

**UJI EFEKTIVITAS ISOLAT FUNGI ENTOMOPATOGEN YANG
DIISOLASI DARI BEBERAPA JENIS SERANGGA UNTUK
MENGHAMBAT JUMLAH PENETASAN TELUR *Aedes aegypti***

(Skripsi)

oleh :

Ahmad Nuril Huda



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

UJI EFEKTIVITAS ISOLAT FUNGI ENTOMOPATOGEN YANG DIISOLASI DARI BEBERAPA JENIS SERANGGA UNTUK MENGHAMBAT JUMLAH PENETASAN TELUR *Aedes aegypti*

Oleh

AHMAD NURIL HUDA

Upaya pengendalian *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD (Demam Berdarah *Dengue*) banyak menggunakan bahan kimia sintetik yang menimbulkan permasalahan baru yaitu pencemaran lingkungan, kematian pada organisme non target dan nyamuk menjadi semakin resisten terhadap bahan kimia. Oleh sebab itu, perlu alternatif lain berupa pengendalian secara hayati menggunakan fungi entomopatogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh isolat fungi entomopatogen yang diisolasi dari berbagai serangga sebagai ovisida dalam menghambat jumlah penetasan telur *Ae. aegypti* dan mengetahui konsentrasi suspensi spora yang efektif terhadap daya tetas telur nyamuk *Ae. aegypti*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 – Februari 2019 di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA, Universitas Lampung dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor yaitu jenis isolat fungi dan konsentrasi pengenceran. Isolat fungi yang digunakan yaitu *Genicularia sp.* (asal lalat), *Fusarium sp.* (asal nyamuk) dan *Aspergillus sp.* (asal kecoa), sedangkan konsentrasi pengenceran yang digunakan yaitu (kontrol, 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}). Data dianalisis dengan ANOVA, kemudian di uji lanjut *Duncan*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungi *Genicularia sp.*, *Fusarium sp.* dan *Aspergillus sp.* dapat menghambat penetasan telur *Ae. aegypti*. Konsentrasi suspensi spora fungi yang efektif dalam menghambat penetasan telur *Ae. aegypti* adalah isolat *Genicularia sp.* dengan konsentrasi pengenceran 10^{-3}

Kata kunci : *Ae. aegypti* , DBD, fungi entomopatogen, ovisida

**UJI EFEKTIVITAS ISOLAT FUNGI ENTOMOPATOGEN YANG
DIISOLASI DARI BEBERAPA JENIS SERANGGA UNTUK
MENGHAMBAT JUMLAH PENETASAN TELUR *Aedes aegypti***

Oleh

AHMAD NURIL HUDA

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA SAINS

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

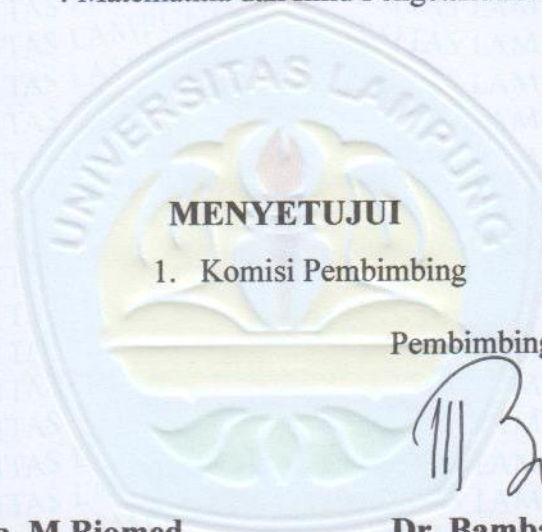
Judul Skripsi : **UJI EFEKTIVITAS ISOLAT FUNGI ENTOMOPATOGEN YANG DIISOLASI DARI BEBERAPA JENIS SERANGGA UNTUK MENGHAMBAT JUMLAH PENETASAN TELUR *Aedes aegypti***

Nama Mahasiswa : **Ahmad Nuril Huda**

No. Pokok Mahasiswa : 1517021073

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Emantis Rosa, M.Biomed.
NIP 19580615 198603 2 001

Pembimbing II

Dr. Bambang Irawan, M.Sc.
NIP 19650303 199203 1 006

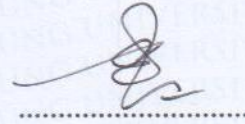
2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA

Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP 19610112 199103 1 002

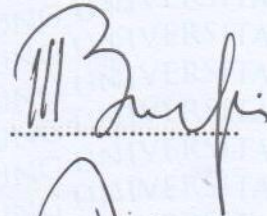
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

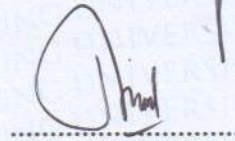
Ketua : **Dr. Emantis Rosa, M.Biomed.**



Sekretaris : **Dr. Bambang Irawan, M.Sc.**

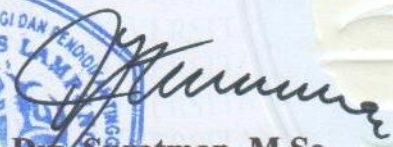


Penguji
Bukan Pembimbing : **Nismah Nukmal, Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Drs. Suratman, M.Sc.
NIP. 19640604 199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **11 Juli 2019**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Nuril Huda
NPM : 1517021073
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

“Uji Efektivitas Isolat Fungi Entomopatogen yang Diisolasi dari Beberapa Jenis Serangga untuk Menghambat Jumlah Penetasan Telur *Aedes aegypti*”

baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%.

Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, Juli 2019
Yang menyatakan,



(Ahmad Nuril Huda)
NPM: 1517021073

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Poncowarno, Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah, pada tanggal 17 Juli 1997, merupakan putra terakhir dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Muntohirin, dan Ibu Wasini. Mempunyai tiga orang kakak yaitu Siti Rofi'ah, Syamsiatul Munawaroh dan Ngabdul Fatah.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di Sekolah Dasar Negeri 1 Poncowarno pada tahun 2009. Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Kalirejo pada tahun 2012, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Kalirejo pada tahun 2015. Pada tahun yang sama penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Biologi Umum, Embriologi Tumbuhan dan Mikrobiologi Umum . Selain itu selama kuliah penulis juga turut aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi FMIPA Unila sebagai anggota Bidang Keilmuan dan Ekspedisi pada periode 2016-2017, BEM FMIPA Unila sebagai Staf SPM (Sains dan Pengabdian Masyarakat) periode 2018-2019, dan BEM U KBM Unila sebagai Staf ahli P dan K periode

2016-2017. Selain aktif diorganisasi internal kampus, penulis juga mengikuti organisasi eksternal kampus yaitu KMNU (Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama) Universitas Lampung. Selama mengenyam pendidikan di Kampus penulis juga pernah mengikuti kegiatan akademik diantaranya menjadi peserta ON MIPA PT di Palembang pada Tahun 2016, menjadi peserta OSN Pertamina Tahun 2015 dan 2016, menerima hibah Program Kreatifitas Mahasiswa Gagasan Tulis pada tahun 2016, PKM Penelitian tahun 2017. Selain kegiatan akademik penulis juga pernah mengikuti kegiatan non akademik diantaranya menerima hibah Program Mahasiswa Wirausaha (PMW), juara 1 Musabbaqoh Tilawatil Qur'an cabang Fahmil Qur'an tingkat Universitas tahun 2017 dan 2019, dan menjadi semifinalis yang mewakili Provinsi Lampung dalam kegiatan wirausaha muda "SOPREMA" yang diadakan oleh FISIPOL UGM, Yogyakarta, Tahun 2018. Penulis juga pernah mendapatkan beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik sebanyak dua kali yaitu pada semester 3 dan 4.

Pada tahun 2016 penulis melakukan Karya Wisata Ilmiah di Desa Air Naningan, Tanggamus selama 7 hari. Pada tahun 2018 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Pekon Kedaung, Kecamatan Pardasuka, Kabupaten Pringsewu selama 40 hari dari bulan Januari-Maret 2018.

Tahun 2018 Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan dengan judul **Isolasi dan Seleksi Fungi Lignolitik Dari Seresah Nanas (*Annanas comosus* L.) Perkebunan PT. *Great Giant Pineapple* di PT. *Great Giant Pineapple* , Terbanggi Besar, Lampung Tengah, Lampung.**

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Dengan mengucap rasa syukur Kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas takdirMu Engkau jadikan hamba manusia yang senantiasa berfikir, berilmu, beriman, dan sabar dalam menjalani kehidupan ini

Dengan segala kerendahan hati kupersembahkan karya kecilku ini untuk kedua orang tuaku bapak Muntohirin dan ibu Wasini, terimakasih atas segala sesuatu yang telah dilakukan untukku dengan ikhlas , mulai dari membesarkanku, mendidikku serta bekerja membanting tulang yang tiada ternilai harganya. Terimakasih atas semua pengorbanan cinta dan kasih sayang tanpa batas yang terpancar dalam setiap lantunan do'a yang selalu diutarakan untukku dan restumu yang selalu mengiringi langkah anakmu selama ini

Kakak-kakakku Siti Rofi'ah, Syamsiatul Munawaroh dan Ngabdul Fatah, dan seluruh keluarga besarku yang selalu memberi semangat dan dukungan disetiap langkahku untuk menyelesaikan studiku

Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan Ilmu dengan tulus Ikhlas serta sahabat-sahabatku yang selalu mendukung dan menemaniku saat senang maupun sedih

Almamaterku tercinta

Universitas Lampung

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

(Q.S Al-Baqarah : 286)

"Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah banyak kesebaran yang kau jalani, yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit"

(Ali bin Abi Thalib)

"Tatkala orang tua mencari rizki sungguh-sungguh, jangan lah memikirkan seberapa berat yang dikerjakan, fokuslah terhadap apa yang dihadapi saat ini dan jangan lupa doakan bapak dan ibumu"

(Bapak dan ibu)

"Kemarin saya pintar, jadi saya ingin mengubah dunia. Hari ini saya bijaksana, jadi saya akan merubah diri saya sendiri."

(Jalaludin Rumi)

SANWACANA

Alhamdulillah segala Puji Syukur Kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah, serta telah meneguhkan kepada hamba-hambanya dalam agamanya. Karena cinta dan kemurahanNya-lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Uji Efektifitas Isolat Fungi Entomopatogen Yang Diisolasi Dari Beberapa Jenis Serangga Untuk Menghambat Jumlah Penetasan Telur *Aedes aegypti***" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis menyadari banyak sekali pihak yang telah membantu dan selalu memberi semangat serta dorongan agar terselesaikannya skripsi ini. Selama menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat banyak bimbingan serta dukungan baik langsung maupun tidak langsung. Dengan ini terselesaikannya skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Suratman, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
2. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Emantis Rosa, M.Biomed. selaku Pembimbing I atas semua saran, ilmu, nasihat, bimbingan dan motivasi selama penyusunan skripsi

4. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Sc, selaku Pembimbing II yang juga telah dengan sabar memberi masukan, mengarahkan serta membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis dalam proses penelitian hingga penyelesaian skripsi ini
5. Ibu Nismah Nukmal, Ph.D., selaku Pembahas skripsi dan Pembimbing Akademik atas semua masukan, saran, nasihat, perhatian dan motivasi baik selama perkuliahan maupun selama penyusunan skripsi.
6. Bapak dan Ibu dosen yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama melaksanakan studi di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
7. Kedua orang tua yaitu Bapak Muntohirin dan Ibu Wasini yang telah berjuang dalam mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang dan penuh kesabaran serta selalu mendo'akan yang terbaik bagi penulis.
8. Kakak-kakaku Siti Rofi'ah, Syamsiatul Munawaroh dan Ngabdul Fatah yang selalu memberikan semangat, masukan, saran, nasihatnya serta dukungan bagi penulis.
9. Team penelitian Supi dan Wuri yang bersama-sama dari penelitian PKM, PKL dan Skripsi yang selalu support, memberi masukan dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Anak *micrew* yang selalu berbagi cerita, pengalaman, ilmu dan saling mendukung serta memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Supi, Salih, Edi, Adam, Firli, Ika, Rohma, Jannah, Vina, Alfi, Septi, Yesi, Novia, Jeany, Darlina, Tria. Terima kasih atas waktu, canda, dan bantuan kalian selama proses sampai dengan penyelesaian skripsi ini.

12. Teman – temanku Neofel15, Adik- adik dan kakak – kakak Biologi Universitas Lampung terimakasih atas dukungan dan kebersamaanya selama aku menjalani pendidikan di kampus.
13. Teman – teman KMNU Universitas Lampung, terimakasih atas dukungan, motivasi, pengalaman serta ilmu yang telah dibagikan.
14. Teman – teman kontrakan “Omah Lemoet” rimo, fajar, supi, dan arip yang telah banyak berbagi pengalaman, saling memberi dukungan dan kebersamaanya selama tinggal di kontrakan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam penyusunan laporan ini dan jauh dari kesempurnaan karena kesempurnaan hanya milik Allah. Semoga laporan yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis khususnya.

Bandar Lampung, Juli 2019
Penulis,

Ahmad Nuril Huda

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
HALAMAN JUDUL DALAM	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MENGESAHKAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
RIWAYAT HIDUP	vi
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Kerangka Pemikiran	3
1.5. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Klasifikasi Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	6
2.2. Morfologi dan Siklus Hidup Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	6
2.3. Pengendalian Hayati	11
2.4. Fungi Entomopatogen.....	12
2.5. Enzim yang Dihasilkan oleh Fungi Entomopatogen	14

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	15
3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan.....	15
3.3. Cara Kerja	16
3.3.1. Persiapan Stok Fungi dengan <i>Moish Chamber Method</i>	16
3.3.2. Stok Telur Nyamuk Uji.....	17
3.3.3. Kultur dan Isolasi Fungi Entomopatogen dari Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> , Lalat dan Kecoa.....	17
3.3.4. Perhitungan Kerapatan Spora.....	17
3.3.5. Uji Isolat Fungi Entomopatogen Terhadap Telur <i>Ae. aegypti</i>	18
3.3.6. Pengamatan Persentase jumlah telur yang tidak menetas .	18
3.3.7. Analisis Data	18
3.3.8. Diagram Alir Penelitian	19

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Isolasi dan Identifikasi Fungi Entomopatogen yang Dominan.....	20
4.2. Hasil Perhitungan Kerapatan Spora	22
4.3. Hasil Pehitungan Persentase Telur Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> yang Tidak Menetas Setelah Perlakuan.....	23
4.4. Pengamatan Morfologi Telur <i>Ae. aegypti</i> Setelah Pengujian	30

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34

DAFTAR PUSTAKA	35
----------------------	----

LAMPIRAN.....	40
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil perhitungan kerapatan spora fungi <i>Genicularia sp.</i>	22
2. Hasil perhitungan kerapatan spora fungi <i>Fusarium sp.</i>	22
3. Hasil perhitungan kerapatan spora fungi <i>Aspergillus sp.</i>	23
4. Persentase rata-rata telur tidak menetas setelah terinfeksi fungi entomopatogen	24
5. Analisis Varian pengaruh jenis isolat dan konsentrasi isolat terhadap penetasan telur <i>Ae. aegypti</i>	25
6. Hasil uji lanjut <i>Duncan</i> antara jenis isolat fungi terhadap persentase telur <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas.	26
7. Hasil uji lanjut <i>Duncan</i> antara konsentrasi isolat fungi terhadap persentas telur <i>Ae. aegypti</i> yang tidak menetas.	28
8. Data hasil pengamatan dan persentase telur yang tidak menetas	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Telur <i>Ae. aegypti</i> dan struktur <i>micropyles</i>	8
2. Larva <i>Ae. aegypti</i>	9
3. Pupa <i>Ae. aegypti</i>	10
4. Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	11
5. <i>Moish chamber</i>	16
6. Diagram alir penelitian.....	19
7. Isolat <i>Genicularia sp.</i> perbesaran (40x)	20
8. Isolat <i>Fusarium sp.</i> perbesaran (40x)	21
9. Isolat <i>Aspergillus sp.</i> perbesaran (40x)	21
10. Perubahan morfologi telur <i>Ae. aegypti</i> yang terinfeksi <i>Genicularia sp.</i> perbesaran (40x)	30
11. Perubahan morfologi telur <i>Ae. aegypti</i> yang terinfeksi <i>Aspergillus sp.</i> perbesaran (40x)	31
12. Perubahan morfologi telur <i>Ae. aegypti</i> yang terinfeksi <i>Fusarium sp.</i> perbesaran (40x)	32
13. Gelas plastik pengujian	42
14. Telur nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	42
15. Isolat ketiga fungi yang digunakan	43
16. Pengaplikasian fungi entomopatogen.....	43
17. Pengamatan telur tidak menetas	43
18. <i>slide culture</i> fungi entomopatogen.....	44
19. Pengamatan telur tidak menetas setelah perlakuan	44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) menjadi masalah kesehatan di negara-negara yang beriklim tropis, salah satunya yaitu Indonesia. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya kasus DBD setiap tahunnya, terutama saat musim hujan tiba. Penyakit DBD disebabkan oleh virus *dengue* yang tergolong *Arthropod-Borne Virus*, genus *Flavivirus* dan family *Flaviridae*. Nyamuk *Aedes aegypti* menjadi salah satu penyebab penyakit DBD yang mencakup daerah pedesaan maupun perkotaan (Larasati, 2008). Menurut Gubler (2014) siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim meliputi perubahan curah hujan, suhu dan kelembaban.

Kasus DBD yang terjadi pada 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2015 sebanyak 129.179 kasus dengan angka kematian mencapai 1.240 jiwa.

Kemudian pada tahun 2016, kasus DBD di Indonesia mencapai 204.171 dengan angka kematian sebanyak 493 jiwa (Kemenkes R.I., 2016).

Sedangkan di Provinsi Lampung pada 2015 tercatat sebanyak 2.996 kasus dengan kematian sebanyak 31 jiwa. Sedangkan di tahun 2016, dilaporkan kasus DBD sebanyak 4.523 kasus dengan jumlah

kematian sebanyak 15 jiwa (Dinkes, kota Bandar Lampung, 2016).

Upaya Pengendalian terhadap vektor DBD telah banyak dilakukan, diantaranya dengan pengasapan (*fogging*), penggunaan insektisida sintetis yang dapat memberikan hasil yang cepat dalam waktu yang singkat, namun dapat menyebabkan efek samping terhadap kesehatan, lingkungan dan hewan nontarget (Widiastuti, 2016). Penggunaan insektisida kimiawi yang terus menerus akan menimbulkan dampak negatif yaitu kontaminasi residu pestisida dalam air (terutama air minum), biaya yang tinggi, dan munculnya resistensi terhadap larva nyamuk. Selain itu dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan pencernaan pada hewan dan manusia (Ningsih, 2008).

Untuk itu diperlukan pengendalian alternatif yang berbasis biologis dan ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan fungi entomopatogen. Fungi entomopatogen adalah fungi patogen yang menyerang serangga. Fungi entomopatogen dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati karena penyebarannya sangat cepat dan mampu bertahan hidup pada kondisi cuaca sangat kering atau pada lingkungan basah. Penyebaran fungi entomopatogen dapat melalui spora atau konidia yang diterbangkan oleh angin, melalui aliran air dan juga oleh inang yang telah terinfeksi. Fungi entomopatogen dalam menginfeksi serangga dengan cara menyerang tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, *spirakel* dan lubang lainnya (Eris, 2015).

Pengendalian menggunakan fungi entomopatogen yang diisolasi dari beberapa jenis serangga seperti lalat, nyamuk dan kecoa sebagai ovisida belum banyak diperoleh informasinya. Oleh karena itu perlu dilakukan

penelitian mengenai uji isolat fungi entomopatogen yang diisolasi dari beberapa jenis serangga untuk menghambat jumlah penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*

1.2 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk

1. Mengetahui pengaruh isolat fungi entomopatogen yang diisolasi dari berbagai jenis serangga sebagai ovisida dalam menghambat jumlah penetasan telur *Ae. aegypti*.
2. Mengetahui konsentrasi suspensi spora fungi yang efektif terhadap daya tetas telur nyamuk *Ae. aegypti*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi tentang efektivitas fungi entomopatogen sebagai ovisida alami dalam menghambat penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*, sehingga dapat digunakan dalam upaya pengendalian untuk memutus rantai penularan penyakit DBD.

1.4 Kerangka Pemikiran

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) menjadi masalah kesehatan di negara-negara yang beriklim tropis, salah satunya yaitu Indonesia. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya kasus DBD setiap tahunnya, terutama saat musim hujan tiba. Penyakit DBD disebabkan oleh virus dengue yang

tergolong *Arthropod-Borne Virus*, genus *Flavivirus* dan family *Flaviridae*. Nyamuk *Aedes aegypti* menjadi salah satu penyebab penyakit DBD yang mencakup daerah pedesaan maupun perkotaan. siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim meliputi perubahan curah hujan, suhu dan kelembaban.

Kasus DBD di Indonesia dicatat cukup tinggi dikarenakan setiap tahunnya mengalami peningkatan jumlah kasus dan angka kematiannya. Pada tahun 2015 di 34 Provinsi tercatat sebanyak 129.179 orang terjangkit DBD dan 1.240 orang diantaranya meninggal dunia. Kemudian pada tahun 2016 tercatat sebanyak 204.171 kasus dengan angka kematian sebanyak 493 jiwa. Sementara di Provinsi Lampung tercatat kasus DBD tertinggi yaitu pada tahun 2016 sebanyak 4.523 kasus dengan kematian sebanyak 15 jiwa.

Upaya yang dilakukan dalam menanggulangi penyebaran vektor DBD sudah banyak dilakukan dengan menggunakan insektisida sintetis dan kimiawi. Penggunaan secara terus menerus akan menimbulkan masalah baru, seperti kontaminasi residu pestisida dalam air, terutama air minum, biaya yang tinggi dari penggunaan insektisida dan dapat menimbulkan resistensi terhadap hewan target. Oleh karena itu, diperlukan suatu agen pengendalian secara biologi dengan menggunakan musuh alami salah satunya dengan menggunakan fungi entomopatogen.

Fungi entomopatogen adalah fungi menghasilkan endotoksin bersifat racun serta dapat menyebabkan penyakit atau infeksi pada serangga. Fungi entomopatogen dapat menyerang tubuh serangga inang melalui kulit, saluran

pencernaan, *spirakel* dan lubang lainnya. Salah satu fungi entomopatogen yang mampu menyebabkan kematian terhadap serangga atau hama pada tanaman adalah *Beauveria bassiana* dan sudah banyak digunakan sebagai agen pengendali biologis. Namun penelitian mengenai isolat fungi entomopatogen sebagai insektisida alami yang diisolasi dari serangga lalat, nyamuk dan kecoa dalam mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti* pada stadium telur belum banyak dilakukan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas isolat fungi entomopatogen sebagai agen biologi dalam mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti* pada stadium telur. Metode yang digunakan untuk memperoleh fungi entomopatogen dengan *Moist Chamber methode*. Isolat yang didapat dari isolasi lalat, nyamuk dan kecoa kemudian diremajakan di media PDA, dan dihitung kerapatan sporanya. Selanjutnya dilakukan pengujian atau aplikasi isolat fungi terhadap jumlah penetasan telur *Ae.aegypti*.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang efektivitas fungi entomopatogen terhadap nyamuk *Ae. aegypti* stadium telur. Sehingga dapat dikembangkan menjadi bioinsektisida dalam menghambat penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu diperolehnya isolat fungi yang efektif dalam menghambat penetasan telur *Ae.aegypti*

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti*

Klasifikasi *Ae. aegypti* menurut (Borror dkk., 1992) yaitu

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Classis : Insecta

Ordo : Diptera

Family : Culicidae

Genus : *Aedes*

Species : *Aedes aegypti*

2.2 Morfologi dan Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* dikenal dengan sebutan *black white mosquito* atau *tiger mosquito* tubuhnya memiliki ciri yang khas, yaitu adanya garis-garis dan bercak-bercak putih keperakan di atas dasar warna hitam. Dua garis lengkung yang berwarna putih keperakan di kedua sisi lateral dan dua buah garis lengkung sejajar di garis median dari punggungnya yang berwarna dasar hitam (*lyre shaped marking*) merupakan ciri khas utama dari nyamuk tersebut

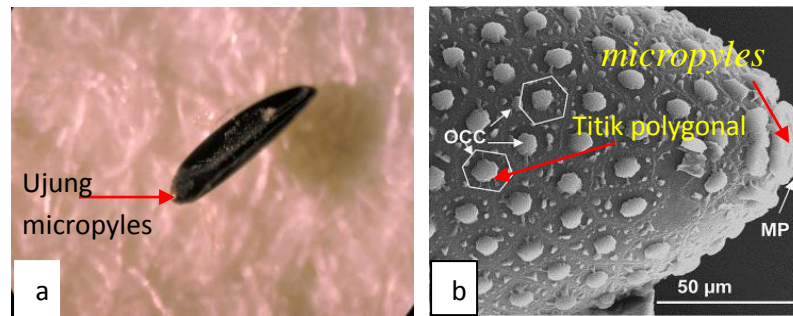
(Soegijanto, 2006). Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa lebih kecil dibandingkan nyamuk rumah (*Culex quinquefasciatus*). Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki tiga bagian tubuh yaitu kepala (*caput*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*) (Depkes R.I., 2007).

Dalam tahap perkembangannya nyamuk *Ae. aegypti* mengalami perkembangan morfologi dan siklus hidup. Menurut Hoedjo dan Sungkar (2013) tahapan perkembangannya dimulai dari stadium telur, larva instar I-IV, pupa dan nyamuk dewasa.

a. Stadium Telur

Telur menetas 1-2 hari setelah telur dikeluarkan oleh induk nyamuk. Telur *Ae. aegypti* berbentuk oval dan berwarna coklat kehitaman diletakkan memisah satu persatu. Telur yg sudah dihasilkan oleh induk *Ae. aegypti* diletakkan di tempat yang lembab dan tidak terkena paparan sinar matahari langsung dan sedikit mengandung air (Setyowati, 2013).

Sedangkan menurut Astuti dkk,(2004). Telur *Ae. aegypti* diperkirakan memiliki berat 0,0010 - 0,015 mg, pada salah satu ujung telur terdapat poros yang disebut dengan *micropyles* berfungsi sebagai tempat masuknya spermatozoid kedalam telur sehingga dapat terjadi pembuahan. Bentuk morfologi *micropyles* dan telur *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 1.



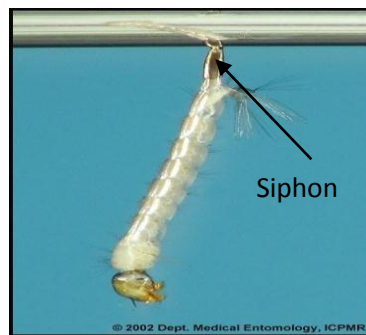
Gambar 1. Telur *Ae. aegypti* (CDC, 2012). b) Struktur *Micropyles* (Suman dkk., 2011)

b. Stadium Larva

Larva *Ae. aegypti* mempunyai ciri khas memiliki siphon yang pendek, besar dan berwarna hitam. Larva ini tubuhnya langsing, bergerak sangat lincah, bersifat fototaksis negatif dan pada waktu istirahat membentuk sudut hampir tegak lurus dengan permukaan air. Larva menuju ke permukaan guna mendapatkan oksigen untuk bernapas. Larva dapat berkembang selama 6-8 hari (Herms, 2006).

Larva mempunyai tubuh memanjang tanpa kaki dengan bulu-bulu sederhana yang tersusun bilateral simetris. Larva ini dalam pertumbuhan dan perkembangannya mengalami 4 kali pergantian kulit (*ecdysis*). Larva instar I tubuhnya sangat kecil, warna transparan, panjang 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada (*thorax*) belum begitu jelas, dan corong pernapasan (*siphon*) belum menghitam. Larva instar II bertambah besar, ukuran 2,5-3,9 mm, duri dada belum jelas, dan corong pernapasan sudah berwarna hitam. Larva instar III memiliki ukuran 4-5 mm, berumur 3-4 hari setelah menetas, duri-duri dada mulai terlihat jelas dan corong pernapasannya sudah berwarna cokelat

kehitaman. Larva instar IV dapat dibagi menjadi bagian kepala (*cephal*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*) (Soegijanto, 2006). Bentuk larva *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Larva *Ae. aegypti* (CDC,2012).

c. Stadium Pupa

Pupa nyamuk *Ae. aegypti* mempunyai bentuk tubuh bengkok, dengan bagian kepala dada (*cephalothorax*) lebih besar bila dibandingkan dengan bagian perutnya, sehingga tampak seperti tanda baca “koma”. Tahap pupa pada nyamuk *Ae. aegypti* umumnya berlangsung selama 2-4 hari. Pada bagian punggung (dorsal) dada terdapat alat bernafas seperti terompet. Pada ruas perut ke-8 terdapat sepasang alat pengayuh yang berfungsi untuk berenang. Gerakan pupa lebih lincah bila dibandingkan dengan larva. Stadium pupa tidak membutuhkan makanan dalam perkembangannya. Waktu istirahat posisi pupa sejajar dengan bidang permukaan air. Saat nyamuk dewasa akan melengkapi perkembangannya dalam cangkang pupa, pupa akan naik ke permukaan dan berbaring sejajar dengan permukaan air untuk persiapan munculnya nyamuk dewasa (Soegijanto, 2006 dan Achmadi, 2011). Bentuk pupa nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilihat pada Gambar 3.



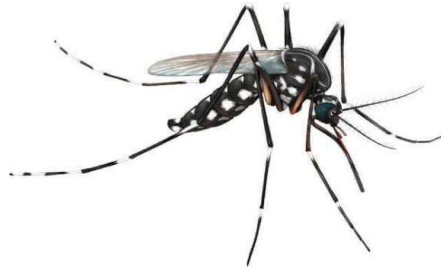
Gambar 3. Pupa *Ae. aegypti* (CDC, 2012).

d. Stadium Dewasa

Memiliki lira (*lire form*) yang putih pada punggungnya (*mesonotum*) yaitu ada dua garis melengkung vertikal di bagian kiri dan kanan. Nyamuk jantan ukurannya lebih kecil dari pada betina. Memiliki rambut-rambut tebal pada antena nyamuk jantan. Tubuh nyamuk dewasa terdiri dari 3 bagian yaitu kepala, dada dan abdomen. Pada bagian kepala (*caput*) terdapat probosis yang berfungsi untuk menghisap darah pada betina, dan menghisap nektar pada yang jantan. Terdapat *palpus maksilaris* yang terdiri dari empat ruas dengan ujung hitam dan sisik bewarna putih keperakan. Ukuran palpus lebih pendek daripada *probosis*. Terdapat sepasang antena diantara dua bola mata, pada jantan memiliki antena dengan berbulu tebal (*plumose*) dan betina berambut jarang (Sudarto, 1972).

Dada nyamuk agak membengkok dan terdapat scutelum yang berbentuk 3 lobus, bagian dorsal ditutupi oleh *scutum* bewarna gelap keabu-abuan. Pada bagian dada terdapat sepasang sayap, dada terdiri dari, *prothorax*, *mesothorax*

dan *metathorax* (Gubler, 2014). Bentuk nyamuk *Ae. aegypti* dewasa dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa (WHO, 2012).

2.3 Pengendalian Hayati

Pengendalian vektor adalah semua kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk menurunkan populasi vektor serendah mungkin sehingga keberadaannya tidak lagi berisiko untuk terjadinya penularan penyakit di suatu wilayah atau menghindari kontak masyarakat dengan vektor sehingga penularan penyakit tular vektor dapat dicegah (Kemenkes RI, 2012).

Menurut Kemenkes, (2010) pengendalian dapat dilakukan dengan beberapa cara,

a. Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN)

PSN dilakukan dengan melakukan kegiatan 3M (mengubur, menguras dan menutup).

b. Pemasangan Ovitrap

Ovitrap adalah perangkat telur nyamuk yang diletakkan padapenampungan air di dalam maupun diluar rumah.

c. Pengendalian Biologi

Menggunakan ikan predator larva, dan penaburan parasit dan *Bacillus thuringiensis*.

d. Pengendalian Kimia

Menggunakan bahan kimia, seperti *fogging*, *abate* dan insektisida rumah tangga.

e. *Repellent*/Pengusir Nyamuk

Repellent digunakan saat jam kepadatan vektor tinggi, atau akan ke tempat-tempat umum yang memungkinkan kontak dengan nyamuk.

2.4 Fungi entomopatogen

Fungi entomopatogen adalah fungi yang bersifat patogen terhadap serangga inang dan berukuran mikroskopis. Umumnya, fungi entomopatogen termasuk dalam kelas *Deuteromycetes* (Wahyudi, 2008).

Fungi entomopatogen dapat digunakan sebagai agen hayati untuk mengendalikan suatu populasi serangga. Fungi ini berpotensi untuk mengendalikan serangga yang berasal dari ordo Diptera. Fungi ini dapat menginfeksi mulai dari telur, larva hingga imago (Wicaksono, dkk., 2015).

Fungi penyebab penyakit pada serangga terdiri atas fungi pembunuh langsung maupun parasit sejati. Fungi pembunuh langsung merupakan fungi yang secara langsung membunuh serangga pada fase larva melalui aktivitas enzimatis. Sedangkan fungi parasit sejati merupakan fungi yang hidup bersama dengan serangga inang dewasa dan menimbulkan gejala penyakit

sebelum menyebabkan kematian pada serangga. Fungi entomopatogen memiliki sifat spesifik terhadap target tertentu dengan efek samping dan resiko yang sangat rendah terhadap organisme nontarget atau serangga yang bermanfaat. Penggunaan fungi entomopatogen sebagai musuh alami dalam usaha pemberantasan hama dan vektor penyakit akibat serangga memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan penggunaan insektisida sintetis (Eris, 2015).

Fungi entomopatogen yang paling sering dimanfaatkan sebagai agen hayati yaitu *B. bassiana* dan *M. anisopliae* (Thalib, dkk., 2013; Hasyim, dkk., 2016; Prayogo, 2017; Yunizar, dkk., 2018). Kemampuan fungi entomopatogen dalam mematikan serangga dipengaruhi oleh karakter fisiologinya. Karakter fisiologi fungi entomopatogen yaitu memiliki aktivitas enzim seperti kitinase, lipase, protease, amilase (Trizelia 2005).

Beberapa fungi dilaporkan memiliki kemampuan menghasilkan toksin dalam mengendalikan serangga diantaranya yaitu *Fusarium* sp. mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder *pigment naphthazarin* dan *furasic acid* yang berfungsi sebagai insektisida (Claydon *et al.*, 1977).

Selain fungi *B. bassiana* dan *M. anisopliae* fungi entomopatogen yang memiliki kemampuan patogen adalah *Aspergillus* sp. Infeksi *spora* fungi *Aspergillus* sp. pada serangga dapat terjadi melalui penetrasi permukaan kulit tubuh dan saluran pencernaan. Infeksi pada permukaan kulit tubuh terjadi melalui lubang *spirakel* maupun bagian-bagian yang lebih lunak diantara ruas-ruas tubuh serangga (Utomo dan Pardede, 1990).

Penicillium sp. juga diketahui dapat menghasilkan beberapa jenis toksin antara lain *ochratoxin A*, *brevianamide A*, *penicillic acid*, dan *citrinin* yang menyebabkan kematian larva *Drosophila melanogaster* dan *Spodoptera littoralis* (Paterson *et al.*, 1987).

2.5 Enzim yang dihasilkan oleh fungi entomopatogen

Fungi entomopatogen diketahui mampu menghasilkan enzim ekstraseluler seperti lipase, protease dan kitinase. Menurut Fank dkk., (2005) beberapa fungi yang menghasilkan enzim kitinase adalah *B. bassiana*. Selain itu menurut Nahar dkk., (2004) fungi *B. bassiana* dapat menghasilkan enzim protease, *Metharizium anisopliae* menghasilkan enzim lipase dan protease. Enzim-enzim lipase dan protease juga dapat dihasilkan oleh fungi *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicilium* sp., *Acremonium* sp. dan *Trichoderma harzianum* (Suciatmih dkk., 2015).

Selain menghasilkan enzim ekstraseluler fungi entomopatogen juga menghasilkan mikotoksin dalam membantu melemahkan bahkan mematikan serangga. Senyawa racun yang dimiliki fungi entomopatogen berbeda-beda bergantung pada jenis fungsinya. Fungi *M. anisopliae* menghasilkan racun yang bersifat larvasidal seperti *destruxin A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *desmethyl*, *destruxin B*, dan *cyclopeptida* (Ulya, dkk., 2016). *B. bassiana* menghasilkan zat kimia yang bersifat racun seperti *beauvericin*, *beauverolide*, *isorolide* dan zat warna serta asam oksalat (Tantawizal, dkk., 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini di laksanakan pada bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cawan petri untuk isolasi dan kultur fungi, *Laminar air flow* untuk sterilisasi meja kerja, *autoclave* untuk sterilisasi alat dan bahan, *hotplate* untuk memanaskan media, *Haemocytometer* digunakan untuk menghitung kerapatan spora, jarum ose runcing untuk memindahkan fungi ke media yang baru, *cover* dan *glass objek* untuk membuat *slide culture*, *drigalsky* untuk memanen spora, *vortex* digunakan untuk menghomogenkan suspensi.

3.2.2 Bahan

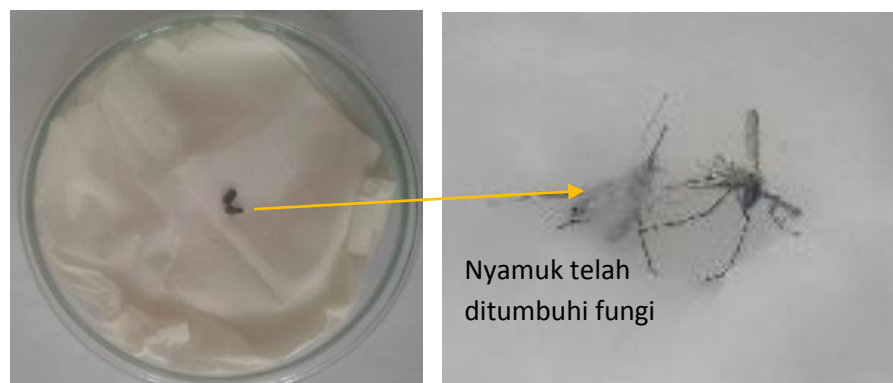
Bahan yang digunakan telur *Ae. aegypti* sebagai bahan uji, PDA (*Potato Dextrose Agar*) sebagai media pertumbuhan fungi , *clydamycin* (antibiotik)

sebagai bahan campuran dalam media agar tidak ada kontaminasi dalam isolasi fungi.

3.3 Cara Kerja

3.3.1 Persiapan Stok Fungi dengan *Moish Chamber Method*

Cara isolasi dengan *moish chamber* yaitu dengan menambahkan tisu yang telah di basahi dengan aquades steril ke dalam cawan petri, kemudian di masukan serangga pancing ke dalam cawan petri yang lembab. Serangga yang digunakan dalam percobaan ini adalah kecoa, lalat dan nyamuk *Ae. aegypti*. selanjutnya cawan petri yang berisi serangga tersebut di *wrap* kemudian diinkubasi dalam inkubator kapang selama 1-2 minggu sampai serangga tersebut di tumbuhi oleh fungi entomopatogen



Gambar 5. *Moish chamber* (dokumen pribadi, 2018)

3.3.2 Stok Telur Nyamuk Uji

Telur *Ae.aegypti* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat.

3.3.3 Kultur dan Isolasi Fungi Entomopatogen dari Nyamuk *Ae.aegypti*, Lalat dan Kecoa

Fungi yang sudah tumbuh pada tubuh nyamuk, lalat dan kecoa kemudian diisolasi, lalu diinokulasi kedalam cawan petri yang sudah berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Biakan diinkubasi selama 48 jam kemudian dimurnikan kembali pada media PDA. Selanjutnya fungi tersebut diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Barnet and Hunter (1998).

3.3.4 Perhitungan Kerapatan Spora

Kerapatan spora dihitung menggunakan *haemocytometer* dengan bantuan mikroskop dan kerapatan sporanya dihitung menggunakan rumus, Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$C = \frac{t}{(n \times 0,25)} 10^6$$

Keterangan:

C : kerapatan spora per ml larutan

t : jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati

n : jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)

0,25: koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *haemocytometer*.

3.3.5 Uji Isolat Fungi Entomopatogen Terhadap Telur *Ae. aegypti*

Telur uji yang digunakan yaitu sebanyak 50 butir. Telur yang sudah dihitung dimasukkan kedalam wadah yang berisi air 100 ml. selanjutnya di tambahkan dengan isolat fungi yang sudah diisolasi dari lalat, nyamuk dan kecoa yang telah di tentukan dengan beberapa konsentrasi pengenceran yaitu 10 (tanpa pengenceran), 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dan kontrol dengan pengulangan sebanyak 3 kali pada setiap wadah. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah telur yang tidak menetas pada durasi waktu 4 jam, 8 jam dan 12 jam setelah perlakuan (Supartha, 2008). Selain itu dilakukan pengamatan suhu pada setiap pengamatan.

3.3.6 Pengamatan Persentase jumlah telur yang tidak menetas

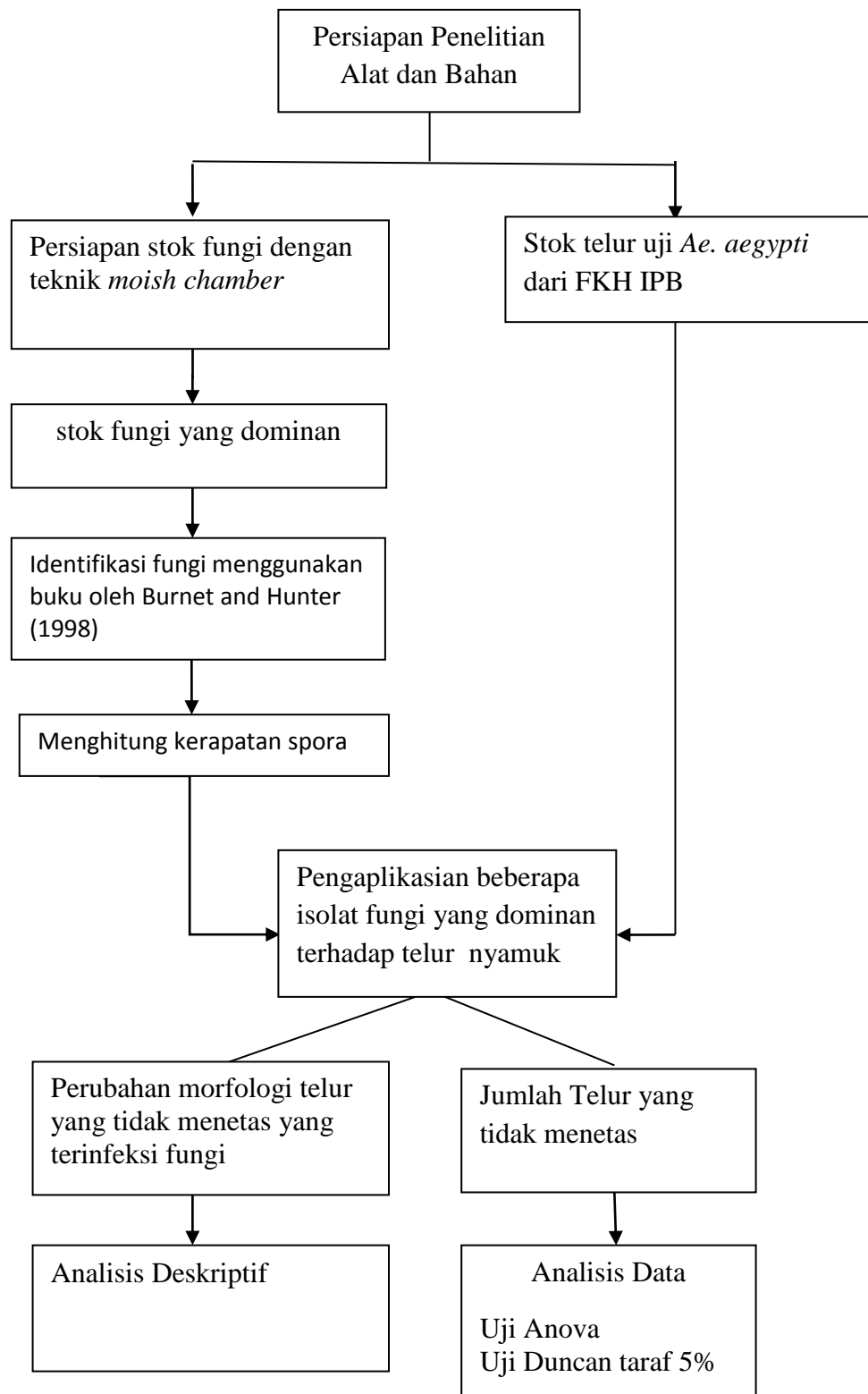
Telur nyamuk *Ae.aegypti* yang tidak menetas dapat dihitung persentasi daya tetasnya dengan menggunakan rumus

$$\text{Persentase telur tidak menetas} = \frac{\text{telur yang tidak menetas}}{\text{jumlah telur nyamuk yang digunakan}} \times 100\%$$

3.3.7 Analisis Data

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor , faktor jenis isolat yaitu fungi dari lalat (FIL), isolat nyamuk (FIN), dan isolat Kecoa (FIK) dan faktor konsentrasi pengenceran (kontrol, 10 (tanpa pengenceran), 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Data dianalisis dengan ANOVA. Apabila terjadi perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan Uji *Duncan* pada taraf 5%

3.3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ketiga jenis fungi yang diisolasi yaitu *Genicularia* sp. (asal lalat), *Fusarium* sp. (asal nyamuk) dan *Aspergillus* sp. (asal kecoa) berpengaruh dalam menghambat penetasan telur nyamuk *Ae. aegypti*
2. Konsentrasi suspensi spora fungi yang efektif dalam menghambat penetasan telur *Ae. aegypti* adalah isolat *Genicularia* sp. dengan konsentrasi pengenceran 10^{-3}

5.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya yaitu uji toksisitas fungi dan uji kemampuan enzimatik pada ketiga isolat yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. F. 2011. *Dasar-dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. Rajawali Press:Jakarta.
- Astuti U. N. W, Cahyani, R. W, dan Ardiansyah, M. 2004. *Pengaruh ekstrak etanol daun mindi (Melia azedarach L) terhadap daya tetas telur, perkembangan mortalitas larva Aedes aegypti*. Laboratorium Parasitologi. Fakultas Biologi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Barnett, H. L dan Hunter B. H .1998. *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi Fourth Edition*. Macmillian Publishing Company. New York
- Borror, D. J., Triplehorn dan Johnson N. F.1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi ke-6*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- CDC. 2012. *Mosquito Life-Cycle. dengue homepage centers for disease Control and Prevention [Online J.] [diunduh 3 september]. Tersedia dari:http://www.cdc.gov/Dengue/entomologyEcology/m_lifecycle.html*
- Claydon,N., Grove, J. F. dan Pople, M. 1977. *Insecticidal secondary metabolic products from the entomopatogenous fungus Fusarium solani*. *Journal Inveretbr Pathol.* (30):216-223.
- Depkes R.I. 2007. *Nyamuk Vampire Mini yang Mematikan*. Inside (inspirasi dan ide litbangkes P2B2). *Badan Penelitian dan pengembangan loka litbang P2B2 ciamis. Vol 2. 95 hlm*
- Dinkes Kota Bandar Lampung. 2016. *Profil Data Kesehatan Provinsi Lampung tahun 2016*. Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Lampung <http://www.depkes.go.id/resources/download/profil>. Diakses pada : 28 Maret 2019. Pukul 18.03 WIB.
- Eris,S. .2015.*Jamur Entomopatogen: potensi Dan Tantangan Sebagai Insektisida Alami Terhadap Serangga Perusak Tanaman Dan Vektor Penyakit Manusia*. *Biotrends. Vol. 1 No. 1*

- Fank, W., B. L. dan Pei, Y. 2005. *Cloning of Beauveria bassiana chitinase gene bchit1 and its application to improve fungal strain virulence. Applied and Environmental Microbiology* 71(1), 363-370.
- Gabriel, B. P dan Riyanto. 1989. *Metarizhium anisopliae (Metch) Sor: Taxonomi, Patologi, Produksi dan aplikasinya*. Jakarta : Direktorat Perlindungan tanaman perkebunan, Departemen pertanian
- Gubler, J.D. 2014. *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*. Second Edition. USA. CPI Grup Ltd, Croydon.
- Hasyim, A., Nuraida., Trizelia. 2009. Patogenitas Jamur Entomopatogen terhadap Stadia Telur dan Larva Hama Kubis *Crocidolomia pavonana fabricicus*. *Jurnal Hortikultura*. Vol. 19 (3): 334-343.
- Herdatiarni, F., H. dan Toto., R. Rina. 2014. Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* sp. Menggunakan Serangga Umpan Pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik Di Batu, Malang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. Vol. 1 (3): 1-11.
- Hermes, W., 2006. *Medical entomology*. United State of America: The Macmillan Company.
- Hoedjojo, R., dan Sungkar, S. 2013. *Morfologi, daur Hidup, dan perilaku nyamuk Parasitologi Kedokteran. Edisi 4*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Indrayani, Y dan Yusuf, S. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur kelas Hypomycetes Sebagai Bio-Kontrol Untuk Menghambat Aktifitas Rayap Terhadap Kayu. *Jurnal Penelitian Universitas tanjung pura, vol. 14, no. 2, hal 73-87*
- Kementerian Kesehatan R.I. 2010. *Vektor Demam Berdarah dan Cara Penanggulangannya*. Dit PPBB dan Ditjen PP&PL Kemenkes RI. Jakarta
- Kementerian Kesehatan R.I. 2012. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Pengendalian Vektor*. Ditjen PP & PL Kemenkes RI. Jakarta.
- Kemntrian kesehatan R.I. 2016. *Situasi Penyakit Demam Berdarah Di Indonesia tahun 2016*. Pusat Data dan Informasi Kemntrian Kesehatan. Jakarta Selatan.

- Larasati, N., Ponidi dan Karami, D., 2005. *Pengaruh mekanisme diagnose Terhadap penyebaran Demam Berdarah Demgue.*
<http://www.ns.ui.ac.id/seminar2005/data/s3F-09.pdf>. Diakses pada tanggal 7 maret 2019
- Maharani, S. A., Rohman, F. dan Rahayu, S. E. .2016. Uji Efektivitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo dan *verticillium lecanii* (zimmermen) Viegas terhadap Mortalitas *Holopeltis antonii* Signoret. [http:// karya_ilmiah.um.ac.id.php/biologi/article](http://karya_ilmiah.um.ac.id.php/biologi/article). Diakses pada tanggal 8 Maret 2019
- Nahar, P., Ghormade, V. dan Deshpande, M. D. 2004. The Extracel-Lular Constitutive Production Of Chitin Deacetylase In *Metarhizium anisopliae*: Possible Edge To Entomopatho-Genic Fungi In The Biological Control Of Insect Pests. *Journal of Invertebrate Pathology* 85(2), 80-88.
- Neves, P.,M., O. J., S. dan Alves, B . 2004. Eksternal Events Related to the infection process of *cornitermes cumulans* (kollar) (isopteran:termitidae) by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metharizium anisopliae*. *Journal of Neotropical entomol.* 33 (1) : 051-056
- Ningsih T. S, 2008. *Uji Kerentanan Larva Aedes spp. Terhadap Abate Temephos (Studi Kasus Pada Larva Aedes Spp. di Daeran Endemis DBD Kelurahan Tembalang Semarang. Skripsi.* FKM Epidemiologi dan Penyakit Tropik UNDIP. Semarang
- Paterson, R.R.M., Simmonds, M.S.J. dan Blaney, W.M.. 1987. Mycopedsticidal Effects of Characterized Extracts of *Penicillium* Isolates And Purified Secondary Metabolites (Including Mycotoxins) On *Drosophila melanogaster* And *Spodoptera Littoralis*. *Journal of Invertebrate Pathology.* 50 (2) : 124-133.
- Prayogo, Y. 2006. Upaya Mempertahankan Keefektifan Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 25(2): 47-54.
- Prayogo, Y. 2017. Pengaruh Media Tumbuh Terhadap Daya Kecambah, Sporulasi dan Virulensi *Metarhizium anosopliae* (Metch.) Sorokin Isolat Kendal Payak pada Larva *Spodoptera litura* Sainteks. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian.* (9)4:233-242.
- Purkan, P., Baktir, A. dan Sayyidah, A. R. . 2016. Produksi Enzim Kitinase Dari *Aspergillus niger* Menggunakan Limbah Cangkang Rajungan Sebagai Induser. *Jurnal Kimia Riset, Volume 1 No. 1*

- Ridha, M.R., N., Rahayu, R. N., dan Setyaningtyas, D. 2013. Hubungan kondisi lingkungan dan kontainer dengan keberadaan jentik nyamuk *Aedes aegypti* di daerah endemis demam berdarah *dengue* di kota Banjar baru. *Jurnal Epidemiologi dan Penyakit Bersumber Binatang*. 4(3): 133-137.
- Roddam, I.F dan Rath, A. D. 2000. *Isolation and Characterization of Metharizium anisopliae and Beauveria bassiana from subantarctic marquarie island*. *Journal invertebre. Pathol* 285-288
- Sahagun, A., C.A.R. Lezama-Guterez. J. M. Ochoa, E. G. dan velasco, M. L. Edward. 2005. *Susceptibility of Biological stages of the Horn Fly Haematobia irritans, to entomopathogenic fungi (Hypomycetes)*. *Journal insect sc*. 5 (50):1-13
- Setyowati, E. A. 2013. *Biologi Nyamuk Aedes aegypti Sebagai Vektor Demam Berdarah Dengue*. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto
- Suciatmih., Kartika, T., dan Yusuf, S. 2015. Jamur Entomopatogen dan Aktivitas Enzim Ekstraselulernya. *Berita Biologi* 14(02)
- Suman, D.S., A. Shrivastava, S. Pant, dan Parashar, B. 2011. *Differentiation of Aedes aegypti and Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) with Egg Surface Morphology and Morphometrics Using Scanning Electron Microscopy*. *Arthropod Structure & Development Elsevier*. Amsterdam.
- Supriyadi, D., Pasaru, F. dan Lakani, I. 2017. Efikasi Cendawan *Aspergillus* sp. Terhadap Hama Penghisap Buah Kakao *Helopeltis* sp. (Hemiptera : Miridae) Pada Tanaman Kakao. *e-Journal Agrotekbis* 5 (3) : 300 - 307
- Sudarto.1972. *Atlas entomologi kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Soegijanto, S. 2006. *Demam berdarah dengue. Edisi 2*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Supartha, I.W. 2008. *Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, Aedes aegypti(Linn.) dan Aedes albopictus(Skuse)(Diptera: Culicidae)*. [Tesis] Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar, Bali
- Tantawizal., A., Inayati., Y. dan Prayogo. 2015. Potensi Cendawan Entomopatogen *Bauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Untuk Mengendalikan Hama Boleng *Cylas formicarius* F. pada Tanaman Ubi Jalar. *Buletin Palawija*. No.29: 46-53.

- Thalib, R., R., Fernando, D., dan Meidalima. S. H.. 2013. Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Asal Tanah Lebak dan Pasang Surut Sumatera Selatan Untuk Agens Hayati *Scirpophaga incertulas*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. Vol. 13 (1): 10–18.
- Trizelia. 2005. *Cendawan entomopatogen Beauveria bassiana: Keragaman Genetik, karakterisasi Fisiologi dan Virulensinya terhadap Crocidolomia pavonana*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ulya, L. N., T. Himawan., G. dan Mudjiono. .2016. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* (Moniliales: Moniliaceae) Terhadap Hama Uret *Lepidiota stigma* F. (Coleoptera: Scarabaeidae). *Jurnal HPT*. Vol. 4(1):24-3
- Utomo, C. dan Pardede., D. J. 1990. Efikasi Jamur *Beauveria bassiana*. *Buletin Perkebunan*. Vol. 13. No. 1: 1-6
- Wahyudi, P. 2008. Enkapsulasi Propagul Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana* Menggunakan Alginat dan Pati Jagung Sebagai Produk Mikoinsektisida. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. Vol. 24 (1):19-26.
- Wicaksono, A. P., A.L. Abadi, A. Afandhi. 2015. Uji Efektivitas Metode Aplikasi Jamur Entomopatogen *Bauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin terhadap Pupa *Bactroca carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. Vol. 3(2): 39-48.
- Widiastuti, D. dan Kalimah I.F. 2016. Efek Larvasida Metabolit Sekunder *Beauveria bassiana* Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. *Spirakel* 8 (2) : 1-8
- WHO. 2012. *Dengue and severe dengue* [Online J.] diunduh tanggal 31 oktober 2018. Tersedia dari: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>
- Yunizar, N., Rahmawati., Kustiati. 2018. Patogenitas Isolat Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap Lalat Rumah *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Jurnal Protobiont*. Vol. 7(3): 77-82.