

B/4KH
2001
0107

**PENGARUH SELEKSI MALATION TERHADAP DAYA TETAS TELUR,
KEBERHASILAN MENJADI PUPA, KEMAMPUAN EKLOSI SERTA RASIO
NYAMUK JANTAN DAN BETINA *Aedes aegypti***

CICILIA SETYO RINI PURNOMO



**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

2001

RINGKASAN

CICILIA SETYO RINI PURNOMO (B01497042). 2001. Pengaruh Seleksi Insektisida Malation pada Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Daya Tetas Telur, Keberhasilan Perkembangan Larva Menjadi Pupa, Pupa Menjadi Dewasa dan Rasio Nyamuk Jantan dan Betina. Skripsi. Penelitian. Di bawah bimbingan drh. Dwi Jayanti Gunandini, MSi. dan Ir. Etih Sudarnika, MSi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya tetas telur menjadi larva, keberhasilan perkembangan larva menjadi pupa, pupa menjadi dewasa dan rasio nyamuk jantan dan betina *Aedes aegypti* terseleksi insektisida malation.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, dengan tiga ulangan pada setiap pengamatan generasi yang diuji. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan uji Anova dan dilanjutkan dengan uji wilayah berganda Duncan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daya tetas telur menjadi larva untuk generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 62.77%, 76.13%, 73.99%, 66.78% dan 62.46%. Daya tetas telur pada generasi terseleksi malation tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa seleksi dengan malation sampai 20 generasi nyamuk tidak mempengaruhi daya tetas telur. Keberhasilan larva yang berkembang menjadi pupa pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 90.79%, 82.43%, 89.93%, 88.89% dan 84.52%. Keberhasilan larva yang berkembang menjadi pupa pada generasi terseleksi malation tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa seleksi malation sampai 20 generasi nyamuk tidak mempengaruhi keberhasilan perkembangan larva menjadi pupa. Keberhasilan eklosi pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 92.56%, 80.84%, 80.79%, 86.16% dan 90.26%. Keberhasilan eklosi pada generasi terseleksi malation tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa seleksi malation sampai 20 generasi nyamuk tidak mempengaruhi keberhasilan eklosi.

Energi yang digunakan untuk mempertahankan daya tetas telur, keberhasilan larva menjadi pupa dan keberhasilan eklosi tidak terganggu oleh cekaman insektisida karena nyamuk telah membayarnya dengan pertukaran alokasi energi (*trade-off*) untuk jangka hidup nyamuk dewasa. Keadaan ini sesuai dengan teori kehidupan yang mengungkapkan bahwa energi yang tersedia pada setiap organisme hidup jumlahnya terbatas.

Pada pengamatan rasio nyamuk *Aedes aegypti* jantan dan betina diperoleh hasil persentase rasio nyamuk jantan pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 45.87%, 48.07%, 48.41%, 49.94% dan 53.76%. Sedangkan persentase rasio nyamuk betina pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 54.13%, 51.50%, 51.59%, 50.06% dan 46.24%. Seleksi nyamuk dengan malation sampai 20 generasi berpengaruh terhadap rasio nyamuk jantan dan betina. Semakin sering nyamuk terpapar malation dengan konsentrasi yang semakin besar, maka rasio nyamuk jantan semakin meningkat dan rasio nyamuk betina semakin menurun.

**PENGARUH SELEKSI MALATION TERHADAP DAYA TETAS TELUR,
KEBERHASILAN MENJADI PUPA, KEMAMPUAN EKLOSI SERTA RASIO
NYAMUK JANTAN DAN BETINA *Aedes aegypti***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Hewan
pada Fakultas Kedokteran Hewan
Institut Pertanian Bogor

Oleh :

**Cicilia Setyo Rini Purnomo
B01497042**



**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

2001

Judul : Pengaruh Seleksi Malation Terhadap Daya Tetas Telur,
Keberhasilan Menjadi Pupa, Kemampuan Eklosi serta
Rasio Nyamuk Jantan dan Betina *Aedes aegypti*.
Nama Mahasiswa : Cicilia Setyo Rini Purnomo
Nomor Pokok : B01497042

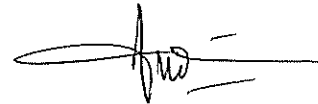
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



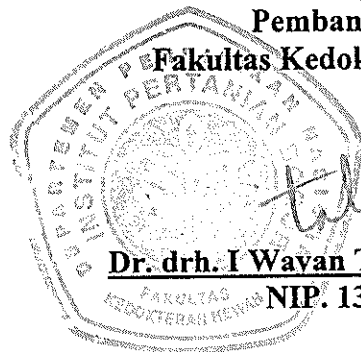
drh. Dwi Jayanti Gunandini, MSi.
NIP. 131 690 355

Dosen Pembimbing II



Ir. Etih Sudarnika, MSi.
NIP. 132 084 934

Mengetahui,
Pembantu Dekan I
Fakultas Kedokteran Hewan IPB



Dr. drh. I Wawan Teguh Wibawan, MS.
NIP. 131 129 090

Tanggal kelulusan: 24 September 2001

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Semarang pada tanggal 8 November 1979. Anak pertama dari tiga bersaudara dari Ayah bernama Agustinus Rochadi Purnomo dan Ibu Clara Harsiwi Pudjimatati.

Pendidikan yang telah ditempuh penulis, yaitu tahun 1985-1990 di SDK Swastiastu I Denpasar Bali dan tahun 1991 lulus dari SD BPS&K I Jakarta. Tahun 1994 lulus dari Sekolah Menengah Pertama (SMP) Tarakanita IV Jakarta. Tahun 1994-1996 di Sekolah Menengah Umum (SMU) Budi Mulia Pematang Siantar dan pada tahun 1997 lulus dari SMU Negeri 31 Jakarta.

Pada tahun 1997 penulis diterima menjadi mahasiswa di Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI).

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Melalui kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu drh. Dwi Jayanti Gunandini, MSi. dan Ibu Ir. Etih Sudarnika, MSi. sebagai pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan dan saran selama penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Seluruh Staf dan Pegawai Laboratorium Entomologi atas segala bantuannya selama penelitian.
3. Dr. Min Rahminiwati dan drh. M. Iskandar, MS selaku penilai dalam seminar dan sidang penulis.
4. Papi dan Mami tercinta, Dik Asri dan Dik Seto tersayang yang selalu memberi dorongan dan doa.
5. Bli Dempul, Nina, Rita dan Yani sebagai teman seperjuangan yang paling baik dalam penelitian ini.
6. Vin-vin, Chyntia, Rina, Elvi, Dini, Rince dan teman-teman FKH yang lain terutama Genetika' 21 atas kebersamaan dan persahabatan yang indah.
7. Mas Roes, Unang, Sinyo dan Andi di Hikmah Computer yang sudah banyak membantu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Bogor, September 2001

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| Kata Pengantar | i |
| Daftar Isi | iii |
| Daftar Tabel | iv |
| Daftar Gambar | iv |
| Daftar Lampiran | v |
| Bab I. Pendahuluan..... | 1 |
| Latar Belakang..... | 1 |
| Tujuan | 2 |
| Bab II. Tinjauan Pustaka..... | 3 |
| 2.1. Morfologi dan Taksonomi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 3 |
| 2.2. Perilaku dan Daur Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 4 |
| 2.3. Reproduksi Nyamuk..... | 10 |
| 2.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan <i>Aedes aegypti</i> | 12 |
| 2.5. Pengendalian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 14 |
| 2.6. Resistensi Terhadap Racun Serangga | 16 |
| 2.7. Malation | 18 |
| 2.8. Plastisitas Fenotip | 19 |
| Bab III. Metode Penelitian..... | 21 |
| 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian | 21 |
| 3.2. Bahan dan Alat..... | 21 |
| 3.3. Pelaksanaan Penelitian | 22 |
| 3.4. Pengamatan | 26 |
| 3.5. Hipotesis Penelitian | 26 |
| 3.6. Rancangan Percobaan | 26 |
| 3.7. Analisis Data | 27 |
| Bab IV. Hasil dan Pembahasan | 28 |
| 4.1. Daya Tetas Telur Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Terseleksi Malation .. | 28 |
| 4.2. Keberhasilan Menjadi Pupa Pada Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Terseleksi Malation..... | 30 |
| 4.3. Keberhasilan Eklosi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Terseleksi Malation | 33 |
| 4.4. Rasio Jantan dan Betina Pada Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Terseleksi Malation | 35 |
| Bab V. Kesimpulan dan Saran | 40 |
| Daftar Pustaka | 41 |
| Lampiran | |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Persentase daya tetas telur nyamuk <i>Aedes aegypti</i> generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation | 28 |
| 2. | Persentase keberhasilan menjadi pupa pada nyamuk <i>Aedes aegypti</i> generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation | 31 |
| 3. | Persentase keberhasilan eklosi nyamuk <i>Aedes aegypti</i> generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation | 33 |
| 4. | Persentase rasio jantan dan betina nyamuk <i>Aedes aegypti</i> generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation | 36 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Daur hidup nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 9 |
| 2. | Kandang nyamuk dewasa berukuran 40 x 40 x 40 cm ³ | 25 |
| 3. | Aspirator dan gelas plastik yang ditutup kain kasa, yang digunakan dalam penghitungan rasio jumlah nyamuk jantan dan betina | 25 |
| 4. | Persentase daya tetas telur nyamuk <i>Aedes aegypti</i> generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation..... | 29 |
| 5. | Persentase keberhasilan menjadi pupa pada nyamuk <i>Aedes aegypti</i> generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation | 31 |
| 6. | Persentase keberhasilan eklosi nyamuk <i>Aedes aegypti</i> generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation..... | 34 |
| 7. | Persentase rasio jantan dan betina nyamuk <i>Aedes aegypti</i> generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation..... | 36 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1. | Persentase daya tetas telur nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terseleksi malation pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20..... | 44 |
| 2. | Persentase keberhasilan larva menjadi pupa pada nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terseleksi malation pada generasi F0, F5, F10 dan F20 | 47 |
| 3. | Persentase kemampuan eklosi dan rasio jantan-betina nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terseleksi malation pada generasi F0..... | 49 |
| 4. | Persentase kemampuan eklosi dan rasio jantan-betina nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terseleksi malation pada generasi F5..... | 50 |
| 5. | Persentase kemampuan eklosi dan rasio jantan-betina nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terseleksi malation pada generasi F10..... | 51 |
| 6. | Persentase kemampuan eklosi dan rasio jantan-betina nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terseleksi malation pada generasi F15..... | 52 |
| 7. | Persentase kemampuan eklosi dan rasio jantan-betina nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terseleksi malation pada generasi F20..... | 53 |
| 8. | Analisis sidik ragam..... | 54 |
| 9. | Uji wilayah-berganda duncan rasio nyamuk jantan..... | 55 |
| 10. | Uji wilayah-berganda duncan rasio nyamuk betina..... | 55 |

BAB I

PENDAHULUAN

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor beberapa penyakit, diantaranya demam kuning (*yellow fever*), demam berdarah dengue, filariasis, *equine encephalitis*, dan beberapa penyakit lainnya. Nyamuk *Aedes aegypti* betina memiliki kebiasaan menggigit berulang kali (*multiple biters*), yaitu menggigit beberapa hewan atau orang secara bergantian dalam waktu singkat. Hal ini disebabkan nyamuk sangat sensitif dan mudah terganggu (Soedarmo, 1983). Keadaan ini sangat berperan dalam penyebaran penyakit yang dapat disebarkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*.

Insektisida yang sering digunakan pada tahun 1940-1950 adalah DDT. Di Indonesia ada beberapa jenis nyamuk *Aedes* dan *Anopheles* yang dilaporkan resisten terhadap DDT (WHO, 1981). Akibat semakin meluasnya resistensi nyamuk terhadap DDT, maka pada tahun enam puluhan WHO menganjurkan pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* menggunakan temefos dan malation. Penggunaan malation di Indonesia telah dilakukan sejak tahun 1972 dalam rangka membasmi penyebaran penyakit demam berdarah dengue.

Pada penelitian ini, seleksi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap malation sampai 20 generasi telah dilakukan oleh Gunandini & Gionar (1999) dan Gunandini (2001). Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang mengamati umur nyamuk dewasa, jumlah kelompok telur dan jumlah telur yang dihasilkan nyamuk *Aedes aegypti* terseleksi malation (Kurniada, 2001).

Telur yang dihasilkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* terseleksi malation pada penelitian sebelumnya, dihitung dan ditetaskan. Pada penelitian ini dilakukan penghitungan jumlah larva, pupa, nyamuk jantan dan nyamuk betina. Setelah itu dilakukan penghitungan persentase daya tetas telur menjadi larva, larva menjadi pupa, pupa menjadi nyamuk dewasa dan rasio nyamuk jantan dan betina.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya tetas telur yang dihasilkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* terseleksi malation, keberhasilan perkembangan larva menjadi pupa, kemampuan eklosi serta rasio nyamuk jantan dan betina. Kedua penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah telah terjadi perubahan pada beberapa aspek biologi nyamuk *Aedes aegypti* yang terseleksi dan cenderung telah toleran terhadap malation.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan yang bermanfaat untuk mengetahui perubahan beberapa aspek biologi nyamuk *Aedes aegypti* yang telah berada pada status resistensi tertentu akibat terseleksi malation sampai 20 generasi. Dengan informasi ini diharapkan pengendalian terhadap nyamuk *Aedes aegypti* yang dilakukan lebih didasari pada pengetahuan yang benar untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan terhindar dari masalah resistensi yang mungkin terjadi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Morfologi dan Taksonomi Nyamuk *Aedes aegypti*

Bentuk dewasa nyamuk *Aedes aegypti* ditandai dengan lingkaran putih pada pergelangan kaki dan bintik-bintik putih pada toraks dan abdomen. Pada bagian kepala terdapat antena yang terdiri dari lima belas segmen. Nyamuk jantan dan betina dapat dibedakan dari bentuk antena. Antena pada nyamuk jantan memiliki bulu yang lebih lebat (plumose) dibandingkan dengan antena pada nyamuk betina yang hanya memiliki sedikit bulu (pilose) (Little, 1972). Kepala nyamuk *Aedes aegypti* berbentuk agak membulat, hampir seluruhnya diliputi oleh sepasang mata majemuk yang hampir bersentuhan. Mulut pada betina terdiri dari labium, bagian bawah memiliki saluran yang berfungsi pada saat nyamuk menghisap darah dan bagian atas memiliki sepasang mandibula yang serupa pisau dan maksila yang bergerigi. Nyamuk jantan probosisnya lemah sedangkan probosis betina lebih kuat sehingga dapat menembus kulit untuk menghisap darah hewan atau manusia. Abdomen nyamuk *Aedes aegypti* terdiri dari delapan ruas yang masing-masing memiliki dua spirakel (tabung pernafasan) (Brown, 1979).

Telur *Aedes aegypti* berbentuk elips dengan permukaan poligonal. Panjang telur kira-kira 0,7 mm, berwarna hitam dan terbungkus dua lapis korion. Larvanya panjang dan tanpa kaki dengan sejumlah rambut sederhana atau bercabang lateral yang tersusun secara simetris sepanjang tubuh. Panjang larva instar keempat kira-kira 10 mm. Pada kepala terdapat mata majemuk, antena dan bagian mulut yang

digunakan untuk menggigit. Abdomen larva berjumlah delapan ruas, masing-masing memiliki dua lubang udara (spirakel).

Pupa *Aedes aegypti* berbentuk bengkak dengan kepala yang besar. Pupa memiliki alat pernafasan seperti terompet yang terdapat pada toraks dan suatu kantong udara yang terletak diantara bakal sayap serta sepasang pengayuh yang saling menutupi dengan rambut-rambut pada ujung abdomen (Christophers, 1960).

Nyamuk *Aedes aegypti* digolongkan kedalam Filum Arthropoda, Kelas Insecta, Ordo Diptera, Subordo Nematocera dan Famili Culicidae.

2.2. Perilaku dan Daur Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna, yaitu telur, larva, pupa, dan dewasa. Dalam metamorfosis terjadi perkembangan ukuran dan perubahan tipe sel. Perkembangan ukuran dan perubahan tipe sel tersebut terjadi bervariasi pada organ-organ yang berbeda (Clements, 1963). Larva dan pupa memerlukan air untuk kehidupannya. Pemaparan insektisida dapat mempengaruhi organogenesis atau pembentukan organ pada setiap stadium (Bourguet *et al.*, 1995).

Telur *Aedes aegypti* dapat bertahan hidup dalam waktu lama tanpa air bahkan sampai enam bulan (Christophers, 1960). Telur diletakkan satu persatu atau berkelompok di dekat permukaan air di dinding wadah. Pada suhu 30° C telur akan menetas menjadi larva dalam waktu tiga sampai lima hari, sedangkan pada suhu 16°C lama stadium telur bisa mencapai tujuh hari (Brown, 1979). Suhu air yang optimum untuk penetasan telur adalah 25-28° C. Pembentukan larva terjadi sebelum menetas pada saat pematangan telur yaitu pada periode inkubasi (Christophers, 1960).

Selama perkembangan embrio, sel-sel diploid yang banyak terdapat dalam telur akan berkembang dan terdiferensiasi menjadi organ-organ larva pada saat telur menetas (Clements, 1963). Bagian kepala larva terletak kira-kira pada sepertiga bagian anterior telur, sedangkan sifon dan segmen awal dengan papilanya terletak di sepertiga bagian posterior telur. Toraks dan segmen abdominal larva terletak pada bagian tengah telur (Christophers, 1960).

Stadium larva *Aedes aegypti* sewaktu istirahat akan membentuk sudut dengan permukaan air. Larva memperoleh makanan dengan bantuan sikat mulut atau dengan menggigit bahan makanan di pinggir perairan. Stadium larva terdiri dari empat instar dan berlangsung selama tujuh sampai sembilan hari (Brown, 1979).

Larva nyamuk ini dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tempat yang sesuai dengan kehidupannya, yaitu tempat yang berair, tidak disinari cahaya matahari langsung dan tidak ada predator yang memakannya. Larva tidak dapat berkembang dengan baik pada air kotor (Chandler dan Read, 1961).

Pada saat perkembangan larva ke instar larva berikutnya, epidermis terpisah dari kutikula dan epidermis mensekresi kutikula dan bulu baru. Ukuran masing-masing larva dari satu instar ke instar berikutnya semakin besar.

Organogenesis atau pembentukan organ mulai terjadi pada stadium larva antara lain organ kelamin, pencernaan, respirasi, sistem saraf, mata dan sistem endokrin (Clements, 1963). Ovarium berkembang perlahan-lahan selama stadium larva dan folikel mulai tampak pada larva instar keempat. Oviduk lateral berkembang dari mesodermal genital yang berkembang dari ovarium dan bersatu dengan oviduk lainnya (Christophers, 1923 dalam Clements, 1963). Alat kelamin jantan bagian luar

berkembang dari lobus primer penis, *vas efferens* berkembang dari mesodermal, *vas deferens* dan vesikel semen berkembang dari sepasang bentuk tunas dalam lobus primer penis, sedangkan duktus ejakulator berkembang dari invaginasi pada dasar lobus primer penis (Christophers, 1922, 1960 dalam Clements, 1963). Ford (1961) menitikberatkan bahwa jenis kelamin merupakan rangkaian polimorfosis yang seimbang dan kekuatan yang selektif akan menentang pembentukan proporsi jantan dan betina yang optimum. Pada penetapan jenis kelamin terdapat sebuah faktor yang diwariskan yang menyebabkan predominasi pada jantan. Faktor ini hanya diturunkan oleh jantan dan frekuensinya dapat meningkat dengan adanya seleksi. Variasi rasio jenis kelamin pada *Aedes aegypti* disebabkan karena faktor yang diproduksi jantan memiliki kekuatan yang berbeda dalam populasi yang berbeda (Clements, 1963).

Stadium selanjutnya adalah pupa. Pada saat larva berkembang menjadi pupa, corong respirasi dan rambut pengapung pupa tampak seperti badan gelap yang muncul di bawah kutikula larva. Organ yang berkembang pada stadium pupa dan seluruhnya berkembang dalam hal ukuran sel adalah kelenjar saliva, badan malpighi, rektum, otot abdominal, sel-sel *trichogen*, oenosit larva dan papila anal (Clements, 1963). Pupa merupakan stadium terakhir yang berada dalam air dan nyamuk selama menjalani stadium pupa tidak makan. Stadium pupa berlangsung selama 2-3 hari (Brown, 1979). Pupa memiliki daya apung yang besar. Pupa biasanya istirahat di permukaan air dengan posisi statis tetapi dapat berenang dengan baik. Pupa akan berenang turun jika diganggu dengan mengibaskan ekornya yang berfungsi seperti dayung. Beberapa saat kemudian pupa akan mengapung kembali di permukaan air.

Pupa dan larva *Aedes aegypti* memiliki sifat fototropisme negatif dan sensitif terhadap getaran (Christophers, 1960).

Eklosi diawali dengan munculnya sedikit udara di bawah kutikula pupa pada sifon respirasi. Abdomen nyamuk akan muncul perlahan-lahan pada posisi horisontal setelah kutikula pupa robek sepanjang garis tengah bagian dorsal toraks. Toraks nyamuk akan menonjol keluar melalui kutikula yang robek dan seluruh tubuh nyamuk akan keluar perlahan-lahan (Brumpt, 1941 dalam Clements, 1963).

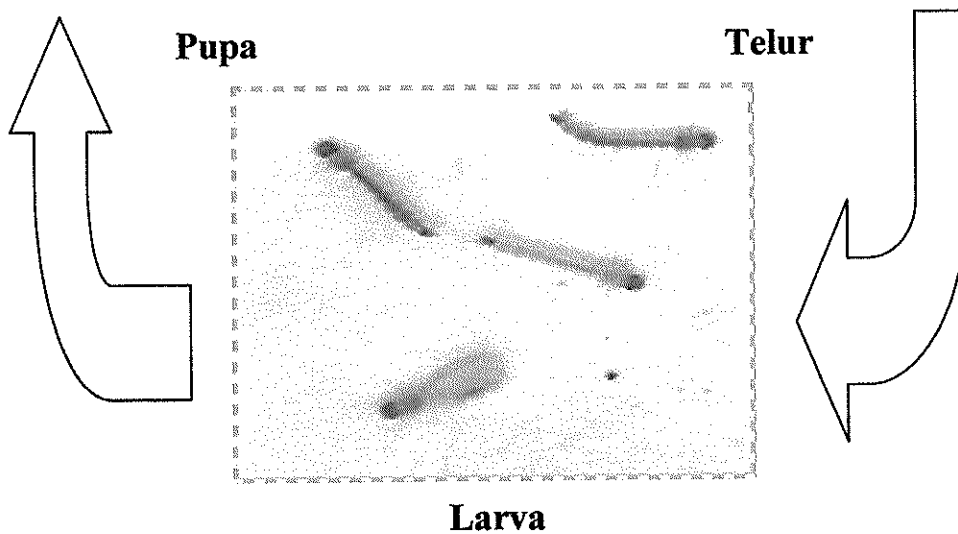
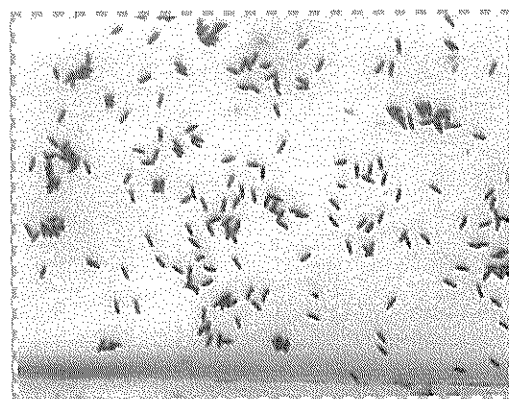
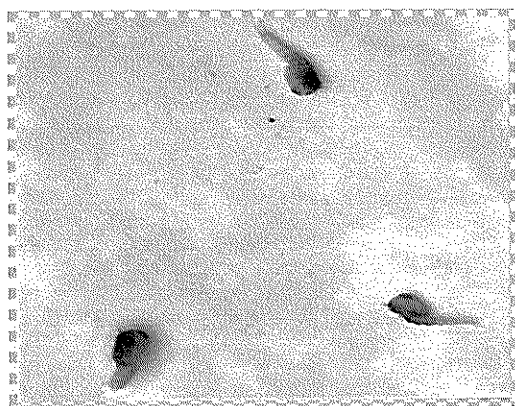
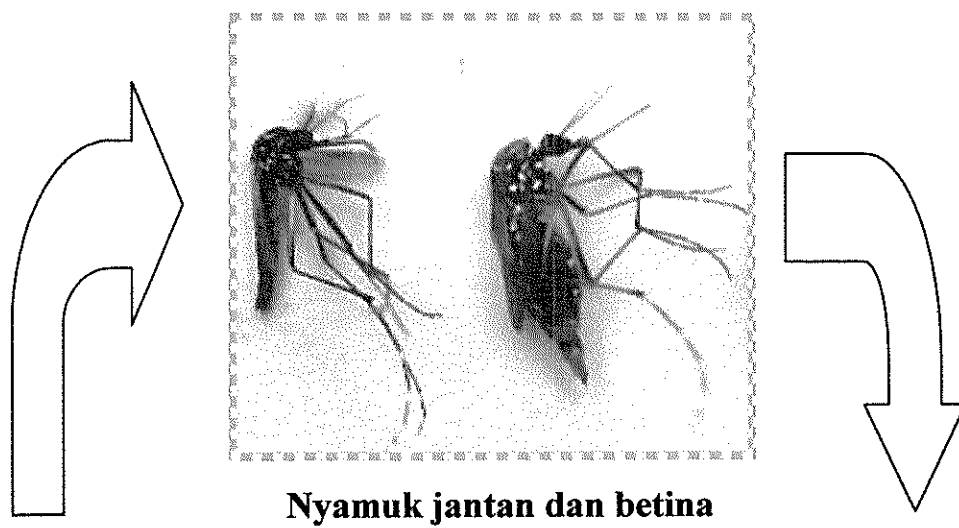
Nyamuk *Aedes aegypti* betina menghisap darah manusia atau hewan berdarah panas lain sedangkan nyamuk jantan menghisap madu, air gula atau air buah-buahan. Kebiasaan nyamuk betina makan dengan menghisap darah ini dapat mempermudah penyebaran berbagai macam penyakit dari manusia ke manusia, dari hewan ke hewan, dan jika penyakit bersifat zoonosis maka dapat terjadi penularan penyakit dari manusia ke hewan atau sebaliknya (Soedarmo, 1983).

Pada waktu meletakkan telur, nyamuk *Aedes aegypti* betina dewasa selalu memilih tempat yang berisi air bersih baik di dalam maupun di luar rumah seperti pot bunga, kaleng bekas, pelepah dan ketiak daun, lobang pada pagar bambu dan wadah-wadah lain (Macdonald, 1960 dalam Clements, 1963).

Perkawinan dapat dilakukan pada saat terbang atau sedang hinggap dan berlangsung hanya beberapa detik saja (Kettle, 1984). Seekor nyamuk *Aedes aegypti* jantan dapat mengawini lebih dari seekor nyamuk betina dalam waktu singkat (Roth, 1948 dalam Clements, 1963). Nyamuk *Aedes aegypti* aktif pada pagi dan sore hari sedangkan setelah matahari terbenam aktivitas hampir tidak dijumpai (Durham dan Myers, 1902 dalam Christophers, 1960). Nyamuk betina dewasa selalu memilih air

yang bersih untuk meletakkan telurnya, karena larva tidak dapat berkembang dengan baik pada air yang kotor (Chandler dan Read, 1961).

Kemampuan terbang nyamuk *Aedes aegypti* hanya beberapa ratus meter dari tempat perindukannya (Meisch dan Lancaster, 1986). Melihat kemampuan terbang tersebut, sebenarnya tidak sulit melokalisir dan mengendalikan nyamuk sebagai vektor penyakit. Mobilitas manusia dan hewan serta kondisi lingkunganlah yang dapat menyebabkan penyebaran penyakit dengan mudah dan cepat.



Gambar 1. Daur hidup nyamuk *Aedes aegypti*

2.3. Reproduksi Nyamuk

Keberhasilan reproduksi nyamuk sangat ditentukan oleh perkembangan dan kematangan sperma pada nyamuk jantan, serta perkembangan dan kematangan telur pada nyamuk betina (Ross, 1984).

Sperma diproduksi oleh nyamuk jantan di dalam folikel testis. Sperma yang telah matang akan keluar melalui *vas efferens* dan *vas deferens* menuju vesikel semen. Sperma disimpan di dalam vesikel semen sampai terjadi perkawinan. Pada saat terjadi perkawinan, sperma dari nyamuk jantan dipindahkan ke dalam spermateka (kantung sperma) nyamuk betina dan disimpan sampai diperlukan untuk fertilisasi (Ross, 1948). Nyamuk *Aedes aegypti* betina hanya memiliki satu spermateka (Edwards, 1941 dalam Clements 1963).

Nyamuk betina membutuhkan darah manusia atau hewan berdarah panas lain untuk pematangan telurnya. Telur berkembang di dalam ovariol pada ovarium nyamuk betina. Di dalam ovariol terdapat banyak sel kecambah primer yang akan berkembang menjadi banyak oosit. Perkembangan folikel telur nyamuk secara normal dapat dibagi menjadi dua periode, yaitu periode perkembangan telur sampai fase istirahat (periode diapause) dan perkembangan setelah fase istirahat yang distimulasi oleh hormon gonadotropik yang disekresi oleh *corpora allata* setelah nyamuk betina menghisap darah. Setelah nyamuk betina menghisap darah, oosit pada ovariol berkembang dengan cepat, membentuk kuning telur dan terbentuk telur yang matang. Sementara itu epitel folikel telur membentuk korion dan saluran mikrofil. Telur yang telah matang disalurkan ke oviduk dengan dilapisi dua lapis korion

(endokorion dan eksokorion). Korion berlubang-lubang (mikrofil) yang berfungsi sebagai jalan masuk sperma ke dalam telur (Clements, 1963).

Fertilisasi diawali dengan masuknya telur dari oviduk ke vagina pada duktus spermateka yang terbuka dengan bantuan peristaltik otot oviduk. Sperma muncul melalui duktus ini dan masuk ke dalam telur melalui mikrofil telur. Nukleus telur terbagi menjadi dua yaitu divisi reduksi dengan produksi pronukleus betina dan badan kutub setelah sperma masuk ke dalam telur. Sperma akan kehilangan ekornya dan berubah menjadi pronukleus jantan. Pronukleus jantan dan betina akan bersatu membentuk zigot. Sperma dipindahkan dari nyamuk jantan ke nyamuk betina sekaligus dalam jumlah yang besar pada saat kawin. Sperma yang dipindahkan tersebut sebagian digunakan untuk fertilisasi dan sisanya disimpan oleh nyamuk betina di dalam spermateka (Ross, 1948). Nyamuk *Aedes aegypti* betina dapat menggunakan sperma yang berasal dari beberapa nyamuk jantan untuk fertilisasi pada satu kelompok telurnya (Vande Hey dan Craig, 1958 dalam Clements, 1963). Telur tidak akan berkembang menjadi embrio jika tidak terjadi fertilisasi (Christophers, 1960). Kelembaban di sekitar telur harus terjaga pada saat embrio berkembang di dalam telur. Embrio muda akan mati jika telur kering (Jhonson, 1937 dalam Christophers, 1960). Perkembangan embrio menjadi larva tetap dapat terjadi setelah pemaparan diaphanol atau klorin walaupun terjadi variasi dalam perkembangannya (Christophers, 1960).

Siklus gonotrofik adalah saat nyamuk betina mulai menghisap darah, bertelur dan menghisap darah kembali. Satu siklus gonotrofik nyamuk *Aedes aegypti* betina berlangsung selama empat hari. Pada siklus gonotrofik yang pertama, peletakan

kuning telur sebelum fase istirahat dapat dicapai dengan akumulasi cadangan energi selama stadium larva atau dengan menghisap darah dan gula (Clements, 1963).

2.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan *Aedes aegypti*

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* sangat banyak. Faktor-faktor ini dapat berasal dari luar seperti kondisi lingkungan maupun dari dalam seperti hormonal.

Perkembangan dan daya tetas telur nyamuk *Aedes aegypti* akan tinggi jika nyamuk betina mendapat darah induk semang untuk pematangan telurnya. Setelah nyamuk betina menghisap darah, sel telur pada ovariol berkembang dengan cepat membentuk kuning telur dan akhirnya terbentuk telur yang matang.

Telur dapat disimpan selama enam bulan tanpa kematian yang tinggi pada suhu dan kelembaban yang optimum dan bila disimpan selama satu tahun atau lebih maka daya tetas telur hanya mencapai 5 % (Christophers, 1960). Embrio muda di dalam telur akan mati jika kelembaban selama penyimpanan tidak terjaga dan telur menjadi kering (Jhonsons, 1937 dalam Christophers, 1960). Telur *Aedes aegypti* akan menetas menjadi larva jika kontak dengan air (Meisch dan Lancaster, 1986).

Larva dan pupa memerlukan air untuk kehidupannya. Stadium larva membutuhkan makanan yang mencukupi dan keadaan lingkungan yang mendukung perkembangannya. Larva akan mati pada suhu di bawah 10° C, dan larva tidak dapat berkembang dengan baik pada air kotor (Chandler dan Read, 1961). Pada stadium larva, proses perkembangan larva menjadi pupa ditentukan oleh kadar hormon juvenil (neotenin) yang dihasilkan oleh *corpus allata*. Hormon juvenil berperan dalam

berbagai pertumbuhan larva dan dapat digunakan untuk mematikan larva. Jika kadar hormon juvenil tinggi maka larva tidak akan menjadi pupa. Hormon juvenil pada stadium larva menghambat metamorfosis menjadi dewasa. Larva akan berkembang ke instar larva berikutnya pada saat terjadi keseimbangan jumlah antara hormon juvenil dan ecdison (*ecdysone*). Stadium larva berakhir pada saat sekresi hormon juvenil oleh *corpus allata* berhenti (Cummins *et al.*, 1965). Hormon ini disebut *Insect Growth Regulator* (IGR) dan telah dapat dibuat secara sintetik. Hormon ini dan mekanisme pertumbuhan nyamuk sangat berbeda dengan hormon dan mekanisme pertumbuhan vertebrata, sehingga aman digunakan untuk pengendalian nyamuk secara biologis (Kusnoputranto, 1985).

Pupa merupakan stadium puasa, stadium pupa hanya berlangsung 2-3 hari tetapi dapat diperpanjang pada suhu rendah. Kondisi lingkungan seperti suhu dan kondisi air sangat mempengaruhi eklosi pupa menjadi nyamuk dewasa. Kadar hormon juvenil pada stadium pupa sangat rendah sedangkan kadar hormon ecdison meningkat. Pada saat eklosi, tidak ada hormon juvenil dan peningkatan hormon ecdison menstimulasi sel epidermal untuk memproduksi kutikula dan jaringan lain pada nyamuk dewasa (Cummins *et al.*, 1965).

Nyamuk dewasa memerlukan kondisi lingkungan yang mendukung dan makanan yang cukup untuk menjaga kelangsungan hidupnya dan menghasilkan keturunan. Nyamuk *Aedes aegypti* jantan dan betina memerlukan karbohidrat sebagai sumber nutrisi. Selain itu, nyamuk *Aedes aegypti* betina menghisap darah manusia atau hewan berdarah panas lain untuk pematangan telur (Meisch dan Lancaster, 1986). Suhu dan kelembaban udara mempengaruhi jangka hidup nyamuk *Aedes*

aegypti dewasa dan siklus gonotrofiknya. Pada daerah dengan suhu tinggi dan kelembaban rendah, jangka hidup nyamuk *Aedes aegypti* lebih lama, waktu siklus gonotrofik lebih pendek dan siklus gonotrofiknya lebih banyak (Mintarsih, 1996).

Organ reproduksi jantan dan betina mulai berkembang pada stadium larva (Christophers, 1960). Faktor yang menentukan jenis kelamin nyamuk merupakan faktor yang diwariskan yaitu faktor genetik. Perubahan yang terjadi pada faktor yang menentukan jenis kelamin nyamuk dapat menyebabkan variasi rasio jenis kelamin (Clements, 1963).

2.5. Pengendalian Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* yang berperan sebagai perantara atau vektor penyakit pada hewan dan manusia. Oleh karena itu sangat penting dilakukan usaha-usaha pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*. Pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* lebih ditekankan pada pemutusan siklus hidup. Pengendalian untuk memutus rantai siklus hidup vektor baik pada tingkat larva, pupa maupun dewasa dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu secara kimia, biologi dan ekologi.

Pengendalian secara kimia adalah dengan menggunakan bahan atau senyawa kimia yang dapat membunuh atau melumpuhkan vektor. Bahan kimia yang dipakai untuk membunuh serangga disebut insektisida. Penggunaan insektisida telah berlangsung sejak tahun 1940 dengan menggunakan insektisida senyawa organoklorin, organofosfor, hidrokarbon berklorin dan karbamat. Penggunaan insektisida ini menimbulkan kesulitan dan gangguan seperti akumulasi bahan-bahan kimia ini di dalam lingkungan dan berkembangnya resistensi pada vektor.

Penggunaan bahan kimia untuk pengendalian ini tidak hanya menggunakan insektisida yang bersifat racun dan dapat membunuh serangga, tetapi dapat juga menggunakan bahan-bahan yang bersifat penolak (repellen), pemikat (atraktan), dan senyawa yang dapat mengedalikan perilaku (*behaviour controlling compounds*) (Ross, 1948).

Pengendalian biologis pada dasarnya adalah menekan populasi serangga dengan menggunakan musuh alaminya. Musuh alami ini dapat berasal dari golongan serangga juga atau golongan hewan lain yang dapat memangsanya, seperti ikan kepala timah (*Aphloceilus panchax*), ikan gupi (*Paecilia reticulata*) dan ikan mujair (*Areochromis massambicus*). Serangga predator nyamuk adalah famili Empididae (Diptera), famili Encyrtidae dan Diapriidae dari ordo Hymenoptera juga dapat membunuh larva nyamuk. Bakteri juga dapat menyebabkan kematian larva yang cukup berarti, seperti *Bacillus thuringiensis* yang sangat toksik terhadap larva *Aedes aegypti* (Borror *et al.*, 1992).

Prinsip pengendalian secara ekologi adalah gangguan terhadap keseimbangan lingkungan. Suatu vektor memerlukan lingkungan yang sesuai untuk hidup, tumbuh dan berkembang biak, yakni lingkungan yang dapat menyediakan air, makanan, tempat berkembang biak dan berlindung. Lingkungan perlu dikelola sedemikian rupa, sehingga faktor-faktor yang mendukung kehidupan vektor dapat dikurangi sebanyak mungkin, misalnya dengan mengubur barang-barang bekas dan menutup tempat-tempat yang dapat menjadi tempat berkembang biak nyamuk (Anonimus, 2001; Dep Kes RI, 1982).

2.6. Resistensi Terhadap Racun Serangga

Resistensi adalah masalah multidisiplin yang menyangkut ilmu genetika dan evolusi. Evolusi resistensi tergantung dari faktor-faktor ekologi yang beragam menurut spesies, populasi dan lokasi. Faktor-faktor fisiologi dan biokemik juga berpengaruh (Wood,1981). Potensi racun dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti absorpsi, distribusi, biotransformasi, ekskresi, interaksi dengan reseptor serta hubungan fungsional antara reseptor dan efektor yang masing-masing memiliki keragaman (Jones, 1977).

Pada awalnya penggunaan racun serangga terhadap suatu populasi spesies serangga masih memperlihatkan kepekaan serangga tersebut terhadap racun serangga yang digunakan. Lambat laun setelah beberapa generasi akan terlihat kemampuan atau daya bunuh racun serangga tersebut semakin menurun. Keadaan ini disebabkan serangga telah menjadi toleran terhadap racun yang digunakan, selanjutnya terlihat serangga akan semakin resisten dan akhirnya racun serangga tersebut tidak berdaya guna lagi (Brown dan Pal, 1971).

Resistensi suatu serangga terhadap insektisida beragam, dapat diperlihatkan dengan terjadinya berbagai tingkat kematian bila beberapa kelompok serangga dari spesies yang sama dikontakkan dengan berbagai dosis atau konsentrasi racun serangga tersebut. Resistensi yang terjadi berkisar antara 0 sampai 100% dan merupakan distribusi kumulatif normal yang disebut sebagai sebaran toleransi (Finney,1964). Mekanisme resistensi terhadap racun serangga dapat diterangkan melalui tiga jalan, yaitu :

1. Mekanisme secara morfologis yang terjadi melalui sifat morfologinya yang dipengaruhi oleh gen yang tidak spesifik seperti ukuran tubuh yang besar, kutikula yang tebal atau peningkatan kandungan lemak tubuh dan sebagainya. Mekanisme resistensi seperti ini disebut sebagai tipe *vigour tolerance*.
2. Mekanisme secara faali yang terjadi melalui sifat faalnya yang dipengaruhi oleh gen yang spesifik sebagai cara untuk mempertahankan hidup dari tekanan racun serangga seperti pembentukan enzim untuk melawan racun atau penimbunan racun dalam lemak tubuhnya. Resistensi yang terjadi bersifat sangat spesifik sehingga dapat terjadi derajat dan tingkat resistensi yang tinggi pada satu spesies terhadap racun serangga tertentu atau jika terjadi resistensi silang hanyalah pada jenis senyawa kimia tertentu saja. Mekanisme resistensi seperti ini disebut sebagai tipe *physiological resistance*.
3. Mekanisme secara alami melalui sifat perilaku atau kebiasaan serangga untuk menghindarkan diri dari keadaan yang tidak menguntungkan seperti mengubah kebiasaan atau perilaku karena adanya tekanan racun serangga. Kepekaan ini merupakan usaha awal sebelum terjadinya proses lain terhadap adanya racun serangga. Mekanisme resistensi seperti ini disebut tipe *behaviouristic resistance* (WHO, 1975).

Individu nyamuk yang pada dasarnya telah toleran terhadap suatu insektisida akan menghasilkan keturunan yang toleran pula (Brown dan Pal, 1971). Perkembangan toleransi nyamuk terhadap insektisida ditentukan oleh faktor genetik (Wood, 1981). Kemampuan toleransi nyamuk ditentukan oleh gen yang toleran pada variasi konsentrasi insektisida (Raymond *et al.*, 1989 dalam Bourguet *et al.*, 1996).

Kerentanan suatu racun serangga dapat terjadi beragam yang ditentukan oleh alel pada gen dan kontak dengan racun serangga sehingga dapat terjadi perubahan kerentanan atau resistensi. Oleh karena itu kerentanan terhadap suatu racun serangga perlu dimonitor secara berkala (Wood, 1981). Resistensi terhadap organofosfat atau karbamat terjadi karena asetilkolinesterase yang tidak sensitif yang bersifat kodominan menjadi dominan (Bourguet *et al.*, 1995). Resistensi terhadap insektisida terjadi dengan mekanisme yang berbeda antara lain mempercepat terjadinya detoksikasi dan menghambat absorpsi. Malation dihidrolisa oleh fosfatase dan karboksiesterase pada nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex tarsalis*. Strain *Aedes aegypti* yang resisten terhadap malation tidak mendetoksikasi malation lebih cepat daripada strain normal tetapi absorpsi malation melalui saluran pencernaan sangat sedikit. Sedangkan strain *Culex tarsalis* yang resisten terhadap malation memiliki karboksiesterase yang lebih aktif daripada strain normal dan aktifitas enzim yang tinggi ini ditemukan secara genetik yang tidak dapat dipisahkan dari resistensi terhadap malation (Matsumura dan Brown, 1961 dalam Clements, 1963).

2.7. Malation

Malation merupakan golongan insektisida organofosfat, dengan rumus molekul $C_{10}H_{19}O_6PS_2$. Pada umumnya insektisida organofosfat bertindak sebagai pengganggu sistem enzim yang bertugas dalam penghantaran rangsang saraf, yaitu kolinesterase. Apabila terjadi hambatan (*blocking*) pada kolinesterase maka terjadilah penimbunan asetilkolin karena kelebihan asetilkolin tidak dihidrolisis menjadi kolin dan asam asetat oleh kolinesterase. Akibatnya terjadi gangguan

perambatan rangsang, serangga menjadi hipereksitasi, tremor, konvulsi dan akhirnya paralisis (Matsumura, 1975; Sastrodihardjo, 1984).

Malation murni berbentuk cairan yang tidak berwarna dengan titik didih 156-157 °C pada tekanan 7 mmHg. Pada pH 5 atau 8 malation akan terhidrolisa dan pada temperatur tinggi akan terurai. Malation merupakan salah satu insektisida yang paling aman dengan LD₅₀ oral akut pada tikus sebesar 900-5800 mg/kg. Insektisida ini merupakan racun yang selektif karena mengandung gugus karboksil yang sangat mudah dihidrolisa dalam tubuh mamalia. Malation dapat digunakan sebagai racun kontak maupun racun perut melalui makanan dengan kerja seperti senyawa organofosfat lainnya yaitu menghambat kolinesterase pada saraf. Malation sangat cocok untuk racun serangga pemukiman karena daya racunnya sangat rendah terhadap mamalia dan daya kerjanya sebagai insektisida memiliki spektrum yang luas (Matsumura, 1976).

Sebagian besar penggunaan malation dalam pemberantasan vektor adalah sebagai pembunuh nyamuk dewasa. Pemakaian malation di Indonesia dengan cara pengasapan ruang dan sudah dilakukan sejak tahun 1972 dalam penanggulangan penyakit demam berdarah (Dep Kes RI, 1983).

2.8. Plastisitas Fenotip

Plastisitas fenotip adalah perbedaan ekspresi fenotip yang terjadi bila pengaruh genotip berinteraksi dengan lingkungan yang berbeda. Hal ini menggambarkan beberapa sumber variasi fenotip dalam kehidupan. Sumber variasi fenotip meliputi faktor lingkungan, genetik serta interaksi antara faktor lingkungan

dan genetik (Roff, 1992; Stearns, 1992 dalam Sorci *et al.*, 1996). Terjadinya plastisitas merupakan respon terhadap seleksi alami maupun buatan (Scheiner, 1993).

Evolusi pada tingkat optimum membutuhkan sifat kelenturan (plastisitas) yang dikontrol oleh kontrol genetik. Interaksi antara faktor genetik dengan lingkungan akan menghasilkan variasi genetik pada plastisitas fenotip. Keberhasilan adaptasi terhadap lingkungan yang berbeda, dapat dicapai dengan plastisitas fenotip (Via dan Lande, 1985 dalam Sorci *et al.*, 1996). Perubahan sifat selama evolusi dapat terjadi jika terdapat korelasi genetik antara sifat yang berubah tersebut (Lande dan Arnold, 1983 dalam Sorci *et al.*, 1996).

Peningkatan alokasi energi pada suatu sifat harus sesuai dengan penurunan alokasi energi untuk satu atau lebih sifat yang lain (Sibly dan Calow, 1988 dalam Sorci *et al.*, 1996). Perubahan alokasi energi ini terjadi karena jumlah total energi yang tersedia terbatas seperti yang diungkapkan dalam teori kehidupan. Proses pertukaran alokasi energi (*trade-off*) ini dapat terjadi jika kedua sifat fenotip tersebut memiliki korelasi genetik (Forsman dan Lindell, 1991 dalam Sorci *et al.*, 1996).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Entomologi, Jurusan Parasitologi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, pada bulan April 2000 sampai April 2001.

3.2. Bahan dan Alat

Nyamuk yang digunakan adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang diperoleh dari daerah Cimanggu, Bogor. Insektisida malation 96 EC diperoleh dari Dinas Kesehatan Kotamadya (DKK) Bogor. Kriteria nyamuk adalah sebagai berikut (Gunandini, 2001):

- F0: adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang tidak dipaparkan dengan malation.
- F5: adalah nyamuk *Aedes aegypti* generasi kelima, mulai dari generasi pertama sampai dengan generasi kelima setiap stadium larva instar keempat dipaparkan malation 96 EC selama 5 menit dengan dosis 24 ppm (25 μ l/l).
- F10: adalah nyamuk *Aedes aegypti* generasi kesepuluh, mulai generasi keenam sampai dengan kesepuluh setiap stadium larva instar keempat dipaparkan malation dengan dosis dinaikkan menjadi 48 ppm (50 μ l/l) dengan waktu kontak selama 5 menit.

IPB

F15: adalah nyamuk *Aedes aegypti* generasi kelima belas, mulai dari generasi kesebelas sampai dengan generasi kelima belas setiap stadium larva instar keempat dipaparkan malation dengan dosis dinaikkan menjadi 100 $\mu\text{l/l}$ (96 ppm) dan dikontakkan selama 10 menit.

F20: adalah nyamuk *Aedes aegypti* generasi kedua puluh, mulai dari generasi keenam belas sampai dengan generasi kedua puluh setiap stadium larva instar keempat dipaparkan malation dengan dosis dinaikkan menjadi 200 $\mu\text{l/l}$ (192 ppm) dengan waktu kontak selama 10 menit.

Bahan lain yang diperlukan adalah hati ayam, kandang nyamuk, kertas saring, nampan plastik, pipet, aspirator, mikroskop binokuler, kapas dan alkohol.

3.3. Pelaksanaan Penelitian

A. Penyediaan telur

Nyamuk dewasa setiap generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 dimasukkan ke dalam kandang masing-masing berukuran 40 x 40 x 40 cm^3 (Gambar 2). Setiap generasi nyamuk memerlukan tiga kandang untuk tiga ulangan, sehingga dibutuhkan lima belas kandang untuk pemeliharaan nyamuk dewasa ini. Setiap kandang berisi 20 nyamuk betina dan 10 nyamuk jantan.

Nyamuk dipuaskan dahulu selama satu minggu sebelum nyamuk diberi pakan darah untuk yang pertama kalinya. Nyamuk diberi makan air gula setiap hari dan diberi makan darah marmot setiap empat hari sekali sesuai dengan siklus gonotrofiknya. Marmot dicukur bulu punggungnya dan dimasukkan ke dalam

kandang jepit sebelum dimasukkan ke kandang nyamuk agar nyamuk mudah menghisap darahnya.

Di dalam setiap kandang disediakan satu gelas plastik berisi air bersih dan kertas saring sebagai tempat nyamuk betina meletakkan telurnya. Pada hari pemberian makan darah marmot, kertas saring yang berisi telur nyamuk diambil, diangin-anginkan sampai kertas saring menjadi kering, kemudian telur nyamuk dihitung dengan menggunakan mikroskop binokuler.

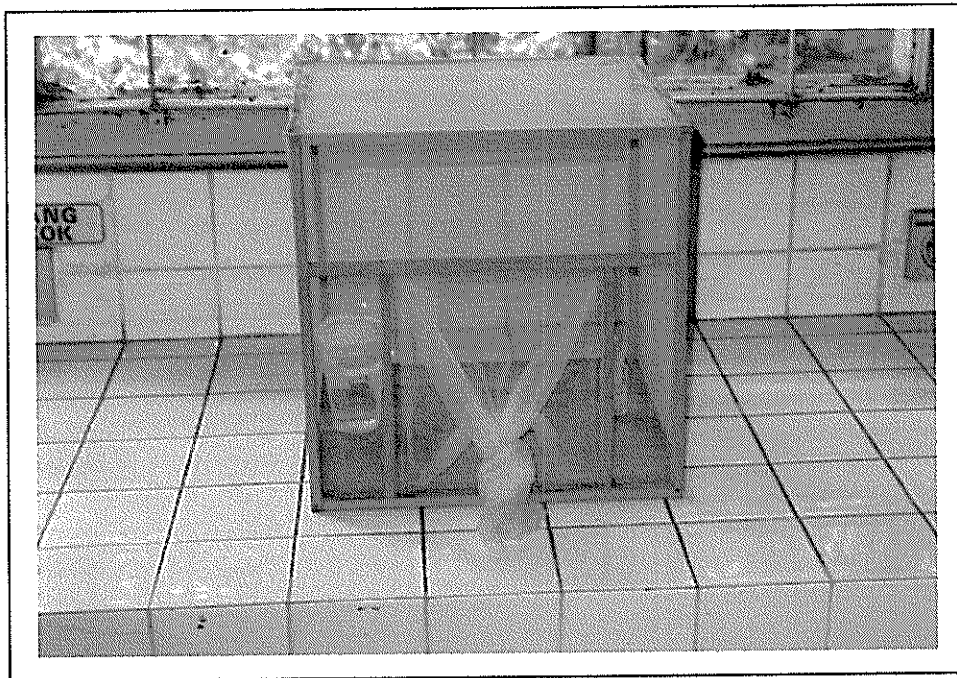
Pemeliharaan nyamuk, pemberian makan dan pengambilan kertas saring berisi telur dilakukan secara teratur setiap empat hari sekali sampai semua nyamuk di dalam kandang tersebut mati. Pengamatan dan penghitungan nyamuk yang mati juga dilakukan setiap empat hari sekali (Kurniada, 2001).

B. Penetasan telur, penghitungan jumlah larva, pupa dan nyamuk dewasa

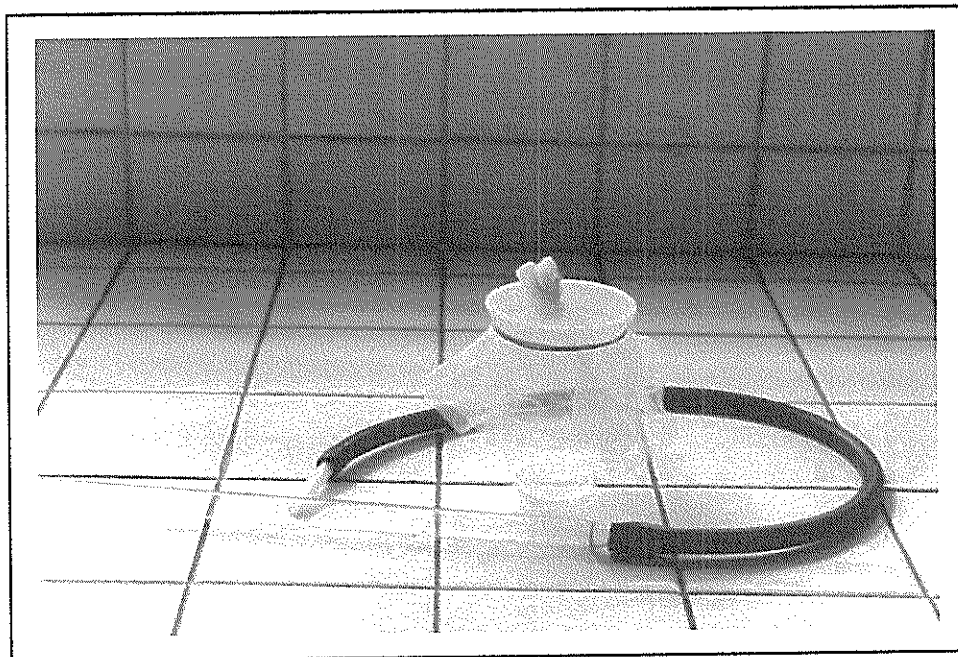
Setiap kelompok telur nyamuk *Aedes aegypti* yang telah didapat dari setiap satu siklus gonotrofik pada generasi F0, F5, F10, F15, F20 ditetaskan dalam nampan plastik berukuran 25 x 20 x 3 cm³ berisi air bersih (air PDAM) sebanyak satu liter. Bila telur telah menetas menjadi larva, larva nyamuk tersebut diberi makan hati ayam rebus yang telah dihaluskan. Apabila larva mencapai instar dua atau tiga (L II-L III), larva dipindahkan ke dalam nampan plastik lain berukuran 25 x 20 x 3 cm³ yang berisi air bersih (air PDAM) sebanyak satu liter dan dilakukan penghitungan jumlah larva tersebut. Pemindahan larva ini dilakukan sampai larva pada nampan penetasan telur habis dan sudah tidak ada lagi telur yang menetas menjadi larva. Larva yang telah dipindahkan tersebut diberi makan hati ayam rebus yang telah dihaluskan.

Bila larva telah mencapai stadium pupa, pupa dipindahkan ke dalam gelas plastik bervolume 200 ml berisi air bersih (air PDAM) sebanyak 3/4 bagian, jumlah pupa dihitung dan gelas berisi pupa tersebut dimasukkan ke dalam kandang nyamuk berukuran 40 x 40 x 40 cm³. Pemandahan pupa dilakukan sampai tidak ada lagi larva yang berkembang menjadi pupa.

Bila pupa telah mencapai stadium nyamuk dewasa, semua nyamuk dikeluarkan dari kandang nyamuk dengan menggunakan aspirator. Nyamuk dimasukkan ke dalam gelas plastik yang telah ditutup dengan kain kasa yang telah dilubangi sebagai tempat memasukkan aspirator dan kemudian lubang tersebut disumbat dengan kapas (Gambar 3). Nyamuk dewasa dimatikan terlebih dulu untuk mempermudah melakukan penghitungan terhadap rasio jumlah nyamuk jantan dan betina. Untuk mematikan nyamuk tetapi tidak merusak struktur anatomi nyamuk, maka dilakukan penetesan sedikit alkohol pada kapas penutup gelas plastik berisi nyamuk dewasa kemudian ditutup dengan plastik. Setelah beberapa saat nyamuk akan mati. Nyamuk yang sudah mati dikeluarkan dari gelas plastik tersebut dan dilakukan penghitungan jumlah nyamuk dewasa jantan dan betina. Penghitungan jumlah nyamuk dewasa dilakukan sampai tidak ada lagi pupa yang berkembang menjadi nyamuk dewasa.



Gambar 2. Kandang nyamuk dewasa berukuran $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}^3$



Gambar 3. Aspirator dan gelas plastik yang ditutup kain kasa, yang digunakan dalam penghitungan rasio jumlah nyamuk jantan dan betina

3.4. Pengamatan

Peubah yang diamati adalah: 1) daya tetas telur, 2) keberhasilan larva menjadi pupa, 3) keberhasilan eklosi serta 4) rasio jenis kelamin jantan dan betina pada imago. Pengamatan dan penghitungan jumlah telur, jumlah larva, jumlah pupa, jumlah nyamuk dewasa jantan dan betina dilakukan pada setiap generasi yang diuji, setiap kelompok telur dan setiap ulangan.

3.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah :

1. H_0 : Seleksi nyamuk *Aedes aegypti* dengan malation tidak mempengaruhi daya tetas telur.
2. H_0 : Seleksi nyamuk *Aedes aegypti* dengan malation tidak mempengaruhi keberhasilan perkembangan larva menjadi pupa.
3. H_0 : Seleksi nyamuk *Aedes aegypti* dengan malation tidak mempengaruhi keberhasilan eklosi.
4. H_0 : Seleksi nyamuk *Aedes aegypti* dengan malation tidak mempengaruhi rasio nyamuk jantan dan betina.

3.6. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan tiga kali ulangan pada setiap generasi yang diuji untuk setiap pengamatan. Perlakuan pada penelitian ini adalah generasi nyamuk F0, F5, F10, F15 dan F20.

Peubah respon yang diamati adalah daya tetas telur, keberhasilan menjadi pupa, kemampuan eklosi serta rasio nyamuk jantan dan betina.

Model rancangan adalah sebagai berikut (Walpole, 1995) :

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

y_{ij} = Nilai pengamatan ke- j dari perlakuan ke- i

μ = Nilai tengah

α_i = Pengaruh perlakuan ke- i ($i = 1-5$)

ε_{ij} = Galat pengamatan ke- j dalam perlakuan ke- i ($i = 1-5 ; j = 1-3$)

3.7. Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan sidik ragam (*Analysis of variance*) yang dilanjutkan dengan uji Wilayah-Berganda Duncan.

Data disajikan juga dalam bentuk tabel dan gambar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Daya Tetas Telur Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation

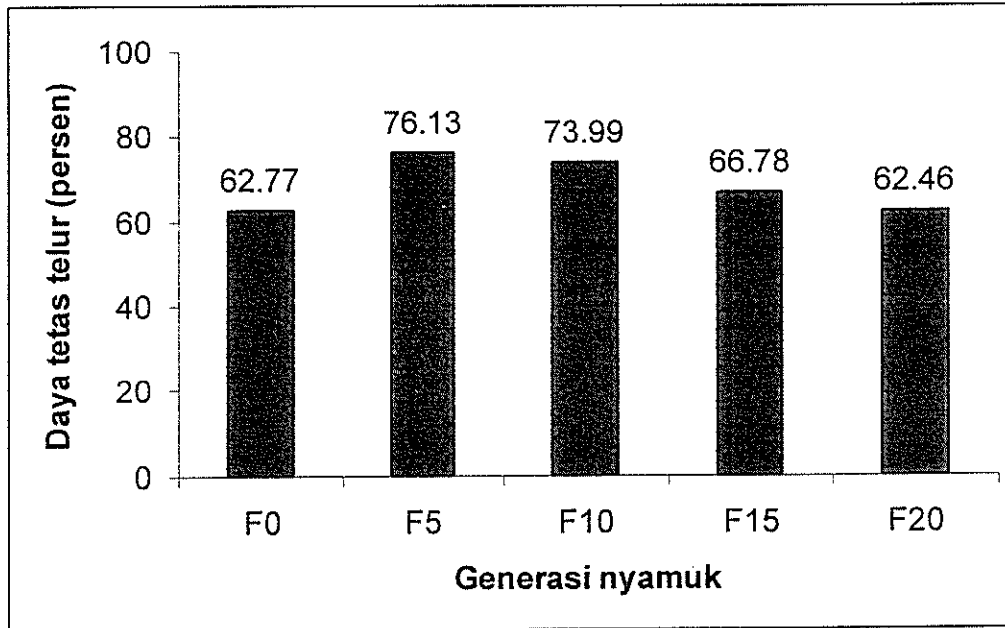
Telur *Aedes aegypti* diletakkan satu persatu atau berkelompok di dekat permukaan air pada dinding wadah. Pada suhu 30°C telur akan menetas dalam waktu 3-5 hari, sedangkan pada suhu 16°C bisa mencapai 7 hari (Brown, 1979). Telur akan menetas jika berkontak dengan air (Meisch dan Lancaster, 1986).

Rata-rata daya tetas telur *Aedes aegypti* menjadi larva pada beberapa generasi yang terseleksi insektisida malation, dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4. Dari tabel ini terlihat bahwa daya tetas telur menjadi larva pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 62.77 %, 76.13 %, 73.99 %, 66.78 % dan 62.46 %. Dengan sidik ragam (Anova), daya tetas telur generasi F0 sampai F20 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P>0.05$).

Tabel 1. Persentase daya tetas telur nyamuk *Aedes aegypti* generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation

| Generasi | Daya tetas telur menjadi larva (%) |
|----------|------------------------------------|
| F 0 | 62.77 ± 7.36 ^a |
| F 5 | 76.13 ± 12.77 ^a |
| F10 | 73.99 ± 13.89 ^a |
| F15 | 66.78 ± 1.46 ^a |
| F20 | 62.46 ± 12.51 ^a |

Keterangan : Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan uji yang berbeda nyata pada taraf 5% ($P<0.05$)



Gambar 4. Persentase daya tetas telur nyamuk *Aedes aegypti* generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation

Dari hasil penelitian ini ternyata tidak terdapat perbedaan daya tetas telur antara nyamuk *Aedes aegypti* terseleksi malation dengan nyamuk normal. Hal ini berarti kemampuan telur untuk menetas tidak berkurang, dengan demikian faktor-faktor yang mempengaruhi daya tetas telur seperti terjadinya fertilisasi (Christophers, 1960) dan kemampuan nyamuk betina dalam menghisap darah (Clements, 1963) tetap berlangsung dengan baik.

Kemampuan *Aedes aegypti* betina terseleksi malation dalam mempertahankan keturunannya tetap bertahan dengan baik meskipun di sisi yang lain umur nyamuk betina menjadi lebih pendek dan jumlah kelompok telur yang dihasilkan menjadi lebih sedikit (Kurniada, 2001).

Keadaan ini membuktikan bahwa telah terjadi fenomena plastisitas fenotip pada nyamuk *Aedes aegypti* terseleksi malation. Nyamuk mampu meningkatkan alokasi energi untuk pertumbuhan keturunannya meskipun harus mengurangi energi untuk kelangsungan hidupnya sendiri sesuai dengan pendapat Sibly dan Carlow (1988, dalam Sorci *et al.*, 1996).

4.2. Keberhasilan Menjadi Pupa Pada Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation

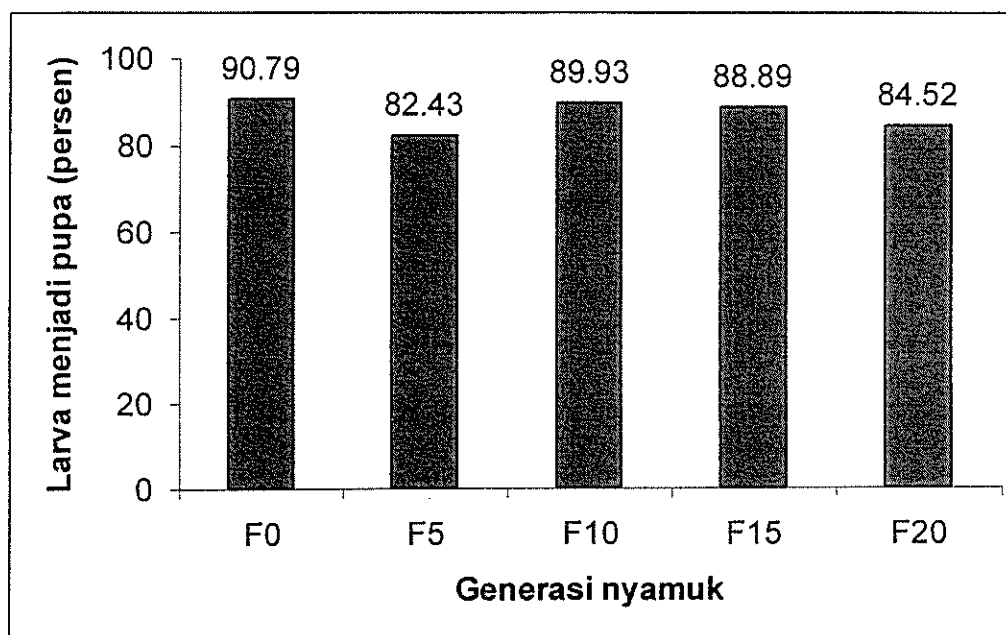
Stadium larva terdiri dari empat instar dan berlangsung selama 7 sampai 9 hari. Larva memerlukan air dan makanan yang cukup untuk kehidupannya (Brown, 1979). Larva *Aedes aegypti* memiliki sifat fototropisme negatif dan sensitif terhadap getaran (Christophers, 1960).

Rata-rata keberhasilan larva *Aedes aegypti* terseleksi malation yang mampu menjadi pupa, dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3. Dari tabel ini terlihat bahwa persentase keberhasilan larva yang berkembang menjadi pupa pada F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 90.79%, 82.43%, 89.93%, 88.89%, 84.52%. Dengan sidik ragam (Anova), keberhasilan larva yang berkembang menjadi pupa pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0.05$).

Tabel 2. Persentase keberhasilan menjadi pupa pada nyamuk *Aedes aegypti* generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation

| Generasi | Keberhasilan larva yang berkembang menjadi pupa |
|----------|---|
| F 0 | 90.79 ± 6.29 ^a |
| F 5 | 82.43 ± 0.67 ^a |
| F10 | 89.93 ± 5.43 ^a |
| F15 | 88.89 ± 4.29 ^a |
| F20 | 84.52 ± 4.00 ^a |

Keterangan : Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan uji yang berbeda nyata pada taraf 5% (P<0.05)



Gambar 5. Persentase keberhasilan menjadi pupa pada nyamuk *Aedes aegypti* generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation

Dari hasil penelitian ini ternyata tidak terdapat perbedaan keberhasilan larva berkembang menjadi pupa antara nyamuk *Aedes aegypti* terseleksi malation dengan nyamuk normal. Hal ini berarti kemampuan larva berkembang menjadi pupa tidak

berkurang, dengan demikian faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan larva menjadi pupa seperti mekanisme hormonal tetap berlangsung dengan baik.

Pada stadium larva, proses perkembangan larva menjadi pupa ditentukan oleh kadar hormon juvenil (neotenin) yang dihasilkan oleh *corpus allata*. Hormon juvenil berperan dalam pertumbuhan larva dan jika kadar hormon juvenil tinggi maka larva tidak akan berkembang menjadi pupa (Cummins *et al.*, 1996). Sebaliknya pada saat terjadi sekresi hormon ecdison maka larva berkembang menjadi pupa. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi perkembangan larva menjadi pupa seperti tersedianya media air bersih dan persediaan makanan yang cukup untuk perkembangan larva (Chandler dan Read, 1961) tersedia dalam penelitian ini.

Kemampuan nyamuk *Aedes aegypti* betina terseleksi malation dalam mempertahankan keturunannya tetap bertahan dengan baik meskipun di sisi lain umur nyamuk betina menjadi lebih pendek dan jumlah kelompok telur yang dihasilkan menjadi lebih sedikit (Kurniada, 2001). Keadaan ini membuktikan bahwa telah terjadi fenomena plastisitas fenotip pada nyamuk *Aedes aegypti* terseleksi malation. Alokasi energi untuk pertumbuhan keturunan meningkat dan terjadi penurunan alokasi energi untuk kelangsungan hidup nyamuk betina sesuai dengan pendapat Sibly dan Carlou (1988, dalam Sorci *et al.*, 1996).

4.3. Keberhasilan Eklosi Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation

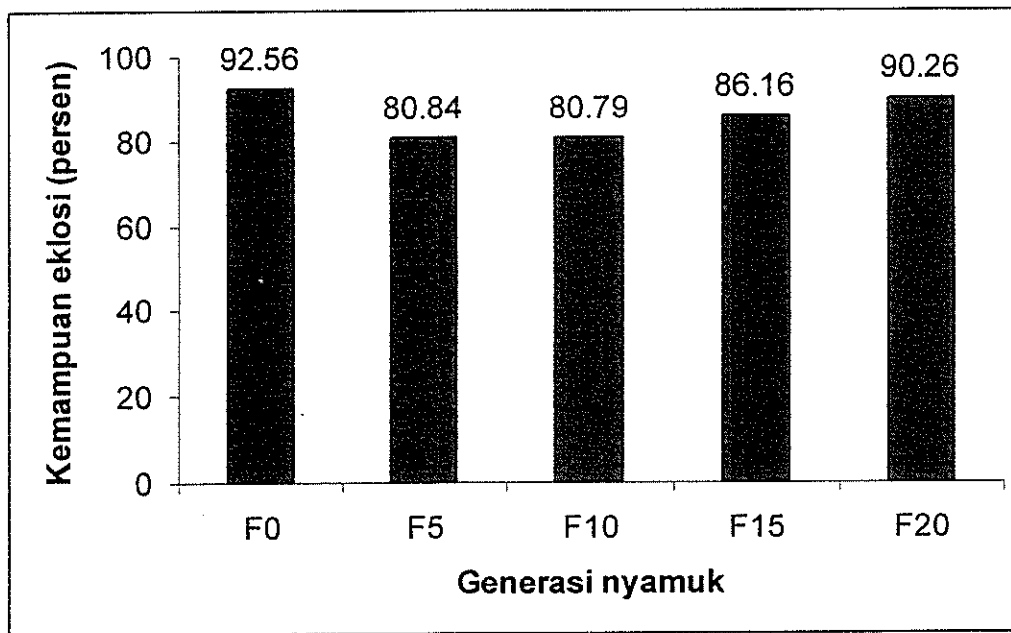
Stadium pupa merupakan stadium terakhir yang berada di dalam air dan merupakan stadium puasa. Pupa akan berkembang menjadi nyamuk dewasa (imago) yang dapat terbang dan keluar dari air. Stadium pupa dilalui selama 2 sampai 5 hari (Brown, 1979).

Persentase keberhasilan pupa berkembang menjadi nyamuk dewasa (eklosi) pada nyamuk *Aedes aegypti* setelah dipaparkan dengan malation sampai 20 generasi dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6. Dari tabel ini terlihat bahwa keberhasilan pupa yang berkembang menjadi nyamuk dewasa pada F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 92.56%, 80.84%, 80.79%, 86.16% dan 90.26%. Dengan sidik ragam (Anova), keberhasilan pupa yang berkembang menjadi nyamuk dewasa pada generasi F0 sampai F20 tidak berbeda nyata ($P>0.05$). Secara statistik, persentase keberhasilan eklosi antar generasi terseleksi malation tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 3. Persentase keberhasilan eklosi nyamuk *Aedes aegypti* generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation

| Generasi | Keberhasilan pupa yang berkembang menjadi dewasa (%) |
|----------|--|
| F0 | 92.56 ± 2.54 ^a |
| F5 | 80.84 ± 6.46 ^a |
| F10 | 80.79 ± 13.83 ^a |
| F15 | 86.16 ± 2.76 ^a |
| F20 | 90.26 ± 1.75 ^a |

Keterangan : Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan uji yang berbeda nyata pada taraf 5% ($P<0.05$)



Gambar 6. Persentase keberhasilan eklosi nyamuk *Aedes aegypti* generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation

Dari hasil penelitian ini, ternyata tidak terdapat perbedaan keberhasilan eklosi antara nyamuk *Aedes aegypti* terseleksi malation dengan nyamuk normal. Hal ini berarti kemampuan pupa berkembang menjadi imago tidak berkurang, dengan demikian faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan eklosi seperti ketersediaan dan kondisi air, suhu lingkungan dan mekanisme hormonal (Cummins *et al.*, 1965) tetap berlangsung dengan baik.

Pada saat eklosi, sudah tidak dihasilkan lagi hormon juvenil oleh *corpus allata* melainkan terjadi peningkatan hormon ecdison yang menstimulasi sel epidermal untuk memproduksi kutikula dan jaringan lain pada nyamuk dewasa (Cummins *et al.*, 1965). Eklosi diawali dengan munculnya sedikit udara di bawah kutikula pupa pada

sifon respirasi. Abdomen nyamuk akan menonjol keluar melalui kutikula yang robek dan seluruh tubuh nyamuk akan keluar perlahan-lahan (Brumpt, 1941 dalam Clements, 1963).

Hal ini berarti energi yang digunakan untuk eklosi tidak terganggu oleh cekaman insektisida karena nyamuk telah membayarnya dengan pertukaran energi untuk jangka hidupnya (*trade-off*) seperti yang telah diteliti oleh Kurniada (2001). Keadaan ini sesuai dengan teori kehidupan yang mengungkapkan bahwa energi yang tersedia pada setiap organisme hidup jumlahnya terbatas (Forsman dan Lindell, 1991 dalam Sorci *et al.*, 1996).

4.4. Rasio Jantan dan Betina Pada Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation

Membedakan nyamuk *Aedes aegypti* jantan dan betina dapat dilakukan dengan melihat bentuk antena. Pada bagian *caput* (kepala) terdapat antena yang terdiri dari 15 segmen dengan tipe antena *plumose* pada jantan dan antena *pilose* pada betina (Little, 1972). Bagian mulut nyamuk betina lebih kuat daripada nyamuk jantan sehingga dapat menembus kulit untuk menghisap darah manusia dan hewan (Brown, 1979).

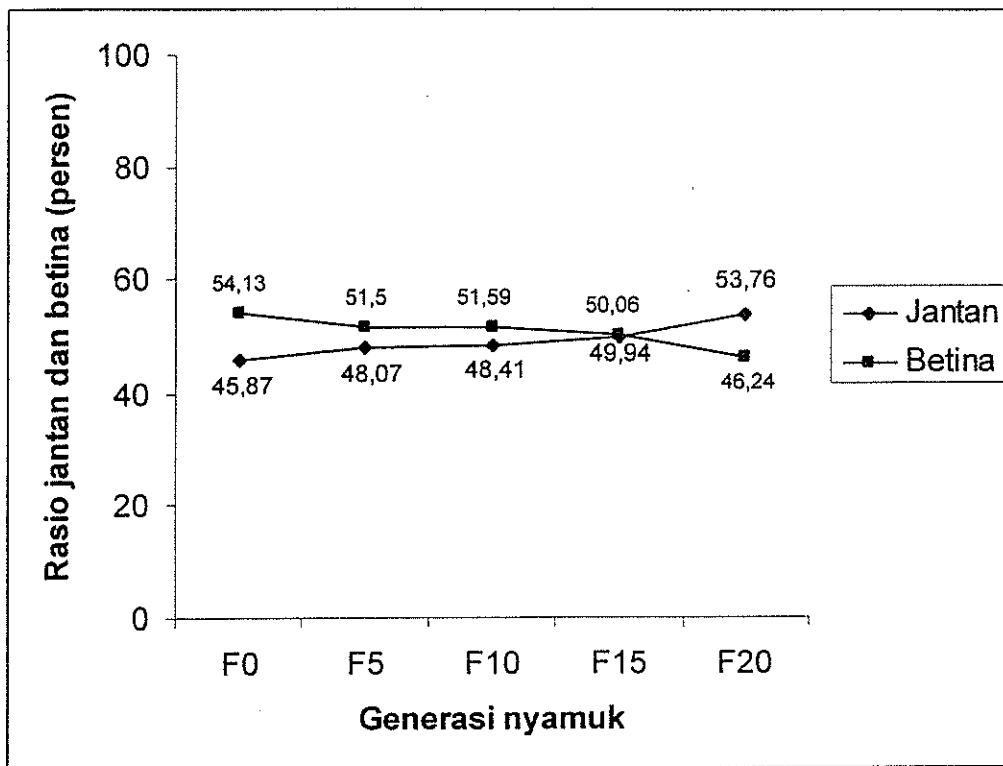
Rasio jumlah nyamuk jantan dan betina pada nyamuk *Aedes aegypti* setelah dipaparkan dengan malation sampai 20 generasi dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 7. Dari data yang tersaji terlihat bahwa persentase nyamuk jantan pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 45.87%, 48.07%, 48.41%, 49.94% dan 53.76%, sedangkan persentase nyamuk betina pada generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 adalah 54.13%, 51.50%, 51.59%, 50.06% dan 46.24%. Dengan sidik ragam

(Anova), rasio jumlah nyamuk jantan dan betina pada generasi F0 sampai F20 menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$).

Tabel 4. Persentase rasio jantan dan betina nyamuk *Aedes aegypti* generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation

| Generasi | Nyamuk jantan | Nyamuk betina |
|----------|-----------------------|-----------------------|
| F0 | 45.87 ± 0.82^a | 54.13 ± 0.82^a |
| F5 | 48.07 ± 2.18^{ab} | 51.50 ± 2.85^{ab} |
| F10 | 48.41 ± 0.69^{ab} | 51.59 ± 0.69^{ab} |
| F15 | 49.94 ± 2.69^b | 50.06 ± 2.69^{ab} |
| F20 | 53.76 ± 2.08^c | 46.24 ± 2.08^c |

Keterangan : Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan uji yang berbeda nyata pada taraf uji 5% ($P < 0.05$)



Gambar 7. Persentase rasio jantan dan betina nyamuk *Aedes aegypti* generasi F0, F5, F10, F15 dan F20 setelah dipaparkan dengan malation

Pada Tabel 4 dan Gambar 7 terlihat peningkatan jumlah nyamuk jantan dari generasi F0 sampai F20. Kenaikan jumlah nyamuk jantan terlihat berbeda nyata antara generasi F15 dengan F20 tetapi tidak terlihat perbedaan yang nyata antara generasi F5 dengan F10. Sedangkan jumlah nyamuk betina dari generasi F0 sampai F20 mengalami penurunan. Penurunan jumlah nyamuk betina terlihat berbeda nyata antara generasi F15 dengan F20 tetapi tidak terlihat perbedaan yang nyata pada generasi F5, F10 dan F15. Dari uraian tersebut terlihat kecenderungan bahwa semakin lama terseleksi dengan malation maka jumlah nyamuk jantan semakin meningkat dan jumlah nyamuk betina semakin menurun.

Keadaan demikian menunjukkan bahwa seleksi nyamuk dengan malation sampai 20 generasi berpengaruh terhadap rasio jumlah nyamuk jantan dan betina. Semakin sering nyamuk terpapar malation dengan konsentrasi yang semakin besar, maka jumlah nyamuk jantan semakin meningkat dan jumlah nyamuk betina semakin menurun.

Perkembangan toleransi nyamuk terhadap insektisida ditentukan oleh faktor genetik (Wood, 1981). Individu-individu nyamuk yang pada dasarnya telah toleran terhadap suatu insektisida akan menghasilkan keturunan yang resisten pula (Brown dan Pal, 1971). Kemampuan toleransi nyamuk ditentukan oleh gen yang toleran pada variasi konsentrasi insektisida (Raymond *et al.*, 1989 dalam Bourguet *et al.*, 1995). Faktor yang menentukan jenis kelamin nyamuk merupakan faktor yang diwariskan, yaitu faktor genetik (Clements, 1963). Pada saat terjadi perkembangan toleransi nyamuk terhadap malation, maka terjadi perubahan-perubahan genetik yang diturunkan pada keturunannya. Pada hasil penelitian ini, rasio nyamuk jantan

semakin meningkat dan rasio nyamuk betina semakin menurun seiring dengan semakin sering dan besarnya konsentrasi pemaparan malation. Hal ini kemungkinan disebabkan karena perubahan-perubahan genetik yang terjadi selama perkembangan toleransi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap malation.

Plastisitas fenotip adalah perbedaan ekspresi fenotip yang terjadi bila faktor genotip berinteraksi dengan lingkungan yang berbeda. Hal ini menggambarkan beberapa sumber variasi fenotip dalam sejarah hidup suatu organisme. Sumber variasi fenotip meliputi faktor lingkungan dan genetik serta interaksi antara faktor lingkungan dan genetik (Roff, 1992; Stearns, 1992 dalam Sorci *et al.*, 1996). Dalam penelitian ini, pemaparan malation merupakan lingkungan yang berbeda dan terjadi interaksi dengan pengaruh genotip. Hal ini menyebabkan perbedaan ekspresi fenotip yaitu peningkatan rasio nyamuk jantan dan penurunan rasio nyamuk betina pada generasi nyamuk terseleksi malation. Peningkatan rasio nyamuk jantan dan penurunan rasio nyamuk betina ini kemungkinan merupakan salah satu fenomena plastisitas fenotip.

Organogenesis pembentukan organ kelamin terjadi pada stadium larva (Clements, 1963). Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan organ kelamin dapat berasal dari luar seperti kondisi lingkungan yang tidak optimum akibat pemaparan insektisida maupun faktor dari dalam yang merupakan faktor yang diwariskan. Pemaparan insektisida dapat mempengaruhi organogenesis pada setiap stadium (Bourguet *et al.*, 1995). Pembentukan organ kelamin mulai terjadi pada stadium larva dan pemaparan malation dalam penelitian ini dilakukan pada larva instar keempat. Hal ini dapat mempengaruhi organogenesis terutama perkembangan

organ kelamin nyamuk. Jenis kelamin merupakan rangkaian polimorfosis yang seimbang dan kekuatan yang selektif akan menentang pembentukan proporsi jantan dan betina yang optimum. Pada penetapan jenis kelamin terdapat sebuah faktor yang diwariskan yang menyebabkan predominan pada jantan. Faktor ini hanya diturunkan oleh jantan dan frekuensinya dapat meningkat dengan adanya seleksi. Variasi rasio jenis kelamin pada *Aedes aegypti* disebabkan faktor yang diproduksi jantan memiliki kekuatan yang berbeda dalam populasi yang berbeda (Clements, 1963). Peningkatan rasio nyamuk jantan dan penurunan rasio nyamuk betina kemungkinan akibat gangguan yang terjadi pada organogenesis terutama perkembangan organ kelamin dan adanya suatu faktor yang diwariskan yang diproduksi oleh nyamuk jantan sehingga nyamuk jantan menjadi lebih tahan terhadap seleksi malation dibandingkan dengan nyamuk betina.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Nyamuk *Aedes aegypti* yang diseleksi dengan malation sampai 20 generasi ternyata memiliki:

1. Daya tetas telur yang secara statistik tidak berbeda nyata dengan generasi nyamuk kontrol.
2. Keberhasilan menjadi pupa yang tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna dibandingkan dengan nyamuk kontrol.
3. Kemampuan eklosi yang juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan nyamuk kontrol.
4. Rasio nyamuk jantan semakin meningkat dibandingkan dengan nyamuk betina.

Saran

Perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan perubahan aspek biologi pada nyamuk *Aedes aegypti* di lapangan yang berada pada derajat resistensi atau toleransi tertentu, terutama di daerah endemis demam berdarah dimana sering dilakukan pengendalian dengan insektisida malation.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus.** 2001. Mosquitoes: How to control them. <http://www.des/citizens/mosquito.htm>. 29 Mei 2001.
- Bahang, Z. B.** 1978. Life History of *Aedes (s) aegypti* and *Aedes (s) albopictus* Under Laboratory Conditions. Institut for Medical Research Malaysia. 45 hal.
- Borrer, D.J., C.A. Triplehon dan N.F. Johnson.** 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 1083 hal.
- Bourguet, D., M. Prout dan M. Raymond.** 1996. Dominance of Insecticide Resistance Presents a Plastic Response. Institut of Evolution Science. France.
- Brown, A. W. A dan R. Pal.** 1971. Insecticide Resistance in Arthropods. WHO Monograph Ser. No. 38. 491 hal.
- Brown, H. W.** 1979. Dasar Parasitologi Klinis. PT Gramedia. Jakarta. 535 hal.
- Chandler, A. C. dan C. P. Read.** 1961. Introduction to Parasitology. Jhon Wiley and Sons Inc. New York, London.
- Christophers, S. R.** 1960. *Aedes aegypti* (L) The Yellow Fever Mosquito. Cambrige University Press. London. 738 hal.
- Clements, A. N.** 1963. The Physiology of Mosquitoes. Pergamon Press. University of Southampton.
- Cummins, Miller, Smith dan Fox.** 1965. Experimental Entomology. Departement of Biological Science. University of Pitttsburgh.
- Departemen Kesehatan RI.** 1982. Penanggulangan Fokus Demam Berdarah. Departemen Kesehatan . Jakarta. 32 hal.
- Departemen Kesehatan RI.** 1983. Malathion. Departemen Kesehatan. Jakarta. 29 hal.
- Finney, D. J.** 1964. Statistical Methods in Bioassay. Compton Printing Ltd. London. 668 p.

- Jones, L. M., N. H. Booth, L. E. McDonald.** 1977. *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 4th Edition. Oxford and IBH Publishing Co. New Dehli Bombay Calcuta. 1380 hal.
- Gunandini, D. J. dan Y. R. Gionar.** 1999. Penentuan Status Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Malathion Melalui Gambaran Pola Larik DNA Sebagai Dasar Pengendalian. Laporan Penelitian. FKH-IPB. Bogor. 36 hal.
- Gunandini, D. J.** 2001. Plastisitas Fenotip Pada Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malathion. Disertasi ITB (masih dalam penyelesaian). Bandung.
- Kettle, D. S.** 1984. *Medical and Veterinary Entomology*. A Wiley-Inter Science Publication. New York. 658 hal.
- Kurniada, N.** 2001. Pengaruh Seleksi Malation Terhadap Jangka Hidup Imago, Jumlah Kelompok Telur dan Jumlah Telur Nyamuk *Aedes aegypti*. Skripsi. FKH-IPB. Bogor. 39 hal.
- Little, V. A.** 1972. *General and Applied Entomology*. Happer and Row, New York, London.
- Matsumura, F.** 1976. *Toxicologi of Insecticides*, 2nd Edition. Plenum Press. London. 503 hal.
- Meisch, M. V. dan J. L. Lancaster.** 1986. *Arthropods in Livestock and Poultry Production*. Ellis Harwood Limited. England. 402 hal.
- Michael, W.** 1986. *Blood Sucking Insects Vector of Disease*. Camelot Press Ltd. Southampton.
- Mintarsih, E. R., L. Santoso dan H. Suwasono.** 1996. Pengaruh Suhu dan Kelembaban Udara Alami Terhadap Jangka Hidup *Aedes aegypti* Betina di Kotamadya Salatiga dan Semarang. Laporan Penelitian. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ross, H. H.** 1948. *A Textbook of Entomology*. Jhon Wiley and Sons Inc. New York.
- Sastrodihardjo, S.** 1984. *Pengantar Entomologi Terapan*. Penerbit ITB. Bandung. 76 hal.
- Scheiner, S. M.** 1993. *Genetics and Evolution of Phenotypic Plasticity*. Annual Reviews Inc. Illinois. 24, 35-68.
- Soedarmo, S. S. P.** 1983. *Demam Berdarah (Dengue) Pada Anak*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 227 hal.

- Sorci, G., J. Clobert dan S. Belichon.** 1996. Phenotypic Plasticity of Growth and Survival in The Common Lizard *Lacerta vivipara*. *Journal of Animal Ecology*. Paris. 65,781-790.
- Walpole, R. E.** 1995. Pengantar Statistika. Edisi ke-3. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 515 hal.
- WHO.** 1975. Manual on Practical Entomology in Malaria. Part II. Geneva. 191 hal.
- WHO.** 1981. Introduction for Determining the Susceptibility or Resistance of Adult Mosquito to Organophosphat and Carbamate Insecticides Diagnostic Test. WHO/VBC/81.
- Wood, R. J. dan G. S. Mani.** 1981. The Effective Dominance of Resistance. *Pestic Science*. 573-581.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Persentase Daya Tetas Telur Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation pada Generasi F0, F5, F10, F15 dan F20

F0

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) |
| 1 | 162 | 113 | 413 | 177 | 165 | 109 |
| 2 | 113 | 23 | 333 | 164 | 205 | 82 |
| 3 | 175 | 57 | 305 | 80 | 173 | 106 |
| 4 | 385 | 243 | 510 | 376 | 311 | 297 |
| 5 | 357 | 304 | 364 | 252 | 268 | 214 |
| 6 | 321 | 254 | 395 | 298 | 261 | 221 |
| 7 | 197 | 47 | 147 | 51 | 234 | 96 |
| 8 | 210 | 126 | 38 | 25 | 190 | 177 |
| 9 | 42 | 32 | 20 | 1 | 158 | 57 |
| 10 | 36 | 32 | 73 | 50 | 105 | 100 |
| 11 | 105 | 47 | 74 | 48 | 87 | 59 |
| 12 | 97 | 45 | 0 | 0 | 65 | 61 |
| 13 | 40 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 2240 | 1351 | 2672 | 1522 | 2222 | 1579 |
| $\Sigma L/\Sigma T$ (%) | 60.31 | | 56.96 | | 71.06 | |

F5

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) |
| 1 | 375 | 285 | 248 | 199 | 281 | 164 |
| 2 | 402 | 379 | 474 | 116 | 163 | 128 |
| 3 | 542 | 467 | 352 | 342 | 198 | 130 |
| 4 | 468 | 451 | 575 | 456 | 226 | 173 |
| 5 | 467 | 454 | 394 | 323 | 409 | 254 |
| 6 | 221 | 161 | 169 | 142 | 266 | 101 |
| 7 | 329 | 309 | 214 | 210 | 309 | 215 |
| 8 | 281 | 237 | 205 | 192 | 46 | 43 |
| 9 | 167 | 111 | 130 | 124 | 182 | 102 |
| 10 | 30 | 21 | 0 | 0 | 69 | 51 |
| 11 | 42 | 39 | 32 | 24 | 0 | 0 |
| 12 | 19 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 3343 | 2971 | 2793 | 2128 | 2149 | 1361 |
| $\Sigma L/\Sigma T$ (%) | 88.87 | | 76.19 | | 63.33 | |

F10

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) |
| 1 | 437 | 400 | 551 | 391 | 909 | 907 |
| 2 | 477 | 422 | 584 | 280 | 557 | 506 |
| 3 | 744 | 341 | 579 | 311 | 575 | 400 |
| 4 | 302 | 278 | 647 | 426 | 186 | 174 |
| 5 | 364 | 261 | 11 | 5 | 80 | 21 |
| 6 | 264 | 236 | 123 | 103 | 94 | 88 |
| 7 | 68 | 66 | 0 | 0 | 96 | 66 |
| 8 | 238 | 201 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 40 | 38 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 53 | 49 | 0 | 0 |
| Σ | 2894 | 2205 | 2713 | 1603 | 2497 | 2162 |
| $\Sigma L/\Sigma T$ (%) | 76.31 | | 59.09 | | 86.58 | |

F15

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) |
| 1 | 496 | 282 | 452 | 238 | 686 | 372 |
| 2 | 131 | 85 | 560 | 414 | 843 | 496 |
| 3 | 375 | 319 | 74 | 41 | 521 | 402 |
| 4 | 79 | 47 | 149 | 131 | 279 | 253 |
| 5 | 20 | 11 | 66 | 32 | 230 | 170 |
| 6 | 96 | 83 | 45 | 33 | 82 | 54 |
| 7 | 106 | 65 | 0 | 0 | 6 | 2 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 7 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 50 |
| Σ | 1303 | 892 | 1346 | 889 | 2744 | 1806 |
| $\Sigma L/\Sigma T$ (%) | 68.46 | | 66.05 | | 65.82 | |

F 20

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) | Telur (T) | Larva (L) |
| 1 | 544 | 327 | 1030 | 582 | 1051 | 919 |
| 2 | 537 | 277 | 149 | 26 | 550 | 394 |
| 3 | 44 | 38 | 21 | 15 | 243 | 188 |
| 4 | 80 | 52 | 77 | 52 | 88 | 72 |
| 5 | 81 | 49 | 0 | 0 | 62 | 30 |
| 6 | 13 | 9 | 0 | 0 | 43 | 5 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 87 | 19 |
| Σ | 1299 | 752 | 1277 | 675 | 2124 | 1627 |
| $\Sigma L/\Sigma T$ (%) | 57.89 | | 52.86 | | 76.60 | |

Lampiran 2. Persentase Keberhasilan Larva Menjadi Pupa pada Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation pada Generasi F0, F5, F10, F15 dan F20

F0

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) |
| 1 | 113 | 63 | 177 | 163 | 109 | 92 |
| 2 | 23 | 20 | 164 | 161 | 82 | 70 |
| 3 | 57 | 54 | 80 | 76 | 106 | 100 |
| 4 | 243 | 219 | 376 | 369 | 297 | 283 |
| 5 | 304 | 276 | 252 | 252 | 214 | 197 |
| 6 | 254 | 248 | 298 | 293 | 221 | 200 |
| 7 | 47 | 42 | 51 | 50 | 96 | 96 |
| 8 | 126 | 124 | 25 | 24 | 177 | 176 |
| 9 | 32 | 24 | 1 | 0 | 57 | 44 |
| 10 | 32 | 29 | 50 | 50 | 100 | 90 |
| 11 | 47 | 10 | 48 | 25 | 59 | 54 |
| 12 | 45 | 9 | 0 | 0 | 61 | 57 |
| 13 | 28 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 1351 | 1133 | 1522 | 1463 | 1579 | 1459 |
| ΣP/ΣL (%) | 83.86 | | 96.12 | | 92.40 | |

F5

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) |
| 1 | 285 | 251 | 199 | 166 | 164 | 104 |
| 2 | 379 | 298 | 116 | 92 | 128 | 117 |
| 3 | 467 | 384 | 342 | 253 | 130 | 131 |
| 4 | 451 | 330 | 456 | 373 | 173 | 163 |
| 5 | 454 | 390 | 323 | 261 | 254 | 230 |
| 6 | 161 | 56 | 142 | 120 | 101 | 97 |
| 7 | 309 | 268 | 210 | 178 | 215 | 202 |
| 8 | 237 | 213 | 192 | 138 | 43 | 32 |
| 9 | 111 | 93 | 124 | 83 | 102 | 94 |
| 10 | 21 | 19 | 0 | 0 | 51 | 43 |
| 11 | 39 | 18 | 24 | 16 | 0 | 0 |
| 12 | 57 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 2971 | 2354 | 2128 | 1680 | 1361 | 1213 |
| ΣP/ΣL (%) | 79.23 | | 78.95 | | 89.13 | |

F10

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) |
| 1 | 400 | 387 | 391 | 360 | 907 | 693 |
| 2 | 422 | 387 | 280 | 219 | 506 | 484 |
| 3 | 341 | 332 | 311 | 292 | 400 | 337 |
| 4 | 278 | 275 | 426 | 373 | 174 | 170 |
| 5 | 261 | 241 | 5 | 4 | 21 | 14 |
| 6 | 236 | 228 | 103 | 98 | 88 | 87 |
| 7 | 66 | 66 | 0 | 0 | 66 | 62 |
| 8 | 201 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 38 | 31 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 49 | 40 | 0 | 0 |
| Σ | 2205 | 2116 | 1603 | 1417 | 2162 | 1847 |
| $\Sigma P/\Sigma L$ (%) | 95.96 | | 88.40 | | 85.43 | |

F 15

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) |
| 1 | 282 | 240 | 238 | 233 | 372 | 318 |
| 2 | 85 | 83 | 414 | 375 | 496 | 461 |
| 3 | 319 | 247 | 41 | 32 | 402 | 394 |
| 4 | 47 | 43 | 131 | 128 | 253 | 232 |
| 5 | 11 | 2 | 32 | 31 | 170 | 144 |
| 6 | 83 | 78 | 33 | 17 | 54 | 37 |
| 7 | 65 | 56 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 49 |
| Σ | 892 | 749 | 889 | 816 | 1806 | 1642 |
| $\Sigma P/\Sigma L$ (%) | 83.97 | | 91.79 | | 90.92 | |

F 20

| Batch | Ulangan 1 | | Ulangan 2 | | Ulangan 3 | |
|-------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) | Larva (L) | Pupa (P) |
| 1 | 327 | 266 | 582 | 522 | 919 | 764 |
| 2 | 277 | 242 | 26 | 19 | 394 | 342 |
| 3 | 38 | 38 | 15 | 14 | 188 | 96 |
| 4 | 52 | 51 | 52 | 32 | 72 | 64 |
| 5 | 49 | 47 | 0 | 0 | 30 | 15 |
| 6 | 9 | 8 | 0 | 0 | 5 | 2 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 17 |
| Σ | 752 | 652 | 675 | 587 | 1627 | 1300 |
| $\Sigma P/\Sigma L$ (%) | 86.70 | | 86.96 | | 79.90 | |

Lampiran 3. Persentase Kemampuan Eklosi dan Rasio Jantan-Betina
Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation pada Generasi F0

F0

| Batch | Ulangan 1 | | | | Ulangan 2 | | | | Ulangan 3 | | | |
|------------------|-------------|---------------|---------------|------|-------------|---------------|---------------|------|-------------|---------------|---------------|-----|
| | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B |
| 1 | 63 | 26 | 35 | 61 | 163 | 72 | 79 | 151 | 52 | 20 | 30 | 50 |
| 2 | 20 | 11 | 8 | 19 | 161 | 49 | 87 | 136 | 129 | 48 | 73 | 121 |
| 3 | 54 | 18 | 33 | 51 | 76 | 26 | 34 | 60 | 100 | 43 | 54 | 97 |
| 4 | 219 | 79 | 118 | 197 | 369 | 149 | 176 | 325 | 127 | 51 | 71 | 122 |
| 5 | 276 | 141 | 132 | 273 | 252 | 125 | 122 | 247 | 51 | 24 | 26 | 50 |
| 6 | 248 | 90 | 118 | 208 | 293 | 133 | 144 | 277 | 99 | 53 | 44 | 97 |
| 7 | 42 | 15 | 26 | 41 | 50 | 18 | 22 | 40 | 49 | 19 | 27 | 46 |
| 8 | 124 | 54 | 58 | 112 | 24 | 17 | 7 | 24 | 54 | 31 | 21 | 52 |
| 9 | 24 | 13 | 10 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 12 | 19 | 31 |
| 10 | 29 | 16 | 12 | 28 | 50 | 21 | 22 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 10 | 3 | 4 | 7 | 25 | 10 | 12 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 9 | 3 | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 15 | 5 | 8 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 1133 | 474 | 565 | 1039 | 1463 | 620 | 705 | 1325 | 698 | 301 | 365 | 666 |
| Σ(J+B)/ΣP (%) | 91.70 | | | | 90.57 | | | | 95.42 | | | |
| ΣJ/Σ(J+B) (%) | 45.62 | | | | 46.79 | | | | 45.20 | | | |
| ΣB/Σ(J+B) (%) | 54.38 | | | | 53.21 | | | | 54.80 | | | |

Lampiran 4. Persentase Kemampuan Eklosi dan Rasio Jantan-Betina Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation pada Generasi F5

F5

| Batch | Ulangan 1 | | | | Ulangan 2 | | | | Ulangan 3 | | | |
|---------------|-----------|------------|------------|------|-----------|------------|------------|------|-----------|------------|------------|------|
| | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B |
| 1 | 251 | 114 | 113 | 227 | 166 | 78 | 69 | 147 | 202 | 67 | 69 | 136 |
| 2 | 298 | 101 | 119 | 220 | 92 | 26 | 53 | 79 | 317 | 103 | 134 | 237 |
| 3 | 384 | 116 | 161 | 277 | 253 | 124 | 98 | 222 | 369 | 223 | 144 | 367 |
| 4 | 330 | 162 | 163 | 325 | 373 | 157 | 205 | 362 | 560 | 219 | 219 | 438 |
| 5 | 390 | 38 | 116 | 154 | 261 | 25 | 65 | 90 | 146 | 64 | 65 | 129 |
| 6 | 56 | 11 | 12 | 23 | 120 | 52 | 48 | 100 | 43 | 7 | 36 | 43 |
| 7 | 268 | 120 | 141 | 261 | 178 | 96 | 79 | 175 | 9 | 2 | 2 | 4 |
| 8 | 213 | 73 | 67 | 140 | 138 | 65 | 58 | 123 | 191 | 77 | 90 | 167 |
| 9 | 93 | 28 | 22 | 50 | 83 | 38 | 35 | 73 | 118 | 58 | 56 | 114 |
| 10 | 19 | 11 | 5 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 40 | 30 | 70 |
| 11 | 18 | 11 | 7 | 18 | 16 | 6 | 10 | 16 | 77 | 40 | 35 | 75 |
| 12 | 34 | 11 | 13 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59 | 30 | 29 | 59 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 15 | 10 | 25 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 3 | 6 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 14 | 11 | 25 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 7 | 2 | 9 |
| Σ | 2354 | 796 | 939 | 1735 | 1680 | 667 | 720 | 1387 | 2236 | 969 | 935 | 1929 |
| Σ(J+B)/ΣP (%) | 73.70 | | | | 82.56 | | | | 86.27 | | | |
| ΣJ/Σ(J+B) (%) | 45.88 | | | | 48.09 | | | | 50.23 | | | |
| ΣB/Σ(J+B) (%) | 54.12 | | | | 51.91 | | | | 48.47 | | | |

Lampiran 5. Persentase Kemampuan Ekdisi dan Rasio Jantan-Betina
Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation pada Generasi F10

F10

| Batch | Ulangan 1 | | | | Ulangan 2 | | | | Ulangan 3 | | | |
|---------------|-----------|------------|------------|------|-----------|------------|------------|------|-----------|------------|------------|------|
| | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B |
| 1 | 387 | 71 | 75 | 146 | 360 | 129 | 139 | 268 | 693 | 329 | 354 | 683 |
| 2 | 387 | 158 | 182 | 340 | 219 | 97 | 116 | 213 | 484 | 197 | 225 | 422 |
| 3 | 332 | 135 | 141 | 276 | 292 | 135 | 148 | 283 | 337 | 129 | 141 | 270 |
| 4 | 275 | 94 | 88 | 182 | 373 | 165 | 157 | 322 | 170 | 57 | 63 | 120 |
| 5 | 241 | 76 | 77 | 153 | 4 | 1 | 2 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 |
| 6 | 228 | 63 | 59 | 122 | 98 | 42 | 51 | 93 | 87 | 35 | 47 | 82 |
| 7 | 66 | 26 | 36 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 | 34 | 28 | 62 |
| 8 | 200 | 50 | 41 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 13 | 16 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 24 | 14 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 2116 | 673 | 699 | 1372 | 1417 | 606 | 643 | 1249 | 1847 | 787 | 864 | 1651 |
| Σ(J+B)/ΣP (%) | 64.84 | | | | 88.14 | | | | 89.39 | | | |
| ΣJ/Σ(J+B) (%) | 49.05 | | | | 48.52 | | | | 47.67 | | | |
| ΣB/Σ(J+B) (%) | 50.95 | | | | 51.48 | | | | 52.33 | | | |

Lampiran 6. Persentase Kemampuan Eklosi dan Rasio Jantan-Betina
Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation pada Generasi F15

F15

| Batch | Ulangan 1 | | | | Ulangan 2 | | | | Ulangan 3 | | | |
|------------------|-------------|---------------|---------------|-----|-------------|---------------|---------------|-----|-------------|---------------|---------------|------|
| | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B |
| 1 | 240 | 107 | 126 | 233 | 233 | 100 | 123 | 223 | 318 | 135 | 162 | 297 |
| 2 | 83 | 35 | 45 | 80 | 375 | 177 | 168 | 345 | 461 | 222 | 129 | 351 |
| 3 | 247 | 99 | 106 | 205 | 32 | 11 | 9 | 20 | 394 | 128 | 165 | 293 |
| 4 | 43 | 13 | 14 | 27 | 128 | 37 | 36 | 73 | 232 | 110 | 91 | 201 |
| 5 | 2 | 2 | 0 | 2 | 31 | 14 | 15 | 29 | 144 | 78 | 57 | 135 |
| 6 | 78 | 31 | 31 | 62 | 17 | 7 | 10 | 17 | 37 | 19 | 17 | 36 |
| 7 | 56 | 31 | 24 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 2 | 6 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 28 | 19 | 47 |
| Σ | 749 | 318 | 346 | 664 | 816 | 346 | 361 | 707 | 1642 | 724 | 642 | 1366 |
| Σ(J+B)/ΣP (%) | 88.65 | | | | 86.64 | | | | 83.19 | | | |
| ΣJ/Σ(J+B) (%) | 47.89 | | | | 48.94 | | | | 53.00 | | | |
| ΣB/Σ(J+B) (%) | 52.11 | | | | 51.06 | | | | 47.00 | | | |

Lampiran 7. Persentase Kemampuan Eklosi dan Rasio Jantan-Betina
Nyamuk *Aedes aegypti* Terseleksi Malation pada Generasi F20

F20

| Batch | Ulangan 1 | | | Ulangan 2 | | | Ulangan 3 | | | | | |
|---------------|-----------|------------|------------|-----------|----------|------------|------------|-----|----------|------------|------------|------|
| | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B | Pupa (P) | Jantan (J) | Betina (B) | J+B |
| 1 | 266 | 143 | 104 | 247 | 522 | 256 | 203 | 459 | 764 | 343 | 342 | 685 |
| 2 | 242 | 122 | 112 | 234 | 19 | 7 | 11 | 18 | 342 | 188 | 150 | 338 |
| 3 | 38 | 16 | 17 | 33 | 14 | 6 | 8 | 14 | 96 | 32 | 29 | 61 |
| 4 | 51 | 20 | 23 | 43 | 32 | 21 | 9 | 30 | 64 | 28 | 30 | 58 |
| 5 | 47 | 20 | 17 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 4 | 6 | 10 |
| 6 | 8 | 4 | 3 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 7 | 8 | 15 |
| Σ | 652 | 325 | 276 | 601 | 587 | 290 | 231 | 521 | 1300 | 602 | 566 | 1168 |
| Σ(J+B)/ΣP (%) | | | | 92.18 | | | 88.76 | | | 89.85 | | |
| ΣJ/Σ(J+B) (%) | | | | 54.08 | | | 55.66 | | | 51.54 | | |
| ΣB/Σ(J+B) (%) | | | | 45.92 | | | 44.33 | | | 48.46 | | |

Lampiran 8. Analisis Sidik Ragam

Daya Tetas Telur Menjadi Larva

| <i>Sumber Keragaman</i> | <i>Derajat Bebas</i> | <i>Jumlah Kuadrat</i> | <i>Kuadrat Tengah</i> | <i>F Hitung</i> | <i>P</i> |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| <i>Generasi</i> | 4 | 450.59 | 112.65 | 1.02 | 0.44 |
| <i>Galat</i> | 10 | 1108.94 | 110.89 | | |
| <i>Total</i> | 14 | 1559.54 | | | |

Keberhasilan Perkembangan Larva Menjadi Pupa

| <i>Sumber Keragaman</i> | <i>Derajat Bebas</i> | <i>Jumlah Kuadrat</i> | <i>Kuadrat Tengah</i> | <i>F Hitung</i> | <i>P</i> |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| <i>Generasi</i> | 4 | 159.12 | 39.78 | 1.45 | 0.29 |
| <i>Galat</i> | 10 | 274.01 | 27.40 | | |
| <i>Total</i> | 14 | 433.12 | | | |

Keberhasilan Eklosi Pupa Menjadi Nyamuk Dewasa

| <i>Sumber Keragaman</i> | <i>Derajat Bebas</i> | <i>Jumlah Kuadrat</i> | <i>Kuadrat Tengah</i> | <i>F Hitung</i> | <i>P</i> |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| <i>Generasi</i> | 4 | 344.81 | 86.20 | 1.72 | 0.221 |
| <i>Galat</i> | 10 | 500.04 | 50.00 | | |
| <i>Total</i> | 14 | 844.86 | | | |

Rasio Jumlah Nyamuk Jantan

| <i>Sumber Keragaman</i> | <i>Derajat Bebas</i> | <i>Jumlah Kuadrat</i> | <i>Kuadrat Tengah</i> | <i>F Hitung</i> | <i>P</i> |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| <i>Generasi</i> | 4 | 103.01 | 25.75 | 7.36 | 0.005 |
| <i>Galat</i> | 10 | 34.99 | 3.49 | | |
| <i>Total</i> | 14 | 138.01 | | | |

Rasio Jumlah Nyamuk Betina

| <i>Sumber Keragaman</i> | <i>Derajat Bebas</i> | <i>Jumlah Kuadrat</i> | <i>Kuadrat Tengah</i> | <i>F Hitung</i> | <i>P</i> |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| <i>Generasi</i> | 4 | 100.58 | 25.15 | 6.02 | 0.009 |
| <i>Galat</i> | 10 | 41.79 | 4.18 | | |
| <i>Total</i> | 14 | 142.36 | | | |

Lampiran 9. Uji Wilayah-Berganda Duncan Rasio Nyamuk Jantan

| | | | | |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| x_{F0} | x_{F5} | x_{F10} | x_{F15} | x_{F20} |
| 45,87 | 48,07 | 48,41 | 49,94 | 53,76 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| p | 2 | 3 | 4 | 5 |
| r_p | 3,151 | 3,293 | 3,376 | 3,430 |
| R_p | 3,403 | 3,556 | 3,647 | 3,704 |

Dengan membandingkan wilayah-wilayah nyata terkecil dengan selisih-selisih rata-rata generasi yang telah diurutkan, sampai pada kesimpulan berikut :

1. $x_{F20}-x_{F15} = 3,82 > R_2$, berbeda nyata
2. $x_{F15}-x_{F10} = 1,53 < R_2$, tidak berbeda nyata
3. $x_{F15}-x_{F5} = 1,87 < R_3$, tidak berbeda nyata
4. $x_{F15}-x_{F0} = 4,07 > R_4$, berbeda nyata
5. $x_{F10}-x_{F5} = 0,34 < R_2$, tidak berbeda nyata
6. $x_{F10}-x_{F0} = 2,54 < R_3$, tidak berbeda nyata
7. $x_{F5}-x_{F0} = 2,20 < R_2$, tidak berbeda nyata

| | | | | |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| x_{F0} | x_{F5} | x_{F10} | x_{F15} | x_{F20} |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|

| | |
|-----|-----|
| F0 | A |
| F5 | A B |
| F10 | A B |
| F15 | B |
| F20 | C |

Lampiran 10. Uji Wilayah-Berganda Duncan Rasio Nyamuk Betina

| | | | | |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| x_{F20} | x_{F15} | x_{F5} | x_{F10} | x_{F0} |
| 46,24 | 50,06 | 51,50 | 51,59 | 54,13 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| p | 2 | 3 | 4 | 5 |
| r_p | 3,151 | 3,293 | 3,376 | 3,430 |
| R_p | 3,719 | 3,886 | 3,985 | 4,048 |

Dengan membandingkan wilayah-wilayah nyata terkecil dengan selisih-selisih rata-rata generasi yang telah diurutkan, sampai pada kesimpulan berikut :

1. $x_{F20}-x_{F15} = 3,82 > R_2$, berbeda nyata
2. $x_{F15}-x_{F10} = 1,53 < R_2$, tidak berbeda nyata
3. $x_{F15}-x_{F5} = 1,44 < R_3$, tidak berbeda nyata

4. $x_{F15} - x_{F0} = 4,07 > R_4$, berbeda nyata
5. $x_{F10} - x_{F5} = 0,09 < R_2$, tidak berbeda nyata
6. $x_{F10} - x_{F0} = 2,54 < R_3$, tidak berbeda nyata
7. $x_{F5} - x_{F0} = 2,63 < R_2$, tidak berbeda nyata

| | x_{F20} | x_{F15} | x_{F5} | x_{F10} | x_{F0} |
|-----|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| F0 | A | | | | |
| F5 | A B | | | | |
| F10 | A B | | | | |
| F15 | B | | | | |
| F20 | C | | | | |

