyakit DBD.

## **5) Peta Jalan Penelitian Pengusul**



### 6) Fish Bone Penelitian



Gambar 2.2. Road map penelitian Prodi Kesehatan Masyarakat UNNES

Roadmap Penelitian Peneliti sesuai/ sejalan dengan Roadmap penelitian Prodi Kesehatan Masyarakat UNNES yaitu Menjalankan Penelitian di Bidang Epidemiologi khususnya dalam **Bidang Penyakit Menular** untuk menentukan dan memetakan daerah-daerah endemis DBD yang rawan mengalami kejadian KLB DBD sebagai dasar dalam pengambilan kebijakan terkait Kejadian Luar Biasa DBD di masyarakat sehingga tercipta masyarakat yang sehat dan sejahtera.

## **BAB III**

### **METODE**

#### **1) Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni. Perlakuan menggunakan insektisida sipermetrin hanya diberikan pada kelompok eksperimen, pada kelompok kontrol tidak diberi perlakuan. Uji yang dilakukan adalah perlakuan sampel nyamuk terhadap sipermetrin dengan perbandingan 19:1 (19 liter solar untuk melarutkan 1 liter sipermetrin). Maka, konsentrasi sipermetrin adalah 5% dan konsentrasi solar adalah 95%. Uji dilakukan di tabung uji kelompok perlakuan dan tabung uji kelompok kontrol. Kelompok perlakuan adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang dilakukan uji terhadap sipermetrin 5%. Kelompok kontrol adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang dilakukan uji dengan air dan nyamuk *Aedes aegypti* yang dilakukan uji dengan solar.

Pengukuran pada sampel dilakukan di awal perlakuan, dan setelah 24 jam perlakuan dihitung jumlah nyamuk yang mati. Peneliti mengukur pengaruh perlakuan (intervensi) pada kelompok eksperimen dengan cara membandingkan kelompok tersebut dengan kelompok kontrol.

#### **2) Tahapan-tahapan Penelitian**

##### **a. Persiapan Nyamuk *Aedes aegypti***

Memasang ovitrap atau perangkap telur di lokasi penelitian selama seminggu. Selanjutnya, telur yang sudah menempel di kertas saring kemudian diambil. Telur yang diambil dari lokasi kemudian dibawa ke laboratorium untuk di rearing. Telur akan berubah menjadi larva kemudian berubah menjadi pupa dalam waktu kurang lebih 7 hari. Larva diberi makan cairan gula, *petfood* atau *fish food*, dan sesekali diberi darah. Pupa akan berubah menjadi nyamuk dewasa sekitar 3 hari. Setelah menjadi nyamuk dewasa maka nyamuk jantan dan betina akan kawin, sehingga nyamuk betina akan bertelur. Telur hasil perkawinan tersebut kemudian akan ditetaskan, nyamuk yang menetas tersebut merupakan keturunan F1 dan akan diuji tingkat kerentanannya terhadap paparan insektisida sipermetrin 5%.

##### **b. Pelaksanaan Penelitian**

Kegiatan pemeliharaan larva diawali dengan merendam telur nyamuk yang menempel pada kertas saring di dalam mangkuk berisi air. Telur yang menetas menjadi larva dipindahkan ke nampan yang telah berisi 2 liter air. Kepadatan larva dalam nampan

diperkirakan berkisar 0,5- 1 larva/cm<sup>3</sup> dengan kedalaman air 2,5 cm. Larva yang hidup diberi pakan hati ayam sebanyak 0,5 gram dari hari ke-1 sampai ke-5 dan hari selanjutnya larva diberi pakan sebanyak 1 gram.

Isolasi DNA genom dilakukan dengan metode Genomic DNA mini Kit Geneaid™ pada nyamuk dewasa utuh secara individual. Nyamuk yang pingsan (*knockdown*) dimasukkan ke dalam tube 1,5 ml. Ditambahkan PBS sebanyak 300 µl, digerus dengan penggerus nyamuk (pellet pestle) selama 10 menit sampai homogen. Ditambahkan RBC lysis Buffer sebanyak 900 µl dan diaduk sampai homogen. Diinkubasi pada suhu ruang selama 10 menit. Dimasukkan ke dalam sentrifus dengan kecepatan 12.000 rpm selama 5 menit. Setelahnya, supernatan dibuang kemudian ke dalam sampel ditambahkan 100 µl RBC lysis Buffer dan diresuspensi. Ditambahkan 200 µl RBC lysis Buffer dan dibolak-balik perlahan sampai homogen. Diinkubasi pada suhu 60°C selama 10 menit. Selama inkubasi, setiap 3 menit sekali tabung diaduk sampai homogen. Ditambahkan 200 µl ethanol absolute dan di vortex/dibolak-balik selama 10 detik. Sampel (supernatan) dipindah ke GD column (filter) dan GD column diletakkan ke dalam collection tube. Disentrifus dengan kecepatan 12.000 rpm selama 5 menit, lalu pindahkan GD column ke collection tube yang baru. Kemudian dicuci dengan ditambah 400 µl W1 buffer. Disentrifus dengan kecepatan 12.000 rpm selama 30 detik. Dicuci lagi dengan ditambah 600 µl washing buffer. Disentrifus dengan kecepatan 12.000 rpm selama 3 menit. GD column dipindahkan ke tube 1,5 ml. Ditambahkan elution buffer sebanyak 100 µl dan diinkubasi pada suhu ruangan selama 3 menit. Disentrifus dengan kecepatan 10.000 rpm selama 30 detik. Apabila tidak langsung dilakukan amplifikasi DNA, hasil isolasi DNA dapat disimpan dalam suhu 20°C.

Bahan-bahan yang akan di PCR dimasukkan ke dalam tabung ependorf 0,5 ml. Amplifikasi primer pertama dilakukan dengan volume reaksi 30 µl yang terdiri dari Mix PCR 15 µl, primer R & F (20 µM) 2 µl, DNA nyamuk 2 µl dan dH<sub>2</sub>O 11 µl. Proses amplifikasi DNA untuk denaturasi awal pada temperatur 94 °C selama 3 menit. Denaturasi pada siklus dilakukan pada temperatur 94°C selama 15 detik, annealing pada temperatur 57°C selama 30 detik, polimerisasi siklus pada temperatur 72°C selama 30 detik, polimerisasi akhir pada temperatur pada temperatur 72°C selama 10 menit untuk menghindari adanya DNA yang belum teramplifikasi secara sempurna. Siklus dilakukan sebanyak 35 kali. Apabila tidak langsung dilanjutkan proses elektroforesis dapat disimpan pada temperatur 4°C.

Hasil amplifikasi DNA dipisahkan berdasarkan ukuran pasangan basanya dengan teknik elektroforesis dengan menggunakan 1,5% gel agarose dalam buffer TAE 1X dan ditambahkan 5 µl Gel Red per 50 ml agarose. Larutan gel agarose dituang pada cetakan untuk dibuat sumuran dengan ukuran tertentu. Sebanyak 20 µl hasil PCR diambil dengan hati-hati, diletakkan pada sumuran gel. Sebagai molekul standar digunakan marker 1 kb ladder. Elektroforesis dijalankan dengan beda potensial 100 volt selama lebih kurang 30 menit. Pengamatan pita-pita DNA dilakukan di bawah sinar UV dan didokumentasikan. Penentuan status resistensi menggunakan panjang target DNA diukur menggunakan marker. Hasil 80 bp adalah resisten, 60 bp adalah rentan, dan keduanya yaitu 80 bp dan 60 bp adalah toleran.

Uji yang dilakukan adalah perlakuan sampel nyamuk terhadap sipermetrin dengan perbandingan 19:1 (19 liter solar untuk melarutkan 1 liter sipermetrin). Maka, konsentrasi sipermetrin adalah 5% dan konsentrasi solar adalah 95%. Uji dilakukan di tabung uji kelompok perlakuan dan tabung uji kelompok kontrol. Kelompok perlakuan adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang dilakukan uji terhadap sipermetrin 5%. Kelompok kontrol adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang dilakukan uji dengan air dan nyamuk *Aedes aegypti* yang dilakukan uji dengan solar.

Pengukuran pada sampel dilakukan di awal perlakuan, dan setelah 24 jam perlakuan dihitung jumlah nyamuk yang mati. Peneliti mengukur pengaruh perlakuan (intervensi) pada kelompok eksperimen dengan cara membandingkan kelompok tersebut dengan kelompok kontrol.

### **3) Lokasi Penelitian**

Penelitian ini menggunakan nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari Kabupaten Semarang. Pelaksanaan uji dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Penyakit Bersumber Binatang (BP2B2) Banjarnegara menggunakan uji standar WHO dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR).

### **4) Peubah yang Diamati/Diukur**

#### **a. Populasi:**

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh nyamuk *Ae. aegypti* yang berada di Kabupaten Semarang.

#### **b. Sampel:**

Sampel dalam penelitian ini adalah sejumlah telur *Aedes aegypti* yang diambil secara random dari populasi nyamuk *Aedes aegypti* dari 18 desa/kelurahan yang berada di Kabupaten Semarang. Setelah itu, telur *Aedes aegypti* diambil dan dibawa ke laboratorium untuk di rearing dan diternakkan sampai keturunan F1.

## **5) Model yang digunakan**

Pengambilan sampel dilakukan dengan memasang perangkap telur (ovitrap) dan pemeriksaan jentik karena jumlah nyamuk *Aedes aegypti* di setiap kelurahan tidak dapat diketahui secara pasti. Jumlah pemasangan ovitrap adalah 100 ovitrap dan dilakukan secara random. Jarak pemasangan ovitrap adalah 100-600 meter untuk menghindari telur berasal dari nyamuk yang sama dan diletakkan di dalam setiap rumah yang terpilih secara random. Pengambilan telur nyamuk *Aedes aegypti* menggunakan ovitrap yang dipasang pada setiap rumah, di dalam atau di luar rumah.

Setelah sampel dikembangbiakkan hingga F1, dan usia nyamuk mencapai 2-3 hari menginjak tahap dewasa bisa terbang, kemudian sampel diambil dengan menggunakan *aspirator*.

## **6) Teknik Pengumpulan Data**

Data merupakan data primer dan diperoleh dari hasil perhitungan jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti* selama penelitian. Pengolahan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) *Editing*, yaitu meneliti data kematian nyamuk yang diperoleh meliputi kelengkapan data pengisian lembar hasil pengamatan.
- 2) *Entry*, yaitu kegiatan memasukkan data yang telah didapat ke dalam program komputer yang telah ditetapkan.
- 3) *Tabulating*, yaitu tahap melakukan penyajian data melalui tabel dan agar mempermudah untuk dianalisis.

## **7) Analisis data**

Analisis data dilakukan secara deskriptif sesuai standar WHO digunakan untuk menggambarkan status kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida sipermetrin berdasarkan persentase kematian nyamuk *Aedes aegypti* setelah kontak dengan insektisida sipermetrin 5%.

## BAB V

### HASIL YANG DICAPAI

#### 1) Hasil

##### 1. Bionomik Nyamuk

Sampel dalam penelitian ini menggunakan larva *Ae. aegypti* instar 3, masing-masing sebanyak 25 ekor untuk tiap perlakuan. Sebelumnya, peneliti melakukan *rearing* nyamuk mulai dari menangkap larva di alam menggunakan ovitrap, kemudian dibiakkan di laboratorium. Setelah larva berkembang menjadi nyamuk dewasa, kemudian baik *Ae. aegypti* betina maupun jantan yang mempunyai umur yang hampir sama dimasukkan ke dalam kandang nyamuk, untuk kemudian dikawinkan. Satu sampai dua hari setelah kopulasi, nyamuk betina dan nyamuk jantan dipisahkan. Cara mudah untuk membedakan nyamuk *Ae. aegypti* betina dan jantan adalah dengan menempelkan tangan yang bersih (tanpa diolesi apapun, dan tidak berbau apapun) ke samping kandang. Apabila ada nyamuk yang mendekati tangan, maka kemungkinan besar nyamuk itu berjenis kelamin betina, karena nyamuk tersebut berusaha mencari darah untuk mematangkan telurnya. Cara lain yang bisa dilakukan untuk membedakan nyamuk *Ae. aegypti* jantan dan betina adalah dengan melihat ciri-ciri khusus pada tubuh nyamuk. Umumnya tubuh *Ae. aegypti* betina lebih besar daripada *Ae. aegypti* jantan. Selain itu dapat juga dengan melihat palpus nyamuk, dimana palpus nyamuk *Ae. aegypti* betina lebih pendek daripada palpus *Ae. aegypti* jantan. Ujung abdomen nyamuk *Ae. aegypti* betina juga terlihat berwarna lebih gelap dan berujung runcing.

Nyamuk *Ae. aegypti* betina diambil dengan menggunakan aspirator, untuk kemudian dipisahkan ke dalam kandang tersendiri. Nyamuk *Ae. aegypti* betina yang sudah dipisahkan dari dari nyamuk *Ae. aegypti* jantan tersebut kemudian diberi makan darah marmut. Marmut yang akan dimasukkan ke dalam kandang nyamuk sedikit dikerok bulunya terlebih dahulu, supaya nyamuk mudah untuk menghisap darah. Setelah 2 jam, marmot dikeluarkan dari kandang nyamuk, dan nyamuk *Ae. aegypti* betina kini telah menjadi gravid 1, dengan melihat perut nyamuk yang menjadi lebih besar dan membentuk seperti kantung darah pada perutnya. Nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid 1 tersebut kemudian diambil untuk dimasukkan ke dalam kandang yang sudah dipersiapkan untuk oviposisi.

Pada penelitian tentang kecenderungan penempatan telur nyamuk *Ae. aegypti*, dilakukan selama 14 hari, hal ini dikarenakan setelah 14 hari semua nyamuk telah mati. Jumlah nyamuk *Ae. aegypti* betina yang dijadikan sampel dalam percobaan ini sebanyak 25

ekor. Selama percobaan berlangsung, suhu ruangan diukur dan diusahakan sesuai dengan suhu optimal untuk nyamuk.

Tabel 5.1. Suhu Ruangan Saat Percobaan Kecenderungan Tempat Perindukan Nyamuk

Waktu Pengukuran	Suhu pada Hari ke- ( $^{\circ}\text{C}$ )													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pagi	26	26	26	25	25	26	26	26	26	26	25	26	26	26
Siang	28	28	28	28	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Sore	27	27	27	27	26	27	27	27	27	27	27	27	27	28

Bila dilihat pada tabel 5.1. dapat dilihat bahwa suhu di laboratorium sangat optimal untuk perkembangbiakan nyamuk, dimana nyamuk *Ae. aegypti* dapat berkembang optimal pada suhu  $25-27^{\circ}\text{C}$ , namun nyamuk *Ae. aegypti* dapat hidup normal pada suhu  $20-30^{\circ}\text{C}$ . Dengan demikian, faktor suhu tidak mempengaruhi kecenderungan tempat perindukan nyamuk.

Tabel 5.2. Distribusi Kecenderungan Tempat Perindukan Nyamuk *Ae. aegypti*

Jenis Tempat	Ulang-an	Jumlah Jentik Ditemukan pada Hari ke-													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Plastik	1	-	-	5	43	21	5	4	-	-	-	-	-	-	
	2	-	-	3	38	60	9	8	1	-	-	-	-	-	
	3	-	-	4	52	43	14	4	1	1	-	-	-	-	
	4	-	-	-	34	57	15	8	-	1	-	-	-	-	
	x	-	-	3	41,8	45,3	10,8	6	0,5	0,5	-	-	-	-	
Kaleng	1	-	-	3	35	15	5	5	-	-	-	-	-	-	
	2	-	-	-	42	17	9	2	1	-	-	-	-	-	
	3	-	-	2	21	23	7	12	-	2	-	-	-	-	
	4	-	-	-	26	24	11	5	-	1	-	-	-	-	
	x	-	-	1,3	31	19,8	8	6	0,3	0,8					
Tanah	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	
	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	x	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	
Plastik dengan dasar tanah	1	-	-	5	20	11	2	3	-	-	-	-	-	-	
	2	-	-	-	13	8	4	-	2	1	-	-	-	-	
	3	-	-	-	16	13	9	4	-	2	-	-	-	-	

	4	-	-	-	7	11	12	3	1	-	-	-	-	-	-
	x	-	-	1,3	14	10,8	6,8	2,5	0,8	0,8	-	-	-	-	-
Kaleng dengan dasar tanah	1	-	-	-	24	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	12	8	-	2	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	9	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	16	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	x	-	-	-	15,3	8,3	2,8	0,5	-	-	-	-	-	-	-

Untuk melihat kecenderungan peletakan telur nyamuk *Ae. aegypti* pada berbagai jenis bahan wadah/tempat air, maka dilakukan percobaan dengan meletakkan 5 macam wadah dalam kandang nyamuk yang berisi 25 ekor nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid. Wadah tersebut diisi dengan air sumur. Untuk melihat kecenderungan peletakan telur nyamuk *Ae. aegypti*, maka dilihat dari indikator jumlah jentik yang terdapat dalam wadah tersebut. Jentik yang ditemukan lalu dimatikan dan dibuang, supaya tidak bercampur dengan jentik yang menetas kemudian, supaya tidak mengacaukan perhitungan. Berdasarkan tabel 5.2. dapat diketahui bahwa kecenderungan nyamuk *Ae. aegypti* untuk meletakkan telurnya adalah pada wadah plastik. Hal ini, dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah total jentik yang ditemukan dalam wadah plastik sebanyak 108 ekor, disusul wadah kaleng sebanyak 67 ekor. Untuk wadah yang terbuat dari tanah, rata-rata hanya ditemukan 1 jentik.

Untuk melihat perkembangan nyamuk pada air dengan berbagai kondisi pH, maka dilakukan percobaan dengan menggunakan larva instar 2. Larva instar 2 ini diperoleh dari nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid 1 yang sudah dipisahkan dari nyamuk jantan, lalu telur yang ditetaskan diamati sampai menjadi larva instar 2. Larva instar 2 ini dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air dengan pH yang berbeda, dan masing-masing wadah dimasukkan 25 jentik nyamuk instar 2. Alasan dipilih instar 2 untuk percobaan ini dikarenakan instar 1 masih terlalu lemah, sehingga lebih tinggi risikonya untuk mati. Selain itu pada instar 3 dan 4 tidak dipilih karena pada penelitian ini ingin mengetahui perkembangbiakan nyamuk secara maksimal, sehingga dengan memilih instar 2, fase pengamatan bisa lebih panjang. Hasil dari perkembangbiakan jentik ini dapat dilihat pada tabel 5.3. berikut.

Tabel 5.3. Perkembangan Larva Nyamuk *Ae. aegypti* pada berbagai kondisi pH

pH Air	Ulangan	Jumlah Larva yang jadi Nyamuk	Persentase (%)
3	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	x	0	0
4	1	11	44
	2	9	36
	3	9	36
	4	10	40
	x	9,75	39
5	1	18	72
	2	15	60
	3	16	64
	4	17	68
	x	16,5	66
6	1	21	84
	2	18	72
	3	17	68
	4	20	80
	x	19	76
7	1	21	84
	2	19	76
	3	22	88
	4	19	76
	x	20,3	81
8	1	25	100
	2	25	100
	3	22	88
	4	21	84
	x	23,3	93
9	1	24	96
	2	24	96
	3	23	92

	4	25	100
	x	24	96
10	1	20	80
	2	16	64
	3	18	72
	4	20	80
	x	18,5	74
11	1	0	0
	2	1	4
	3	1	4
	4	0	0
	x	0,5	2
12	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	x	0	0

Berdasarkan tabel 5.3. dapat dilihat bahwa prosentase terbesar larva instar 2 yang berhasil menetas menjadi nyamuk adalah larva yang diletakkan pada air dengan pH 9, yaitu sebanyak 96%, disusul larva yang diletakkan pada air dengan pH 8, yaitu sebanyak 93%, dan larva yang diletakkan pada air dengan pH 7, yaitu sebanyak 81%. Larva instar 2 yang diletakkan pada air dengan pH 3 dan pH 12 tidak ada larva yang berhasil menetas menjadi nyamuk.

Untuk melihat perkembangan nyamuk pada air dengan berbagai kondisi salinitas, maka dilakukan percobaan dengan menggunakan larva instar 2. Larva instar 2 ini diperoleh dari nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid 1 yang sudah dipisahkan dari nyamuk jantan, lalu telur yang ditetaskan diamati sampai menjadi larva instar 2. Larva instar 2 ini dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air dengan salinitas yang berbeda, dan masing-masing wadah dimasukkan 25 jentik nyamuk instar 2. Alasan dipilih instar 2 untuk percobaan ini dikarenakan instar 1 masih terlalu lemah, sehingga lebih tinggi risikonya untuk mati. Selain itu pada instar 3 dan 4 tidak dipilih karena pada penelitian ini ingin mengetahui perkembangbiakan nyamuk secara maksimal, sehingga dengan memilih instar 2, fase pengamatan bisa lebih panjang. Hasil dari perkembangbiakan jentik ini dapat dilihat pada tabel 5.4. berikut.

Tabel 5.4. Perkembangan Larva Nyamuk *Ae. aegypti* pada Berbagai Kondisi Salinitas

Salinitas Air (gr/l)	Ulangan	Jumlah Larva yang jadi Nyamuk	Persentase (%)
0	1	23	92
	2	23	92
	3	23	92
	4	21	84
	x	22,5	90
4	1	21	84
	2	19	76
	3	21	84
	4	20	80
	x	20,3	81
5	1	18	72
	2	18	72
	3	16	64
	4	19	76
	x	17,8	71
6	1	12	48
	2	8	32
	3	7	28
	4	8	32
	x	8,8	35
7	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	x	0	0
8	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	x	0	0

Berdasarkan tabel 5.4. dapat dilihat bahwa prosentase terbesar larva instar 2 yang berhasil menetas menjadi nyamuk adalah larva yang diletakkan pada air dengan salinitas 0, yaitu sebanyak 90%, disusul larva yang diletakkan pada air dengan pH 8, yaitu sebanyak 93%, dan larva yang diletakkan pada air dengan salinitas 4, yaitu sebanyak 81%. Larva instar 2 yang diletakkan pada air dengan salinitas 7 dan salinitas 8 tidak ada larva yang berhasil menetas menjadi nyamuk, meskipun pada salinitas 7 ada 3 larva yang berhasil menjadi pupa, namun mati sebelum berhasil menjadi nyamuk.

## 2. Kerentanan *Ae. aegypti* Terhadap Sipermetrin

Berdasarkan hasil uji kerentanan *Ae. aegypti* terhadap sipermetrin dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5.5. Hasil Uji Kerentanan Jentik Nyamuk *Ae. aegypti* Terhadap Sipermetrin

No	Kode Sampel	Target DNA Hasil	Interpretasi	
1	Asinan	A 1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
2		A 2	80 bp	Resisten homozigot
3		A 3	80 bp	Resisten homozigot
4		A 4	80 bp	Resisten homozigot
5		A 5	80 bp	Resisten homozigot
6		A 6	80 bp	Resisten homozigot
7		A 7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
8		A 8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
9		A 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
10		A 10	80 bp	Resisten homozigot
11	Bawen	B 1	80 bp	Resisten homozigot
12		B 2	80 bp	Resisten homozigot
13		B 3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
14		B 4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
15		B 5	80 bp	Resisten homozigot
16		B 6	80 bp	Resisten homozigot
17		B 7	80 bp	Resisten homozigot
18		B 8	80 bp	Resisten homozigot
19		B 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
20		B 10	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
21		B 11	80 bp	Resisten homozigot
22	Bandungan	BD 1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
23		BD 2	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
24		BD 3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
25		BD 4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
26		BD 5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot

27		BD 6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
28		BD 7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
29		BD 8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
30		BD 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
31		BD 10	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
32	Candi	C 1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
33		C 2	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
34		C 3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
35		C 4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
36		C 5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
37		C 6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
38		C 7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
39		C 8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
40		C 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
41		C 10	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
42	Candirejo	CR1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
43		CR2	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
44		CR3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
45		CR4	80 bp	Resisten homozigot
46		CR5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
47		CR6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
48		CR7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
49		CR8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
50		CR9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
51		CR10	80 bp	Resisten homozigot
52	Genuk	G1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
53		G2	80 bp	Resisten homozigot
54		G3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
55		G4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
56		G5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
57		G6	80 bp	Resisten homozigot
58		G7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
59		G8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
60		G9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
61		G10	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
62	Harjosari	H 1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
63		H 2	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
64		H 3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
65		H 4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
66		H 5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
67		H 6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
68		H 7	80 bp	Resisten homozigot
69		H 8	80 bp	Resisten homozigot
70		H 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
71		H 10	80 bp	Resisten homozigot

72	Jubelan	J 1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
73		J 2	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
74		J 3	80 bp	Resisten homozigot
75		J 4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
76		J 5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
77		J 6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
78		J 7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
79		J 8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
80		J 9	80 bp	Resisten homozigot
81		J 10	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
82	Kupang	K 1	80 bp	Resisten homozigot
83		K 2	80 bp	Resisten homozigot
84		K 3	80 bp	Resisten homozigot
85		K 4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
86		K 5	80 bp	Resisten homozigot
87		K 6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
88		K 7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
89		K 8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
90		K 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
91		K 10	80 bp	Resisten homozigot
92	Kawengan	KA 1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
93		KA 2	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
94		KA 3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
95		KA 4	80 bp	Resisten homozigot
96		KA 5	80 bp	Resisten homozigot
97		KA 6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
98		KA 7	80 bp	Resisten homozigot
99		KA 8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
100		KA 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
101		KA 10	80 bp	Resisten homozigot
102	Kenteng	KE 1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
103		KE 2	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
104		KE 3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
105		KE 4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
106		KE 5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
107		KE 6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
108		KE 7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
109		KE 8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
110		KE 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
111		KE 10	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
112	Kalongan	KL 1	80 bp	Resisten homozigot
113		KL 2	80 bp	Resisten homozigot
114		KL 3	80 bp	Resisten homozigot
115		KL 4	80 bp	Resisten homozigot
116		KL 5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot

117		KL 6	80 bp	Resisten homozigot
118		KL 7	80 bp	Resisten homozigot
119		KL 8	80 bp	Resisten homozigot
120		KL 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
121		KL 10	80 bp	Resisten homozigot
122	Kalirejo	KR 1	80 bp	Resisten homozigot
123		KR 2	80 bp	Resisten homozigot
124		KR 3	80 bp	Resisten homozigot
125		KR 4	60 bp	Susceptible
126		KR 5	80 bp	Resisten homozigot
127		KR 6	80 bp	Resisten homozigot
128		KR 7	80 bp	Resisten homozigot
129		KR 8	80 bp	Resisten homozigot
130		KR 9	80 bp	Resisten homozigot
131		KR 10	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
132	Nyatnyono	N 1	80 bp	Resisten homozigot
133		N 2	80 bp	Resisten homozigot
134		N 3	80 bp	Resisten homozigot
135		N 4	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
136		N 5	80 bp	Resisten homozigot
137		N 6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
138		N 7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
139		N 8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
140		N 9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
141		N 10	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
142	Panjang	P 1	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
143		P 2	80 bp	Resisten homozigot
144		P 3	80 bp	Resisten homozigot
145		P 4	80 bp	Resisten homozigot
146		P 5	80 bp	Resisten homozigot
147		P 6	80 bp	Resisten homozigot
148		P 7	80 bp	Resisten homozigot
149		P 8	60 bp	Susceptible
150		P 9	80 bp	Resisten homozigot
151		P 10	80 bp	Resisten homozigot
152	Sumowono	S1	80 bp	Resisten homozigot
153		S2	80 bp	Resisten homozigot
154		S3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
155		S4	80 bp	Resisten homozigot
156		S5	80 bp	Resisten homozigot
157		S6	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
158		S7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
159		S8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
160		S9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
161		S10	80 bp	Resisten homozigot

162	Tambak Boyo	TB 1	80 bp	Resisten homozigot
163		TB 2	80 bp	Resisten homozigot
164		TB 3	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
165		TB 4	80 bp	Resisten homozigot
166		TB 5	80 bp	Resisten homozigot
167		TB 6	60 bp	Susceptible
168		TB 7	80 bp	Resisten homozigot
169		TB 8	60 bp	Susceptible
170		TB 9	80 bp	Resisten homozigot
171		TB 10	80 bp	Resisten homozigot
172	Ungaran	U1	80 bp	Resisten homozigot
173		U2	80 bp	Resisten homozigot
174		U3	80 bp	Resisten homozigot
175		U4	80 bp	Resisten homozigot
176		U5	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
177		U6	80 bp	Resisten homozigot
178		U7	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
179		U8	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
180		U9	60 bp & 80 bp	Resisten heterozigot
181		U10	80 bp	Resisten homozigot

Pemeriksaan menggunakan primer Val-R, Gly-R dan V1016 G F, target DNA 60bp (susceptible), 80 bp (reisten homozigot), 60 & 80 bp (resisten heterozigot).

## 2) Pembahasan

### 1. Bionomik Nyamuk

Pada penelitian ini, kecenderungan nyamuk *Ae. aegypti* untuk meletakkan telurnya adalah pada wadah plastik. Hal ini, dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah total jentik yang ditemukan dalam wadah plastik sebanyak 108 ekor, disusul wadah kaleng sebanyak 67 ekor. Untuk wadah yang terbuat dari tanah, rata-rata hanya ditemukan 1 jentik. Secara teori, nyamuk *Ae. aegypti* akan meletakkan telurnya sedikit di atas permukaan air, dan akan air yang jernih. Selain itu, nyamuk *Ae. aegypti* akan menghindari air dimana dindingnya terbuat dari tanah. Namun pada keadaan tertentu, seperti pada penelitian ini, nyamuk *Ae. aegypti* mau meletakkan telurnya pada wadah yang terbuat dari tanah atau wadah plastik yang dasarnya diberi tanah, meskipun prosentasenya sangat kecil jika dibandingkan dengan jumlah telur yang diletakkan pada wadah plastik atau kaleng.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Hendri et al., (2010) yang menyebutkan bahwa dari 39 kontainer yang positif jentik, frekuensi terbanyak untuk jenis kontainer

terdapat pada ember yang berbahan dasar plastik. Daya tarik nyamuk betina untuk meletakkan telurnya dipengaruhi oleh warna wadah, suhu, kelembaban, cahaya, dan kondisi lingkungan. Faktor lain yang juga berpengaruh terhadap kecenderungan nyamuk betina untuk meletakkan telurnya antara lain kemampuannya menyerap air, tekstur, dan warna bahan. Di Buenos Aires, Argentina, ditemukan bahwa kontainer dari bahan plastik berwarna hitam hitam banyak mengandung jentik *Ae. aegypti* (82,1%). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa nyamuk di masing-masing wilayah tertentu mempunyai kesenangan terhadap tempat penampungan air yang berbeda-beda, baik dalam jenis, bahan dasar, dan warna yang digunakan. Faktor-faktor tersebut diperkirakan mempengaruhi persentase perolehan larva pada berbagai kontainer di masing-masing wilayah (Harwood & James, 1979).

Pada penelitian ini, larva nyamuk *Ae. aegypti* diletakkan pada air yang diatur, hingga mempunyai pH antara 3 – 12. Rentang pH tersebut dipilih karena ingin mengetahui apakah larva bisa beradaptasi pada kondisi pH yang agak ekstrim dan mampu berkembang biak. Pada penelitian sebelumnya, belum pernah didapatkan hasil bahwa larva nyamuk *Ae. aegypti* mampu berkembang biak pada pH kurang dari 4 atau lebih dari 10. Menurut penelitian Sukamsih (2005), telur hasil oviposisi nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid I dapat ditemukan pada air dengan rentang pH 4 – 10 pada ovitrap yang dipasang, dan mempunyai hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Penelitian yang dilakukan Yulidar (2015) menyatakan bahwa daya tetas telur *Ae. aegypti* pada skala laboratorium mencapai 80,09%. Telur hasil oviposisi nyamuk *Ae. aegypti* kemudian dikumpulkan untuk ditetaskan. Pada penelitian ini, nyamuk betina gravid dapat meletakkan telurnya pada kondisi pH 3 yang bersifat asam. Namun setelah ditetaskan, hanya sebagian kecil yang berhasil menetas menjadi larva. Larva yang menetas tersebut hanya mampu bertahan hidup kurang dari 24 jam, lalu mati (larva nyamuk tidak dapat berkembang). Hal ini mungkin disebabkan karena kondisi lingkungan air yang terlalu asam. Larva yang mati berwarna putih. pH air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan larva. Pada penelitian yang dilakukan oleh Clark (2004), menyatakan bahwa larva nyamuk akan mati pada pH < 3 atau > 12. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sukamsih (2005), menyatakan bahwa larva instar III tidak dapat berkembang menjadi pupa pada pH 4. Namun hasil penelitian tersebut berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan ini, karena pada penelitian ini perkembangan larva menjadi nyamuk dewasa dapat terjadi pada air dengan pH 4.

Berdasarkan hasil penelitian Jacob (2014), *Ae. aegypti* tidak dapat berkembang pada air yang bersifat basa, dan dapat berkembang baik dengan optimal pada air yang bersifat netral. Namun, pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa prosentase terbesar *Ae. aegypti*

dapat berkembang menjadi nyamuk dewasa adalah pada pH 9. Artinya, berdasarkan pada penelitian ini, larva nyamuk paling optimal berkembang pada air yang bersifat lebih basa (pH 9) daripada pada air yang bersifat netral (pH 7). Kemampuan larva *Ae. aegypti* berkembang dalam kondisi air dengan pH basa disebabkan karena kemampuan adaptasi nyamuk *Ae. aegypti* pada berbagai kondisi lingkungan (CDC, 2016).

Kondisi kimia air yang bersifat asam atau basa tidak mempengaruhi nyamuk betina gravid untuk meletakkan telurnya. Artinya, jika ada genangan air yang dianggap aman oleh nyamuk tersebut untuk meletakkan telurnya, maka disitulah nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid akan meletakkan telurnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tilak *et al.*, (2005) yang menyatakan bahwa pH air tidak mempengaruhi tanggapan oviposisi nyamuk betina. Namun, pH air akan mempengaruhi kemampuan larva dalam berkembang menjadi nyamuk dewasa. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sayono (2011) yang menyatakan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada air got yang didiamkan hingga menjadi jernih. Hal ini disebabkan karena pH dari air got sendiri tidak semuanya adalah netral, karena air got berasal dari berbagai sumber air limbah.

Pada penelitian ini, prosentase terbesar larva instar 2 yang berhasil menetas menjadi nyamuk adalah larva yang diletakkan pada air dengan pH 9, yaitu sebanyak 96%, disusul larva yang diletakkan pada air dengan pH 8, yaitu sebanyak 93%, dan larva yang diletakkan pada air dengan pH 7, yaitu sebanyak 81%. Larva instar 2 yang diletakkan pada air dengan pH 3 dan pH 12 tidak ada larva yang berhasil menetas menjadi nyamuk.

Pada kondisi salinitas air 0 gr/l sampai dengan 6 gr/l, larva *Ae. aegypti* mampu berkembang hingga menjadi nyamuk dewasa. Saat salinitas air 6 gr/l, larva nyamuk yang berkembang beberapa tampak menjadi lebih besar dari ukuran biasanya, dimana ukuran larva instar IV *Ae. aegypti* adalah 5 mm. Hal ini dapat terjadi karena zat cair masuk ke dalam tubuh larva, sehingga ukuran larva tampak lebih besar daripada ukuran normalnya (Sutresna, 2006). Pada penelitian Clark (2004) menyatakan bahwa *Ae. aegypti* berkembang dengan normal pada salinitas air dengan konsentrasi 3,5 gr/l.

Kematian larva *Ae. aegypti* pada berbagai salinitas air di laboratorium pada 24 jam pertama terjadi pada perlakuan dengan salinitas 18 gr/l – 22 gr/l. Konsentrasi NaCl yang tinggi mengakibatkan ketidakseimbangan antara cairan tubuh larva dengan cairan media perindukan. Perbedaan tekanan osmosis inilah yang mengakibatkan kematian larva *Ae. aegypti*. Osmosis berperan penting dalam tubuh suatu makhluk hidup, karena cairan yang ada dalam tubuh larva tertarik keluar sehingga tubuh larva yang mati mengkerut dan rusak yang disebut dengan krenasi (Sutresna, 2006). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Hadi (2006) yang menyatakan bahwa kandungan Cl dalam air dapat mengganggu proses perkembangan

dan penetasan telur nyamuk. Larva *Ae. aegypti* dapat bertahan hidup pada kadar garam pada konsentrasi 10,0 mg - 59,5 mg. Jika dilihat dari lamanya perkembangan larva *Ae. aegypti* menjadi nyamuk dewasa, pada konsentrasi 6 gr/l beberapa nyamuk berkembang tidak normal. Siklus perkembangan nyamuk tersebut melebihi siklus perkembangan *Ae. aegypti* secara normal yaitu dari telur hingga dewasa + 10 hari (Sucipto, 2011). Hal tersebut memberikan dampak pada ukuran larva dan pupa pada kondisi normal. Larva dan pupa yang tidak berkembang, tidak akan bertahan dan mati.

## **2. Kerentanan *Ae. aegypti* Terhadap Sipermetrin**

Sampel diperiksa dengan menggunakan marker 50 bp dengan target DNA. Untuk menentukan hasilnya, maka menggunakan indicator sebagai berikut:

1. 60 bp : Susceptible (V/V) yang berarti sampel masih normal dan belum bermutasi yaitu asam amino valin tidak berubah susunannya menjadi asam amino lain.
2. 80 bp : Resisten homozigot (G/G) yang berarti asam amino sampel sudah mengalami mutasi tetapi hanya mutasi lokal yaitu asam amino glisin berubah menjadi asam amino glisin yang lain.
3. 60 dan 80 bp : Resisten heterozigot (V/G) yang berarti asam amino sampel sudah berubah menjadi asam amino lainnya yaitu asam amino valin menjadi asam amino glisin.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa dari 181 sampel yang diteliti, hanya 1,7% yang masih susceptible, sedangkan sisanya sudah resisten. Dari Kecamatan Bawen, sampel diambil dari 3 desa, yaitu Desa Asinan, Desa Bawen, dan Desa Harjosari. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Asinan, 40% sampel sudah resisten heterozigot, dan 60% sampel resisten homozigot. Dari 11 sampel yang berasal dari Desa Bawen, 36,4% sampel sudah resisten heterozigot, dan 63,6% sampel resisten homozigot. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Harjosari, 70% sampel sudah resisten heterozigot, dan 30% sampel resisten homozigot.

Dari Kecamatan Bandungan, sampel diambil dari 3 desa, yaitu Desa Bandungan, Desa Candi, dan Desa Kenteng. Dari masing-masing desa diambil 10 sampel, dan dari semua sampel yang diperiksa menunjukkan bahwa semuanya (100%) sampel sudah resisten heterozigot.

Dari Kecamatan Ungaran Barat, sampel diambil dari 3 desa, yaitu Desa Candirejo, Desa Genuk, dan Desa Nyatnyono. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Candirejo, 80% sampel sudah resisten heterozigot, dan 20% sampel resisten homozigot. Dari 10

sampel yang berasal dari Desa Genuk, 80% sampel sudah resisten heterozigot, dan 20% sampel resisten homozigot. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Nyatnyono, 60% sampel sudah resisten heterozigot, dan 40% sampel resisten homozigot.

Dari Kecamatan Sumowono, sampel diambil dari 2 desa, yaitu Desa Jubelan dan Desa Sumowono. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Jubelan, 80% sampel sudah resisten heterozigot, dan 20% sampel resisten homozigot. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Sumowono, 50% sampel sudah resisten heterozigot, dan 50% sampel resisten homozigot.

Dari Kecamatan Ambarawa, sampel diambil dari 3 desa, yaitu Desa Kupang, Desa Panjang, dan Desa Tambakboyo. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Kupang, 50% sampel sudah resisten heterozigot, dan 50% sampel resisten homozigot. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Panjang, 10% sampel sudah resisten heterozigot, 80% sampel resisten homozigot, dan 10% sampel masih susceptible. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Tambakboyo, 10% sampel sudah resisten heterozigot, 70% sampel resisten homozigot, dan 20% sampel masih susceptible.

Dari Kecamatan Ungaran Timur, sampel diambil dari 3 desa, yaitu Desa Kawengen, Desa Kalongan, dan Desa Kalirejo. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Kawengen, 60% sampel sudah resisten heterozigot, dan 40% sampel resisten homozigot. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Kalongan, 20% sampel sudah resisten heterozigot, dan 80% sampel resisten homozigot. Dari 10 sampel yang berasal dari Desa Kalirejo, 10% sampel sudah resisten heterozigot, dan 90% sampel resisten homozigot.

Mutasi yang terjadi pada gen VGSC yang disebabkan insektisida piretroid tidak hanya terjadi di wilayah Kabupaten Semarang, namun juga beberapa daerah di Indonesia. Selain itu, resisten terhadap insektisida piretroid juga terjadi di beberapa wilayah di dunia. Pada penelitian Murcia et al., (2019) menyebutkan bahwa terjadi resistensi piretroid pada populasi *Ae. aegypti* di Panama. Deteksi resistensi dilakukan dengan cara melihat mutasi pada gen VGSC. Dengan demikian, ditemukannya mutasi pertama kali di Amerika pada kodon V1016G dan I1011M. Penelitian di Taiwan menyebutkan bahwa telah terjadi mutasi pada kodon V1016G (28,03%), S989P (17,83%), F1534C (21,97%), dan D1763Y (66,69%) (Chung et al., 2019).

Deteksi mutasi genetik juga ditemukan di Indonesia pada sampel *Ae. aegypti* yang berasal dari Palembang. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi mutasi pada gen V1016G dengan target DNA 82 bp (Ghiffari et al., 2013). Pada penelitian Hasmiwati et al., (2016) menyebutkan bahwa telah terjadi mutasi pada VGSC kodon

V1016G dan S989P dengan target DNA 579 bp pada sampel *Ae. aegypti* yang berasal dari Padang. Penelitian Hasmiwati & Supargiyono (2018) menyebutkan bahwa telah teridentifikasi titik mutasi pada gen VGSC menunjukkan hasil positif pada kodon S989P dan V1016G pada sampel *Ae. aegypti* yang berasal dari Sumatera Barat). Pada penelitian Purwaningsih et al., (2019) juga menyebutkan bahwa telah terdeteksi mutasi gen VGSC pada sampel *Ae. aegypti* dari Palu yang diperiksa dari Balaroa kodon V1016G dan S989P dengan target DNA 619 bp.

Berdasarkan dari uraian di atas dapat diketahui bahwa resistensi terhadap piretroid telah terjadi di beberapa daerah di Indonesia. Hal ini mengindikasikan bahwa larva *Ae. aegypti* yang diperiksa tersebut telah mengalami penekanan secara selektif insektisida kelompok piretroid, dalam hal ini adalah sipermetrin. Seperti yang kita ketahui bersama, bahwa insektisida kelompok piretroid paling banyak digunakan di masyarakat/rumah tangga. Hal tersebut mengakibatkan *Ae. aegypti* sering terpapar dengan insektisida tersebut, belum lagi ditambah dengan adanya insektisida dari bidang kesehatan. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah menginformasikan bahwa insektisida cynof telah digunakan untuk pengendalian *Ae. aegypti* secara fogging di beberapa kota di Jawa Tengah, disamping malathion (Widiarti et al., 2012). Mutasi V1016G adalah perubahan pada kodon pengkode valin menjadi glisin, dimana terjadi transisi basa timin dengan guanin pada susunan GTA menjadi GGA (Ghiffari et al., 2013). Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa sebagian besar nyamuk *Ae. aegypti* telah mengalami mutasi V1016G pada gen VGSC yang merupakan sasaran target insektisida sintetik piretroid (Widiastuti et al., 2015).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1) Kesimpulan

1. Berdasarkan bionomik, wadah yang paling disukai nyamuk *Ae. Aegypti* untuk oviposisi adalah wadah yang terbuat dari plastik dan kaleng. pH air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan pH 9, disusul air dengan pH 8 dan 7. Salinitas air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan salinitas 0-6gr/l.
2. Berdasarkan hasil pemeriksaan resistensi terhadap insektisida piretroid menggunakan marker 50 bp dengan target DNA dapat disimpulkan bahwa 31 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Bawen, 48,4% sampel sudah resisten heterozigot dan 51,6% sampel resisten homozigot. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Bandungan menunjukkan bahwa 100% sampel sudah resisten heterozigot. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Ungaran Barat, 73,3% sampel sudah resisten heterozigot dan 26,7% sampel resisten homozigot. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Sumowono, 65% sampel sudah resisten heterozigot dan 35% sampel resisten homozigot. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Ambarawa, 23,3% sampel sudah resisten heterozigot, 66,7% sampel resisten homozigot, dan 10% masih susceptible. Dari 30 sampel larva *Ae. aegypti* dari Kecamatan Ungaran Timur, 30% sampel sudah resisten heterozigot dan 70% sampel resisten homozigot.

#### 2) Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Dinas Kesehatan hendaknya melakukan rotasi jenis insektisida untuk mengurangi risiko terjadinya resistensi pada populasi nyamuk *Ae. aegypti* khususnya di wilayah kerja Dinas Kesehatan Kabupaten Semarang.
2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan melaksanakan lebih banyak deteksi pada beberapa kodon, tidak hanya mendeteksi pada kodon V1016G. Perlu diteliti lebih lanjut kejadian *double-mutant* atau bahkan *multiple-mutant Ae. aegypti*.

## Daftar Pustaka

- Ahmad, I., Astari, S., Rahayu, R., & Hariani, N. (2009). Status Kerentanan *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) pada Tahun 2006-2007 terhadap Malathion di Bandung, Jakarta, Surabaya, Palembang, dan Palu. *Biosfera*, 82-89.
- Arunachalam, N., Tana, S., Espino, F., Kittayapong, P., Abeyewickreme, W., Wai, K. T., . . . Petzold, M. (2010). Eco-bio-social Determinants of Dengue Vector Breeding: A Multicountry Study in Urban and Periurban Asia. *Bull World Health Organ*, 88:, 173–184. doi: 10.2471/BLT.09.067892.
- CDC and Prevention. (2008). Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. San Juan, Puerto Rico: U.S. Departement of Health and Human Services.
- CDC. 2016. *Entomology Dengue*. Diakses pada tanggal 26 April 2016. <http://www.cdc.gov/dengue/entomologyEcology/index.html>.
- Chung, H.-H., Cheng, I.-C., Chen, Y.-C., Lin, C., Tomita, T., & Teng, H.-J. (2019). Voltage-Gated Sodium Channel Intron Polymorphism and Four mutations Comprise Six Haplotypes in an *Aedes Aegypti* Population in Taiwan. *PLOS Neglected Tropical Disease*, 13 (3): 1-16.
- Clark, Thomas M., Benjamin J. Flis, Susanna K. Remold. 2004. pH Tolerances and Regulatory Abilities of Freshwater and Euryhaline Aedine Mosquitoes Larvae. *The Journal of Experimental Biology*. 207:2297-2304.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. (2018). *Buku Saku Kesehatan Jawa Tengah*. Semarang: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.
- Ghiffari, A., Fatimi, H., & Anwar, C. (2013). Deteksi Resistensi Insektisida Sintetik Piret *Aedes Aegypti* (L.) Strain Palembang Menggunakan Polymerase Chain Reaction. *Aspirator*, 5 (2): 37-44.
- Harwood RF, and James, M.T., 1979. *Entomologi and Human and Animal Health*. Mac Milan Co. Inc. New York.
- Hasmiwati, & Supargiyono. (2018). Short Communication: Genotyping of Kdr Allele in Insecticide Resistant *Aedes aegypti* Populations from West Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19 (2): 552-558.
- Hasmiwati, Tjong, D. H., & Novita, E. (2016). Detection and Identification of Synthetic Insecticide Resistance in *Aedes aegypti* Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) Vector in Padang. *Seminar Nasional Biologi* (pp. 277-284). Medan: USU Press.
- Hendri, J., Roy, N.R.E.S., & Prasetyowati, H., 2010, Tempat Perkembangbiakan Nyamuk *Aedes* spp. Di Pasar Wisata Pangandaran. *Aspirator*, 2(1): 23-31.
- Jacob, Aprianto, D. Pijoh, Victor Wahongan. Ketahanan Hidup dan Pertumbuhan Nyamuk *Aedes* spp pada berbagai Jenis Air Perindukan. *Jurnal e-Biomedik (eBM)*. Volume 2 Nomor 3

- Kemenkes RI. (2011). *Modul Pengendalian Demam Berdarah Dengue*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemenkes RI. (2012). *Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan RI. (2016). *Kendalikan DBD dengan PSN 3M Plus*. Jakarta: Biro Komunikasi dan Pelayanan Masyarakat, Kementerian Kesehatan RI.
- Kurniawan, M. E. (2018). Penentuan Status Resistensi Vektor Demam Berdarah Dengue terhadap Temepos di Wilayah Kerja Puskesmas Temanggung.
- Mulyawan, I. K. (2011). *Pola Sebaran dan Faktor Risiko Kejadian DBD di Kota Kendari Tahun 2010*. S2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Murcia, O., Henríquez, B., Castro, A., Koo, S., Josue, Y., Márquez, R., Pérez, D., Cáceres, L., & Valderrama, A. (2019). Presence of the Point Mutations Val1016Gly in the Voltage-Gated Sodium Channel Detected in a Single Mosquito from Panama. *Parasites and Vectors*, 12 (62): 1-7.
- Profil Kesehatan Kabupaten Semarang. (2016). *Profil Kesehatan Kabupaten Semarang*. Dinas Kesehatan Kabupaten Semarang.
- Profil Kesehatan Indonesia. (2017). *Profil Kesehatan Indonesia* . Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Purwaningsih, Umniyati, S. R., & Mulyaningsih, B. (2019). Combined Target Site VGSC Mutations Play a Primary Role in Pyrethrod Resistant Phenotypes of *Aedes aegypti* as Dengue Vector from Palu City, Central Sulawesi. *Indonesian Jurnal Of Tropical and Infectious Disease*, 7 (5): 93-98.
- Sarkar, Bhattacharyya, K., Borkotoki, A., Goswami, D., Rabha, B., Baruah, I., et al. (2009). Insecticide Resistance and Detoxifying Enzyme Acticity in The Principal Bancroftian Filariasis Vector, *Culex quinquefasciatus* in Northeastern India. *Medical and Veterinary Entomology*, 122-131.
- Sayono, S. Qoniatun, Mifbakhuddin. 2011. Pertumbuhan Larva *Aedes aegypti* Pada Air Tercemar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 7 (1).
- Sayono, Syafruddin, D., & Sumanto, D. (2012). Distribusi Resistensi Nyamuk aedes aegypti terhadap Insektisida Sipermetrin di Semarang. *Prosiding Seminar Nasional dan Internasional* (hal. 263-269). Semarang: LPPM Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Sukamsih. 2005. Perbedaan pH Air terhadap Kehidupan Larva *Aedes aegypti* di Laboratorium Balai Besar Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Taib, B. (2009). Penyakit Demam Berdarah Dengue pada Anak *Variasi*, *Majalah Ilmiah Unimus*, Vol 1 Nomer 1 Juni.

- Tilak, DR Rina, Maj Vivek Gupta, Maj Vani Suryam, Mrs JD Yadav, Brig KK Dutta Gupta. 2005. A Laboratory Investigation into Oviposition Responses of *Aedes aegypti* to Some Common Household Substances and Water from Conspecific Larvae. *MJAFI*. 61 (3): 227-229.
- Untung, K. (2004). *Manajemen Resistensi Pestisida Sebagai Penerapan Pengelolaan Hama Terpadu*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- WHO. (2011). *Comprehensive Guidelines for Prevention and Control of Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2013). *Test Procedures for Insecticide Resistance Monitoring in Vector Mosquitoes*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2014). *Dengue and Severe Dengue*. World Health Organization.
- Widiarti, Boewono, D. T., Syafruddin, D., Garjito, T. A., Tunjungsari, R., & Asih, P. B. (2012). Identifikasi Mutasi Noktah pada "Gen Voltage Gated Sodium Channel" *Aedes aegypti* Resisten terhadap Insektisida Pyrethroid di Semarang Jawa Tengah. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 40 (1): 31-38.
- Widiastuti, D., Sunaryo, Pramestuti, N., Sari, T. V., & Wijayanti, N. (2015). Deteksi Mutasi V1016G pada Gen Voltage-Gated Sodium Channel pada Populasi *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah dengan Metode Allele-Specific PCR. *Vektora*, 7 (2): 65-70.
- Yadouleton, A., Badirou, K., Agbanrin, R., Jost, H., Srinivasan, R., Padonou, G., et al. (2015). Insecticide Resistance Status in *Culex quinquefasciatus* in Benin. *BioMed Central Parasites & Vectors*, 8-17.
- Yulidar dan Veny Wilya. 2015. Siklus Hidup *Aedes aegypti* pada Skala Laboratorium. *Jurnal SEL*, Vol. 2 No. 1 Hal: 22-28.

## Lampiran-lampiran

### Lampiran 1. Artikel Ilmiah

#### **PENENTUAN OVIPOSISI, pH, DAN SALINITAS PERINDUKAN *AEDES AEGYPTI* DI KABUPATEN SEMARANG**

Widya Hary Cahyati, Nur Siyam

Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, FIK, Universitas Negeri Semarang

#### **ABSTRAK**

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) masih merupakan masalah kesehatan di Indonesia. Hal ini dikarenakan penyakit DBD ini dapat menyebabkan kematian, dan kejadiannya selalu meningkat. Upaya pengendalian vektor di Kabupaten Semarang dapat dilakukan dengan mengetahui bionomik nyamuk, sehingga bisa dilakukan tindakan salah satunya dengan modifikasi lingkungan, sehingga nyamuk *Ae. aegypti* merasa tidak nyaman terhadap lingkungan kita. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni. Pada penelitian ini, larva nyamuk akan dikenakan perlakuan menggunakan air dengan berbagai tingkatan derajat keasaman (pH) dan salinitas, kemudian diobservasi kemampuan perkembangbiakan pada berbagai air dengan tingkatan pH dan salinitas tersebut. Sampel yang digunakan adalah larva F1 yang berasal dari induk yang diambil dengan cara penangkapan larva menggunakan ovitrap di Kabupaten Semarang. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa wadah yang paling disukai nyamuk *Ae. Aegypti* untuk oviposisi adalah wadah yang terbuat dari plastik dan kaleng. pH air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan pH 9, disusul air dengan pH 8 dan 7. Salinitas air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan salinitas 0-6gr/l.

#### **PENDAHULUAN**

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) masih merupakan masalah kesehatan di Indonesia. Hal ini dikarenakan penyakit DBD ini dapat menyebabkan kematian, dan kejadiannya selalu meningkat. Penyakit DBD merupakan salah satu penyakit yang disebabkan karena virus *dengue*. Virus ini dapat menular dari penderita ke orang lain melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*. Vektor utama dari penyakit DBD ini adalah nyamuk *Ae. aegypti*, sedangkan *Ae. albopictus* merupakan vektor sekundernya.

Menurut Dinas Kesehatan Republik Indonesia, mulai tahun 2014, jumlah penderita DBD di Indonesia semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat dari profil Kesehatan Indonesia yang menyatakan bahwa pada tahun 2015 terdapat 129.650 kasus DBD di Indonesia, dengan jumlah kematian sebanyak 1.071 jiwa. Peningkatan kasus DBD ini tidak lepas dari pengaruh adanya mobilitas penduduk yang kian meningkat, yang diiringi pula dengan semakin terbarnya nyamuk yang menjadi vektor DBD (vektor penular) yang

semakin tersebar di Indonesia (Depkes RI, 2005).

Pencegahan DBD dapat dilakukan dengan meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang DBD, misalnya melalui kegiatan penyuluhan yang sederhana atau dengan menghindari kontak dengan vektor penyakit DBD yaitu nyamuk *Ae. aegypti*, diantaranya menggunakan kelambu, menutup ventilasi rumah dengan kawat kasa, dan menggunakan anti nyamuk (Sayono et al., 2011). Upaya pengendalian vektor di Kabupaten Semarang dapat dilakukan dengan mengetahui bionomik nyamuk, sehingga bisa dilakukan tindakan salah satunya dengan modifikasi lingkungan, sehingga nyamuk *Ae. aegypti* merasa tidak nyaman terhadap lingkungan kita. Dengan demikian, secara bertahap nyamuk *Ae. aegypti* akan meninggalkan lingkungan kita, dan kita akan terbebas dari risiko penularan beberapa penyakit yang dapat ditularkan oleh nyamuk *Ae. aegypti*. Beberapa penelitian juga menginformasikan telah terjadi resistensi insektisida di beberapa negara.

Salah satu upaya Dinas Kesehatan Kabupaten Semarang dalam pengendalian penyakit DBD adalah menggunakan fogging. Zat aktif yang digunakan dalam fogging pengendalian DBD di Kabupaten Semarang adalah sipermetrin 19:1 sejak tahun 2013 sampai sekarang. Pemakaian

insektisida dengan jenis yang sama dalam waktu yang cukup panjang secara terus menerus akan berisiko terjadinya resistensi. Hal ini mendorong penggalakan tindakan modifikasi lingkungan yang dinilai paling aman dalam mengendalikan populasi nyamuk *Ae. aegypti*. Namun kelemahan dalam kegiatan ini adalah membutuhkan partisipasi masyarakat yang cukup tinggi untuk melaksanakan kegiatan ini. Diharapkan dengan hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam kegiatan modifikasi lingkungan untuk pengendalian populasi nyamuk *Ae. aegypti*.

## **METODE**

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni. Pada penelitian ini, larva nyamuk akan dikenakan perlakuan menggunakan air dengan berbagai tingkatan derajat keasaman (pH) dan salinitas, kemudian diobservasi kemampuan perkembangbiakan pada berbagai air dengan tingkatan pH dan salinitas tersebut. Sampel yang digunakan adalah larva F1 yang berasal dari induk yang diambil dengan cara penangkapan larva menggunakan ovitrap di Kabupaten Semarang. Selama perlakuan, suhu ruangan dikendalikan dengan mencatat suhu (pagi, siang, sore), dan mengusahakan suhu ruangan tetap dalam kondisi optimal untuk nyamuk. Peneliti

mengukur pengaruh perlakuan (intervensi) pada kelompok eksperimen dengan cara membandingkan kelompok tersebut dengan kelompok yang lain.

Tahapan penelitian ini dimulai dengan menyiapkan nyamuk *Aedes aegypti*. Peneliti memasang ovitrap atau perangkap telur di lokasi penelitian selama seminggu. Selanjutnya, telur yang sudah menempel di kertas saring kemudian diambil. Telur yang diambil dari lokasi kemudian dibawa ke laboratorium untuk di rearing. Telur akan berubah menjadi larva kemudian berubah menjadi pupa dalam waktu kurang lebih 7 hari. Larva diberi makan cairan gula, *petfood* atau *fish food*, dan sesekali diberi darah. Kegiatan pemeliharaan larva diawali dengan merendam telur nyamuk yang menempel pada kertas saring di dalam mangkok berisi air. Telur yang menetas menjadi larva dipindahkan ke nampan yang telah berisi 2 liter air. Kepadatan larva dalam nampan diperkirakan berkisar 0,5- 1 larva/cm<sup>3</sup> dengan kedalaman air 2,5 cm. Larva yang hidup diberi pakan hati ayam sebanyak 0,5 gram dari hari ke-1 sampai ke-5 dan hari selanjutnya larva diberi pakan sebanyak 1 gram. Pupa akan berubah menjadi nyamuk dewasa sekitar 3 hari. Setelah menjadi nyamuk dewasa maka nyamuk jantan dan betina akan kawin, sehingga nyamuk betina akan bertelur. Telur hasil perkawinan tersebut

kemudian akan ditetaskan, nyamuk yang menetas tersebut merupakan keturunan F1 dan akan diuji kemampuannya dalam berkembang biak pada berbagai kondisi pH dan salinitas air. Penelitian ini menggunakan nyamuk *Aedes aegypti* yang berasal dari Kabupaten Semarang.

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh nyamuk *Ae. aegypti* yang berada di Kabupaten Semarang. Sampel dalam penelitian ini adalah sejumlah telur *Aedes aegypti* yang diambil secara random dari populasi nyamuk *Aedes aegypti* dari 18 desa/kelurahan yang berada di Kabupaten Semarang. Setelah itu, telur *Aedes aegypti* diambil dan dibawa ke laboratorium untuk di rearing dan ditenakkan sampai keturunan F1.

Pengambilan sampel dilakukan dengan memasang perangkap telur (ovitrap) dan pemeriksaan jentik karena jumlah nyamuk *Aedes aegypti* di setiap kelurahan tidak dapat diketahui secara pasti. Jumlah pemasangan ovitrap adalah 100 ovitrap dan dilakukan secara random. Jarak pemasangan ovitrap adalah 100-600 meter untuk menghindari telur berasal dari nyamuk yang sama dan diletakkan di dalam setiap rumah yang terpilih secara random. Pengambilan telur nyamuk *Aedes aegypti* menggunakan ovitrap yang dipasang pada setiap rumah, di dalam atau di luar rumah. Setelah sampel dikembangbiakkan hingga F1, dan usia

nyamuk mencapai 2-3 hari menginjak tahap dewasa bisa terbang, kemudian sampel diambil dengan menggunakan *aspirator*.

Data merupakan data primer dan diperoleh dari hasil perhitungan jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti* selama penelitian. Pengolahan data dilakukan dengan cara: 1) *Editing*, yaitu meneliti data kematian nyamuk yang diperoleh meliputi kelengkapan data pengisian lembar hasil pengamatan; 2) *Entry*, yaitu kegiatan memasukkan data yang telah didapat ke dalam program komputer yang telah ditetapkan; 3) *Tabulating*, yaitu tahap melakukan penyajian data melalui tabel dan agar mempermudah untuk dianalisis; 4) *Analysis*. Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk melihat bagaimana kemampuan larva instar 2 untuk menjadi nyamuk pada berbagai kondisi pH dan salinitas air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel dalam penelitian ini menggunakan larva *Ae. aegypti* instar 3, masing-masing sebanyak 25 ekor untuk tiap perlakuan. Sebelumnya, peneliti melakukan *rearing* nyamuk mulai dari menangkap larva di alam menggunakan ovitrap, kemudian dibiakkan di laboratorium. Setelah larva berkembang menjadi nyamuk dewasa, kemudian baik *Ae. aegypti* betina maupun jantan yang

mempunyai umur yang hampir sama dimasukkan ke dalam kandang nyamuk, untuk kemudian dikawinkan. Satu sampai dua hari setelah kopulasi, nyamuk betina dan nyamuk jantan dipisahkan. Cara mudah untuk membedakan nyamuk *Ae. aegypti* betina dan jantan adalah dengan menempelkan tangan yang bersih (tanpa diolesi apapun, dan tidak berbau apapun) ke samping kandang. Apabila ada nyamuk yang mendekati tangan, maka kemungkinan besar nyamuk itu berjenis kelamin betina, karena nyamuk tersebut berusaha mencari darah untuk mematangkan telurnya. Cara lain yang bisa dilakukan untuk mempedakan nyamuk *Ae. aegypti* jantan dan betina adalah dengan melihat ciri-ciri khusus pada tubuh nyamuk. Umumnya tubuh *Ae. aegypti* betina lebih besar daripada *Ae. aegypti* jantan. Selain itu dapat juga dengan melihat palpus nyamuk, dimana palpus nyamuk *Ae. aegypti* betina lebih pendek daripada palpus *Ae. aegypti* jantan. Ujung abdomen nyamuk *Ae. aegypti* betina juga terlihat berwarna lebih gelap dan berujung runcing.

Nyamuk *Ae. aegypti* betina diambil dengan menggunakan aspirator, untuk kemudian dipisahkan ke dalam kandang tersendiri. Nyamuk *Ae. aegypti* betina yang sudah dipisahkan dari dari nyamuk *Ae. aegypti* jantan tersebut kemudian diberi makan darah marmut. Marmut yang

akan dimasukkan ke dalam kandang nyamuk sedikit dikerok bulunya terlebih dahulu, supaya nyamuk mudah untuk menghisap darah. Setelah 2 jam, marmot dikeluarkan dari kandang nyamuk, dan nyamuk *Ae. aegypti* betina kini telah menjadi gravid 1, dengan melihat perut nyamuk yang menjadi lebih besar dan membentuk seperti kantung darah pada perutnya. Nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid 1 tersebut kemudian diambil untuk

dimasukkan ke dalam kandang yang sudah dipersiapkan untuk oviposisi.

Pada penelitian tentang kecenderungan penempatan telur nyamuk *Ae. aegypti*, dilakukan selama 14 hari, hal ini dikarenakan setelah 14 hari semua nyamuk telah mati. Jumlah nyamuk *Ae. aegypti* betina yang dijadikan sampel dalam percobaan ini sebanyak 25 ekor. Selama percobaan berlangsung, suhu ruangan diukur dan diusahakan sesuai dengan suhu optimal untuk nyamuk.

Tabel 1. Suhu Ruangan Saat Percobaan Kecenderungan Tempat Perindukan Nyamuk

Waktu Pengukuran	Suhu pada Hari ke- (°C)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pagi	26	26	26	25	25	26	26	26	26	26	25	26	26	26
Siang	28	28	28	28	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Sore	27	27	27	27	26	27	27	27	27	27	27	27	27	28

Bila dilihat pada tabel 1. dapat dilihat bahwa suhu di laboratorium sangat optimal untuk perkembangbiakan nyamuk, dimana nyamuk *Ae. aegypti* dapat berkembang optimal pada suhu 25-27°C,

namun nyamuk *Ae. aegypti* dapat hidup normal pada suhu 20-30°C. Dengan demikian, faktor suhu tidak mempengaruhi kecenderungan tempat perindukan nyamuk.

Tabel 2. Distribusi Kecenderungan Tempat Perindukan Nyamuk *Ae. aegypti*

Jenis Tempat	Ulang-an	Jumlah Jentik Ditemukan pada Hari ke-													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Plastik	1	-	-	5	43	21	5	4	-	-	-	-	-	-	
	2	-	-	3	38	60	9	8	1	-	-	-	-	-	
	3	-	-	4	52	43	14	4	1	1	-	-	-	-	
	4	-	-	-	34	57	15	8	-	1	-	-	-	-	
	Rata-rata	-	-	3	41,8	45,3	10,8	6	0,5	0,5	-	-	-	-	
Kaleng	1	-	-	3	35	15	5	5	-	-	-	-	-	-	
	2	-	-	-	42	17	9	2	1	-	-	-	-	-	
	3	-	-	2	21	23	7	12	-	2	-	-	-	-	
	4	-	-	-	26	24	11	5	-	1	-	-	-	-	
	Rata-rata	-	-	1,3	31	19,8	8	6	0,3	0,8	-	-	-	-	

Tanah	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rata-rata	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-
Plastik dengan dasar tanah	1	-	-	5	20	11	2	3	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	13	8	4	-	2	1	-	-	-	-
	3	-	-	-	16	13	9	4	-	2	-	-	-	-
	4	-	-	-	7	11	12	3	1	-	-	-	-	-
	Rata-rata	-	-	1,3	14	10,8	6,8	2,5	0,8	0,8	-	-	-	-
Kaleng dengan dasar tanah	1	-	-	-	24	9	2	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	12	8	-	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	9	11	2	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	16	5	7	-	-	-	-	-	-	-
	Rata-rata	-	-	-	15,3	8,3	2,8	0,5	-	-	-	-	-	-

Untuk melihat kecenderungan peletakan telur nyamuk *Ae. aegypti* pada berbagai jenis bahan wadah/tempat air, maka dilakukan percobaan dengan meletakkan 5 macam wadah dalam kandang nyamuk yang berisi 25 ekor nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid. Wadah tersebut diisi dengan air sumur. Untuk melihat kecenderungan peletakan telur nyamuk *Ae. aegypti*, maka dilihat dari indikator jumlah jentik yang terdapat dalam wadah tersebut. Jentik yang ditemukan lalu dimatikan dan dibuang, supaya tidak bercampur dengan jentik yang menetas kemudian, supaya tidak mengacaukan perhitungan. Berdasarkan tabel 2. dapat diketahui bahwa kecenderungan nyamuk *Ae. aegypti* untuk meletakkan telurnya adalah pada wadah plastik. Hal ini, dapat dilihat bahwa rata-

rata jumlah total jentik yang ditemukan dalam wadah plastik sebanyak 108 ekor, disusul wadah kaleng sebanyak 67 ekor. Untuk wadah yang terbuat dari tanah, rata-rata hanya ditemukan 1 jentik.

Untuk melihat perkembangan nyamuk pada air dengan berbagai kondisi pH, maka dilakukan percobaan dengan menggunakan larva instar 2. Larva instar 2 ini diperoleh dari nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid 1 yang sudah dipisahkan dari nyamuk jantan, lalu telur yang ditetaskan diamati sampai menjadi larva instar 2. Larva instar 2 ini dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air dengan pH yang berbeda, dan masing-masing wadah dimasukkan 25 jentik nyamuk instar 2. Alasan dipilih instar 2 untuk percobaan ini dikarenakan instar 1 masih terlalu lemah, sehingga lebih tinggi risikonya untuk mati.

Selain itu pada instar 3 dan 4 tidak dipilih karena pada penelitian ini ingin mengetahui perkembangbiakan nyamuk secara maksimal, sehingga dengan

memilih instar 2, fase pengamatan bisa lebih panjang. Hasil dari perkembangbiakan jentik ini dapat dilihat pada tabel 3. berikut.

Tabel 3. Perkembangan Larva Nyamuk *Ae. aegypti* pada berbagai kondisi pH

pH Air	Ulangan	Jumlah Larva yang jadi Nyamuk	Persentase (%)
3	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	Rata-rata	0	0
4	1	11	44
	2	9	36
	3	9	36
	4	10	40
	Rata-rata	9,75	39
5	1	18	72
	2	15	60
	3	16	64
	4	17	68
	Rata-rata	16,5	66
6	1	21	84
	2	18	72
	3	17	68
	4	20	80
	Rata-rata	19	76
7	1	21	84
	2	19	76
	3	22	88
	4	19	76
	Rata-rata	20,3	81
8	1	25	100
	2	25	100
	3	22	88
	4	21	84
	Rata-rata	23,3	93
9	1	24	96
	2	24	96
	3	23	92
	4	25	100
	Rata-rata	24	96
10	1	20	80
	2	16	64
	3	18	72

	4	20	80
	Rata-rata	18,5	74
11	1	0	0
	2	1	4
	3	1	4
	4	0	0
	Rata-rata	0,5	2
12	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	Rata-rata	0	0

Berdasarkan tabel 3. dapat dilihat bahwa prosentase terbesar larva instar 2 yang berhasil menetas menjadi nyamuk adalah larva yang diletakkan pada air dengan pH 9, yaitu sebanyak 96%, disusul larva yang diletakkan pada air dengan pH 8, yaitu sebanyak 93%, dan larva yang diletakkan pada air dengan pH 7, yaitu sebanyak 81%. Larva instar 2 yang diletakkan pada air dengan pH 3 dan pH 12 tidak ada larva yang berhasil menetas menjadi nyamuk.

Untuk melihat perkembangan nyamuk pada air dengan berbagai kondisi salinitas, maka dilakukan percobaan dengan menggunakan larva instar 2. Larva instar 2 ini diperoleh dari nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid 1 yang sudah dipisahkan dari nyamuk jantan, lalu telur

yang ditetaskan diamati sampai menjadi larva instar 2. Larva instar 2 ini dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air dengan salinitas yang berbeda, dan masing-masing wadah dimasukkan 25 jentik nyamuk instar 2. Alasan dipilih instar 2 untuk percobaan ini dikarenakan instar 1 masih terlalu lemah, sehingga lebih tinggi risikonya untuk mati. Selain itu pada instar 3 dan 4 tidak dipilih karena pada penelitian ini ingin mengetahui perkembangbiakan nyamuk secara maksimal, sehingga dengan memilih instar 2, fase pengamatan bisa lebih panjang. Hasil dari perkembangbiakan jentik ini dapat dilihat pada tabel 4. berikut.

Tabel 4. Perkembangan Larva Nyamuk *Ae. aegypti* pada Berbagai Kondisi Salinitas

Salinitas Air (gr/l)	Ulangan	Jumlah Larva yang jadi Nyamuk	Persentase (%)
0	1	23	92
	2	23	92

	3	23	92
	4	21	84
	Rata-rata	22,5	90
4	1	21	84
	2	19	76
	3	21	84
	4	20	80
	Rata-rata	20,3	81
5	1	18	72
	2	18	72
	3	16	64
	4	19	76
	Rata-rata	17,8	71
6	1	12	48
	2	8	32
	3	7	28
	4	8	32
	Rata-rata	8,8	35
7	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	Rata-rata	0	0
8	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	Rata-rata	0	0

Berdasarkan tabel 4. dapat dilihat bahwa prosentase terbesar larva instar 2 yang berhasil menetas menjadi nyamuk adalah larva yang diletakkan pada air dengan salinitas 0, yaitu sebanyak 90%, disusul larva yang diletakkan pada air dengan pH 8, yaitu sebanyak 93%, dan larva yang diletakkan pada air dengan salinitas 4, yaitu sebanyak 81%. Larva instar 2 yang diletakkan pada air dengan salinitas 7 dan salinitas 8 tidak ada larva yang berhasil menetas menjadi nyamuk, meskipun pada salinitas 7 ada 3 larva yang

berhasil menjadi pupa, namun mati sebelum berhasil menjadi nyamuk.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa wadah yang paling disukai nyamuk *Ae. Aegypti* untuk oviposisi adalah wadah yang terbuat dari plastik dan kaleng. Pada penelitian ini, kecenderungan nyamuk *Ae. aegypti* untuk meletakkan telurnya adalah pada wadah plastik. Hal ini, dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah total jentik yang ditemukan dalam wadah plastik sebanyak 108 ekor, disusul wadah kaleng sebanyak 67 ekor.

Untuk wadah yang terbuat dari tanah, rata-rata hanya ditemukan 1 jentik. Secara teori, nyamuk *Ae. aegypti* akan meletakkan telurnya sedikit di atas permukaan air, dan akan air yang jernih. Selain itu, nyamuk *Ae. aegypti* akan menghindari air dimana dindingnya terbuat dari tanah. Namun pada keadaan tertentu, seperti pada penelitian ini, nyamuk *Ae. aegypti* mau meletakkan telurnya pada wadah yang terbuat dari tanah atau wadah plastik yang dasarnya diberi tanah, meskipun persentasenya sangat kecil jika dibandingkan dengan jumlah telur yang diletakkan pada wadah plastik atau kaleng.

*Ae. aegypti* dewasa yang baru keluar dari selongsong pupa akan diam beberapa saat di selongsong pupa untuk mengeringkan sayapnya. Setelah sayapnya dirasa kering, maka *Ae. aegypti* segera terbang. Untuk mematangkan telurnya, *Ae. aegypti* betina dewasa menghisap darah sebagai makanannya, sedangkan *Ae. aegypti* jantan hanya makan cairan buah-buahan dan bunga. Setelah berkopulasi, *Aedes aegypti* betina menghisap darah dan tiga hari kemudian akan bertelur sebanyak kurang lebih 125 butir dan rata-rata 100 butir, kemudian akan menghisap darah lagi.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Hendri et al., (2010) yang menyebutkan bahwa dari 39 kontainer

yang positif jentik, frekuensi terbanyak untuk jenis kontainer terdapat pada ember yang berbahan dasar plastik. Daya tarik nyamuk betina untuk meletakkan telurnya dipengaruhi oleh warna wadah, suhu, kelembaban, cahaya, dan kondisi lingkungan. Faktor lain yang juga berpengaruh terhadap kecenderungan nyamuk betina untuk meletakkan telurnya antara lain kemampuannya menyerap air, tekstur, dan warna bahan. Di Buenos Aires, Argentina, ditemukan bahwa kontainer dari bahan plastik berwarna hitam hitam banyak mengandung jentik *Ae. aegypti* (82,1%). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa nyamuk di masing-masing wilayah tertentu mempunyai kesenangan terhadap tempat penampungan air yang berbeda-beda, baik dalam jenis, bahan dasar, dan warna yang digunakan. Faktor-faktor tersebut diperkirakan mempengaruhi persentase perolehan larva pada berbagai kontainer di masing-masing wilayah (CDC, 2016).

Pada penelitian ini, larva nyamuk *Ae. aegypti* diletakkan pada air yang diatur, hingga mempunyai pH antara 3 – 12. Rentang pH tersebut dipilih karena ingin mengetahui apakah larva bisa beradaptasi pada kondisi pH yang agak ekstrim dan mampu berkembang biak. Pada penelitian sebelumnya, belum pernah didapatkan hasil bahwa larva nyamuk *Ae.*

*aegypti* mampu berkembang biak pada pH kurang dari 4 atau lebih dari 10. Menurut penelitian Sayono et al., (2011), telur hasil oviposisi nyamuk *Ae.aegypti* betina gravid I dapat ditemukan pada air dengan rentang pH 4 – 10 pada ovitrap yang dipasang, dan mempunyai hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Penelitian yang dilakukan Yulidar (2015) menyatakan bahwa daya tetas telur *Ae. aegypti* pada skala laboratorium mencapai 80,09%. Telur hasil oviposisi nyamuk *Ae. aegypti* kemudian dikumpulkan untuk ditetaskan. Pada penelitian ini, nyamuk betina gravid dapat meletakkan telurnya pada kondisi pH 3 yang bersifat asam. Namun setelah ditetaskan, hanya sebagian kecil yang berhasil menetas menjadi larva. Larva yang menetas tersebut hanya mampu bertahan hidup kurang dari 24 jam, lalu mati (larva nyamuk tidak dapat berkembang). Hal ini mungkin disebabkan karena kondisi lingkungan air yang terlalu asam. Larva yang mati berwarna putih. pH air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan larva. Pada penelitian yang dilakukan oleh Clark (2004), menyatakan bahwa larva nyamuk akan mati pada pH < 3 atau > 12. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sayono et al., (2011), menyatakan bahwa larva instar III tidak dapat berkembang menjadi pupa pada pH 4. Namun hasil penelitian tersebut berbeda

dengan hasil penelitian yang dilakukan ini, karena pada penelitian ini perkembangan larva menjadi nyamuk dewasa dapat terjadi pada air dengan pH 4.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa pH air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan pH 9, disusul air dengan pH 8 dan 7. Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi persentase menetasnya telur nyamuk *Ae. Aegypti* adalah suhu dan pH. Selain itu, proses berkembang telur ke tahap selanjutnya (menjadi stadium pradewasa) juga dipengaruhi oleh suhu, dan pH. Apabila faktor suhu dan pH pada keadaan optimal, maka proses perkembangbiakan nyamuk juga akan semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya, apabila suhu terlalu panas atau dingin dapat mengganggu pertumbuhan nyamuk, bahkan menghentikan atau membunuh nyamuk (Agustin et al., 2017).

Berdasarkan hasil penelitian Jacob (2014), *Ae. aegypti* tidak dapat berkembang pada air yang bersifat basa, dan dapat berkembang baik dengan optimal pada air yang bersifat netral. Namun, pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa prosentase terbesar *Ae. aegypti* dapat berkembang menjadi nyamuk dewasa adalah pada pH 9. Artinya, berdasarkan pada penelitian ini, larva nyamuk paling optimal berkembang

pada air yang bersifat lebih basa (pH 9) daripada pada air yang bersifat netral (pH 7). Kemampuan larva *Ae. aegypti* berkembang dalam kondisi air dengan pH basa disebabkan karena kemampuan adaptasi nyamuk *Ae. aegypti* pada berbagai kondisi lingkungan (CDC, 2016).

Kondisi kimia air yang bersifat asam atau basa tidak mempengaruhi nyamuk betina gravid untuk meletakkan telurnya. Artinya, jika ada genangan air yang dianggap aman oleh nyamuk tersebut untuk meletakkan telurnya, maka disitulah nyamuk *Ae. aegypti* betina gravid akan meletakkan telurnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tilak *et al.*, (2005) yang menyatakan bahwa pH air tidak mempengaruhi tanggapan oviposisi nyamuk betina. Namun, pH air akan mempengaruhi kemampuan larva dalam berkembang menjadi nyamuk dewasa. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sayono (2011) yang menyatakan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada air got yang didiamkan hingga menjadi jernih. Hal ini disebabkan karena pH dari air got sendiri tidak semuanya adalah netral, karena air got berasal dari berbagai sumber air limbah.

Pada penelitian ini, prosentase terbesar larva instar 2 yang berhasil menetas menjadi nyamuk adalah larva yang diletakkan pada air dengan pH 9,

yaitu sebanyak 96%, disusul larva yang diletakkan pada air dengan pH 8, yaitu sebanyak 93%, dan larva yang diletakkan pada air dengan pH 7, yaitu sebanyak 81%. Larva instar 2 yang diletakkan pada air dengan pH 3 dan pH 12 tidak ada larva yang berhasil menetas menjadi nyamuk.

Pada kondisi salinitas air 0 gr/l sampai dengan 6 gr/l, larva *Ae. aegypti* mampu berkembang hingga menjadi nyamuk dewasa. Saat salinitas air 6 gr/l, larva nyamuk yang berkembang beberapa tampak menjadi lebih besar dari ukuran biasanya, dimana ukuran larva instar IV *Ae. aegypti* adalah 5 mm. Hal ini dapat terjadi karena zat cair masuk ke dalam tubuh larva, sehingga ukuran larva tampak lebih besar daripada ukuran normalnya (CDC, 201). Pada penelitian Clark (2004) menyatakan bahwa *Ae. aegypti* berkembang dengan normal pada salinitas air dengan konsentrasi 3,5 gr/l.

Kematian larva *Ae. aegypti* pada berbagai salinitas air di laboratorium pada 24 jam pertama terjadi pada perlakuan dengan salinitas 18 gr/l – 22 gr/l. Konsentrasi NaCl yang tinggi mengakibatkan ketidakseimbangan antara cairan tubuh larva dengan cairan media perindukan. Perbedaan tekanan osmosis inilah yang mengakibatkan kematian larva *Ae. aegypti*. Osmosis berperan penting dalam tubuh suatu makhluk hidup, karena cairan yang ada dalam tubuh larva tertarik

keluar sehingga tubuh larva yang mati mengkerut dan rusak yang disebut dengan krenasi (CDC, 2011). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Badrah & Nurul (2011) yang menyatakan bahwa kandungan Cl dalam air dapat mengganggu proses perkembangan dan penetasan telur nyamuk. Larva *Ae. aegypti* dapat bertahan hidup pada kadar garam pada konsentrasi 10,0 mg - 59,5 mg. Jika dilihat dari lamanya perkembangan larva *Ae. aegypti* menjadi nyamuk dewasa, pada konsentrasi 6 gr/l beberapa nyamuk berkembang tidak normal. Siklus perkembangan nyamuk tersebut melebihi siklus perkembangan *Ae. aegypti* secara normal yaitu dari telur hingga dewasa + 10 hari (Depkes RI, 2005). Hal tersebut memberikan dampak pada ukuran larva dan pupa pada kondisi normal. Larva dan pupa yang tidak berkembang, tidak akan bertahan dan mati.

Selain suhu dan pH, adanya kandungan bahan organik juga mempengaruhi proses perkembangan nyamuk, mulai dari larva (stadium pradewasa) sampai dengan nyamuk dewasa. Pertumbuhan larva nyamuk terbagi atas beberapa instar, yang kemudian menjadi pupa. Proses tersebut dipengaruhi oleh keberadaan detritus atau bahan organik sebagai bahan makanannya. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah air bersih yang berasal dari air sumur, yang digunakan sebagai tempat

perkembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti*. Biasanya air sumur memiliki jumlah bahan organik yang cukup. Kandungan bahan organik juga mempengaruhi penetrasi cahaya dan kandungan oksigen pada suatu media. Apabila kandungan bahan organik terlalu banyak, maka hal tersebut dapat mengganggu penetrasi cahaya yang masuk ke dalam media sehingga dapat mengganggu perkembangan nyamuk pradewasa. Jadi, jumlah bahan organik yang terlalu banyak juga dapat menghambat perkembangbiakan larva nyamuk *Ae. aegypti* (Agustin et al., 2017).

Lama hidup *Ae. aegypti* juga tergantung kepada tinggi rendahnya suhu, kelembaban udara, persediaan air, makanan dan predator. *Aedes aegypti* dapat hidup pada suhu 20°C dengan kelembaban 70%, namun hanya dapat bertahan lebih kurang 100 hari. *Ae. aegypti* akan mati bila berada pada suhu 6°C selama 24 jam (Yulidar & Wilya, 2015)

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa salinitas air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan salinitas 0-6gr/l.

## **PENUTUP**

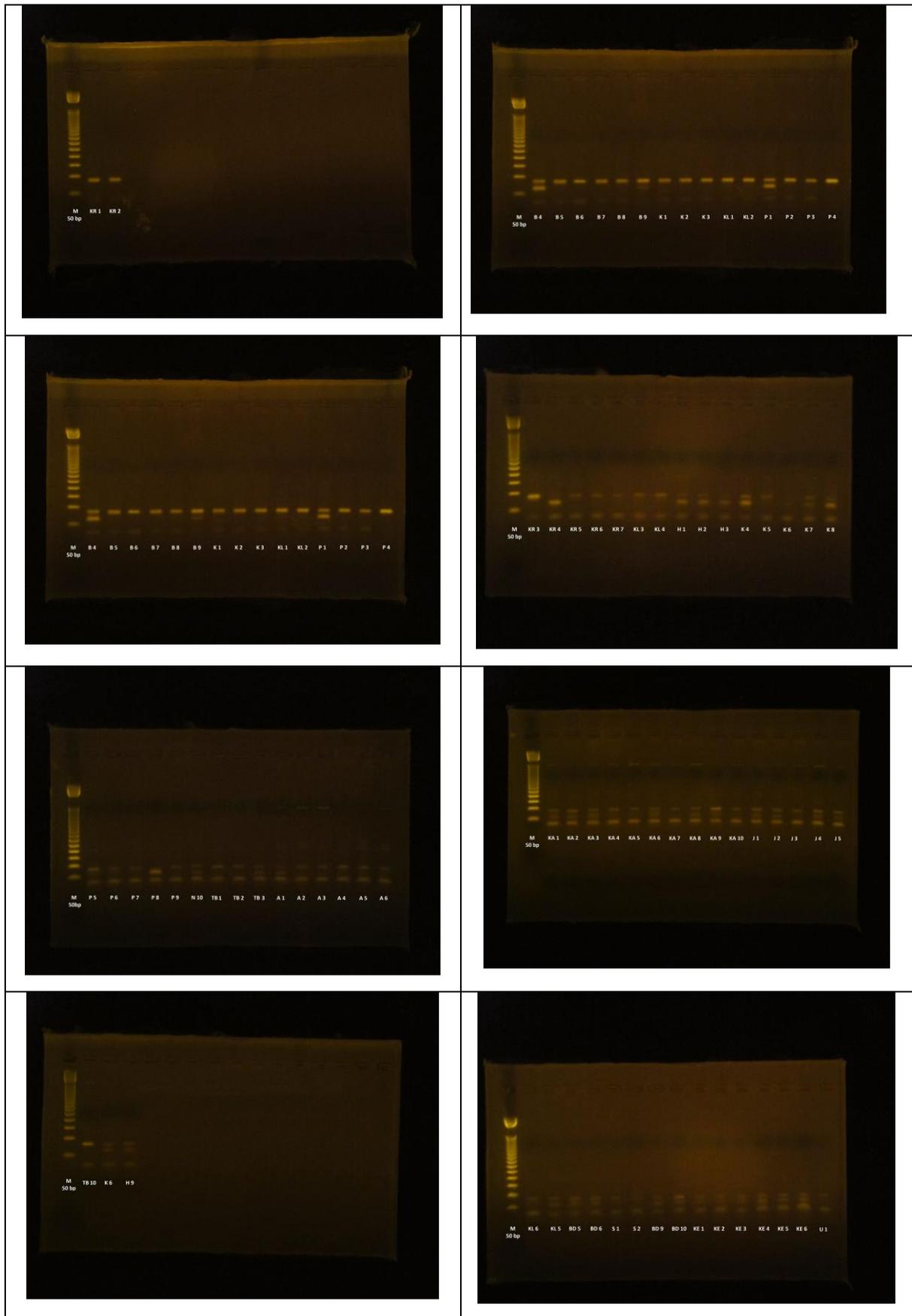
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa wadah yang paling disukai nyamuk *Ae. Aegypti* untuk oviposisi adalah wadah yang terbuat dari

plastik dan kaleng. pH air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan pH 9, disusul air dengan pH 8 dan 7. Salinitas air yang paling optimal untuk perkembangbiakan larva instar 2 menjadi nyamuk *Ae. aegypti* adalah air dengan salinitas 0-6gr/l.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Indira., Tarwotjo, U., & Rahadian, R., 2017. Perilaku Bertelur dan Siklus Hidup *Aedes aegypti* Pada Berbagai Media Air. *Jurnal Biologi*, 6(4): 71-81.
- Badrah, Sitti., Nurul Hidayah., 2011. Hubungan Antara Tempat Perindukan Nyamuk *Aedes Aegypti* dengan Kasus Demam Berdarah Dengue Di Kelurahan Penajam Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara. *J. Trop. Pharm. Chem*, 1(2).
- CDC. 2016. *Entomology Dengue*. Diakses pada tanggal 26 April 2016. <http://www.cdc.gov/dengue/entomologyEcology/index.html>.
- Clark, Thomas M., Benjamin J. Flis, Susanna K. Remold. 2004. pH Tolerances and Regulatory Abilities of Freshwater and Euryhaline Aedine Mosquitoes Larvae. *The Journal of Experimental Biology*. 207:2297-2304.
- Depkes RI. 2005. *Pencegahan Dan Penanggulangan Penyakit Demam Dengue Dan Berdarah Dengue*. Ditjen PPM & PLP. Jakarta.
- Hendri, J., Roy, N.R.E.S., & Prasetyowati, H., 2010. Tempat Perkembangbiakan Nyamuk *Aedes* spp. Di Pasar Wisata Pangandaran. *Aspirator*, 2(1): 23-31.
- Jacob, Aprianto, D. Pijoh, Victor Wahongan., 2014. Ketahanan Hidup dan Pertumbuhan Nyamuk *Aedes* spp pada berbagai Jenis Air Perindukan. *Jurnal e-Biomedik (eBM)*, 2(3)
- Sayono, S. Qoniatun, Mifbakhuddin. 2011. Pertumbuhan Larva *Aedes aegypti* Pada Air Tercemar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 7 (1).
- Tilak, DR Rina, Maj Vivek Gupta, Maj Vani Suryam, Mrs JD Yadav, Brig KK Dutta Gupta., 2005. A Laboratory Investigation into Oviposition Responses of *Aedes aegypti* to Some Common Household Substances and Water from Conspecific Larvae. *MJAFI*. 61(3): 227-229.
- Yulidar & Wilya, Veny., 2015. Siklus Hidup *Aedes aegypti* Pada Skala Laboratorium. *Sel*, 2(1): 22-28

## Lampiran 2. Hasil PCR Laboratorium



### Lampiran 3. Dokumentasi



Pembuatan Ovitrap



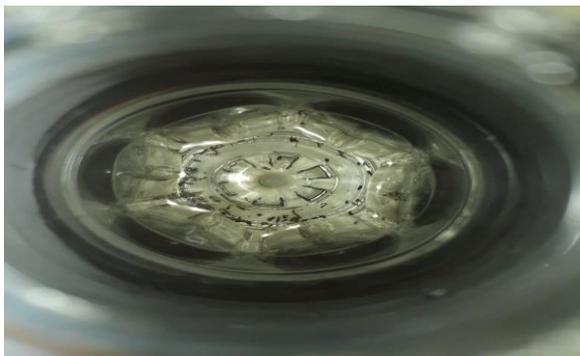
Pengambilan Ovistrip



Peletakan Ovitrap di Halaman Rumah



Peletakan Ovitrap di Bawah Pohon



Jentik pada Ovitrap



Komunikasi dengan Pemilik Rumah Untuk Peletakan Ovitrap



DNA dan PCR kit dari GeneJET



Elektroforesis



Digestion Solution



Elution Buffer



Inkubasi



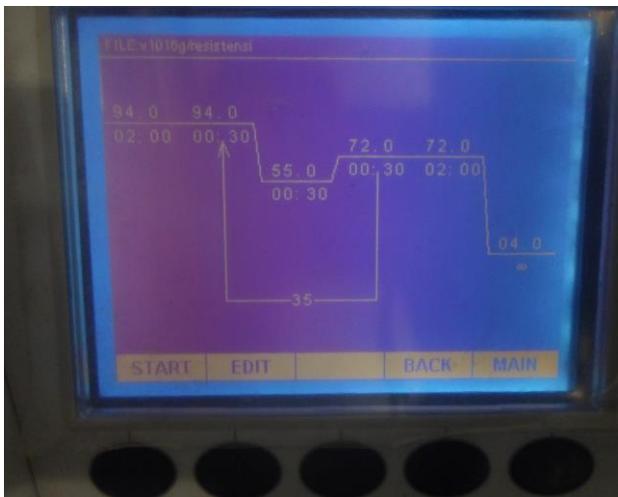
Lysis Solution



Keterangan Tekanan & Waktu pada Sentrifuse



Keterangan Tekanan & Waktu pada Sentrifuse (2)



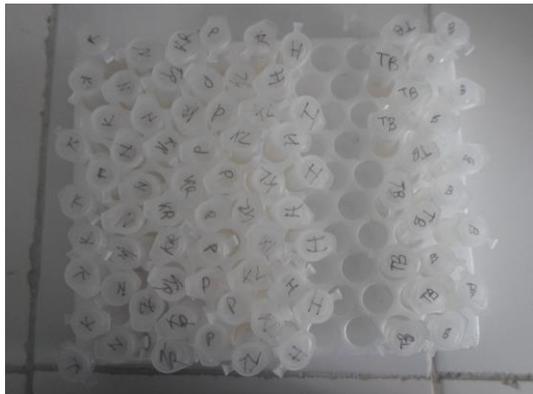
Keterangan Siklus & Waktu PCR



Marker 50bp



Masuk ke Mesin PCR



Mengkode Sampel pada Tube Berdasarkan Asal Sampel



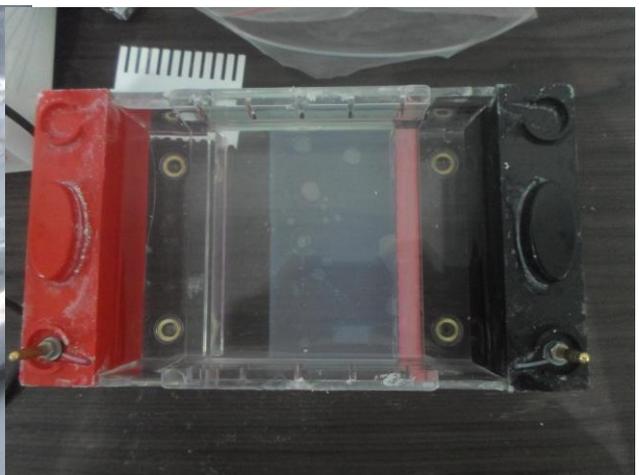
Mesin PCR



Microwave untuk Pembuatan Agar\_rose



Pemindahan Sampel ke Collection Tube



Proses Elektroforesis



Sentrifuge Sampel



Elektroforesis Selesai