

**UJI PATOGENITAS ISOLAT FUNGI ENTOMOPATOGEN TERHADAP
STADIUM DEWASA NYAMUK *Aedes aegypti***

(Skripsi)

Oleh

SUPIYANTO



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

ABSTRAK

UJI PATOGENITAS ISOLAT FUNGI ENTOMOPATOGEN TERHADAP STADIUM DEWASA NYAMUK *Aedes aegypti*

Oleh

SUPIYANTO

Upaya pengendalian *Ae. aegypti* sebagai vektor DBD banyak menggunakan bahan kimia sintetik yang menimbulkan permasalahan baru yaitu nyamuk menjadi resisten terhadap bahan kimia, pencemaran lingkungan dan dapat menyebabkan kematian organisme lain yang bukan target. Oleh sebab itu, perlu alternatif lain yaitu pengendalian secara hayati menggunakan fungi entomopatogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui patogenitas empat jenis fungi entomopatogen yang diisolasi dari nyamuk *Ae. aegypti* asal Bandar Lampung terhadap mortalitas stadium dewasa nyamuk *Ae. aegypti*. Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober 2018 - Januari 2019 di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA, Universitas Lampung dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor yaitu jenis isolat (*Mucor* sp., *Penicillium* sp., Trichocomaceae, *Aspergillus* sp.) dan pengenceran (Kontrol, 10, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}). Data dianalisis menggunakan ANOVA dengan Uji lanjut *Duncan* pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat jenis fungi (*Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. dan IL3 mampu menyebabkan mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* dengan daya bunuh tertinggi pada *Mucor* sp. 10 (tanpa pengenceran) sebesar 43,33%.

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

**UJI PATOGENITAS ISOLAT FUNGI ENTOMOPATOGEN TERHADAP
STADIUM DEWASA NYAMUK *Aedes aegypti***

Oleh

SUPIYANTO

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**

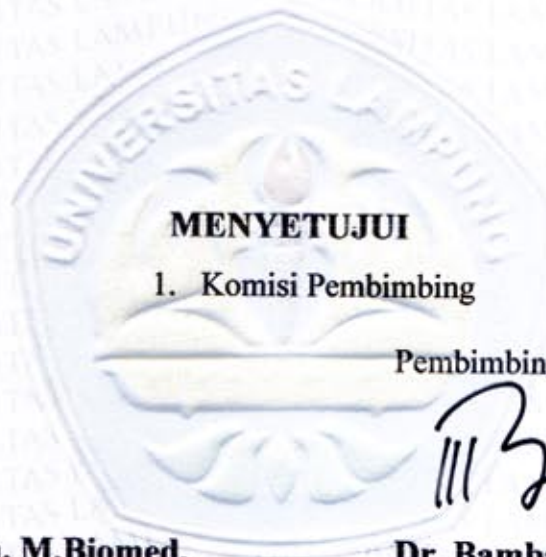
Judul Skripsi : **UJI PATOGENITAS ISOLAT FUNGI
ENTOMOPATOGEN TERHADAP STADIUM
DEWASA NYAMUK *Aedes aegypti***

Nama Mahasiswa : **Supiyanto**

No. Pokok Mahasiswa : 1517021009

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

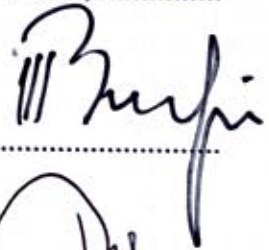
MENGESAHKAN

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



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **21 Mei 2019**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Supiyanto
NPM : 1517021009
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

“Uji Patogenitas Isolat Fungi Entomopatogen Terhadap Stadium Dewasa Nyamuk
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, 13 Juni 2019

Yang menyatakan,



(Supiyanto)

NPM: 1517021009

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di desa Gunung Keramat kecamatan Abung Semuli, Lampung Utara pada tanggal 20 November 1996, sebagai anak ke empat dari empat bersaudara buah pernikahan dari Bapak Saidan dan Ibu Halimah.

Penulis mulai menempuh pendidikan pertama di SD Negeri 2 Gunung Keramat kecamatan Abung Semuli, Lampung Utara pada tahun 2003 – 2006, kemudian pindah ke SD Negeri 2 Gunung Agung kecamatan Terusan Nunyai, Lampung Tengah pada tahun 2006 – 2009. Penulis melanjutkan pendidikannya di SMP Negeri 3 Terusan Nunyai, Lampung Tengah pada tahun 2009 – 2012 dan SMA Negeri 1 Terusan Nunyai, Lampung Tengah pada tahun 2012 – 2015. Kemudian pada tahun 2015, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Mikrobiologi FKIP dan Pengenalan Alat Laboratorium. Selain itu penulis juga aktif di dunia organisasi kampus dimulai dari anggota bidang Keilmuan dan Ekspedisi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Universitas Lampung periode 2016/2017, anggota Departemen Pengembangan Keilmuan dan

Prestasi UKM Tapak Suci Universitas Lampung periode 2016/2017. Kemudian penulis tergabung ke dalam BEM FMIPA Universitas Lampung periode 2018 sebagai Kepala Departemen Sains dan Pengabdian Masyarakat (SPM). Pada bulan Januari - Maret 2018 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Karanganyar kecamatan Wonosobo, Tanggamus, Provinsi Lampung dan pada bulan Juli-Agustus penulis melakukan Kerja Praktik di PT. Great Giant Pineapple Company, Lampung Tengah dengan judul **“Isolasi dan Seleksi Fungi Xylanolitik dari Seresah Nanas (*Ananas comosus* L.) Perkebunan PT. Great Giant Pineapple”**. Selanjutnya penulis melaksanakan penelitian pada bulan Oktober 2018 – Januari 2019 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Lampung.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan nikmat yang diberikan oleh Allah, penulis dapat diberikan kesehatan, kesabaran dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Aku persembahkan karya ini sebagai cinta dan tanda bakti serta rasa terimakasihku yang terdalam kepada semua pihak yang telah membantu dan berjasa selama perjalanan hidupku.

Ayah dan Ibuku yang sudah berjuang untuk membesarkan, mendidik, memotivasi dan mendo'akan serta memberikan pelajaran-pelajaran yang sangat berarti selama hidupku.

Kakak – kakak dan keluarga besarku yang selalu mendukung, memberikan motivasi, semangat dan nasehat serta do'a untuk keberhasilanku

Bapak dan Ibu guru serta Dosen-dosenku yang telah memberikan penerangan dalam hidupku dengan ilmu-ilmu yang telah diberikan

Sahabat dan Teman-temanku yang telah menemani perjalanan hidupku, baik ketika susah maupun senang serta selalu memberikan dukungannya

Almamater tercinta

MOTTO

*“Semangat Pantang Menyerah Yang Disertai Dengan Do’a
Adalah Kunci Menggapai Kesuksesan”
(Supiyanto)*

*“Sebaik-Baiknya Manusia Adalah Yang Paling Bermanfaat
Bagi Orang Lain”
(HR. Ahmad, Ath-Thabrani, Daruqudni)*

*“Jika Kalian Berbuat Baik, Sesungguhnya Kalian Berbuat
Baik Bagi Diri Kalian Sendiri”
(Q.S. Al-Isra:7)*

*“Sesungguhnya Allah Tidak Akan Mengubah Keadaan Suatu
Kaum Sebelum Mereka Mengubah Keadaan Mereka Sendiri”
(Q.S. Ar-Rad: 11)*

SANWACANA

Puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah Yang Maha Esa karena atas rahmat karunia dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “***UJI PATOGENITAS ISOLAT FUNGI ENTOMOPATOGEN TERHADAP STADIUM DEWASA NYAMUK *Aedes aegypti****” yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 sampai dengan Januari 2019.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini bukanlah hasil jerih payah sendiri akan tetapi berkat bimbingan dan dukungan berbagai pihak baik moril maupun materiil sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Drs. Suratman, M.Sc selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
2. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
3. Ibu Emantis Rosa, M.Biomed selaku Pembimbing I yang dengan sabar memberi masukan, mengarahkan serta membimbing penulis dalam proses penelitian sampai dengan penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Si, 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 yang telah memberi saran dan mengarahkan serta membimbing penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Dra. Elly L Rustiati, M.Sc, selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama kuliah di jurusan Biologi.
7. Kedua orang tua yaitu Bapak Saedan Dan Ibu Halimah 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 - kakak tercinta (Suswati, Suwandi dan Suryadi) yang selalu mendukung dan memberikan do'a dan nasehat dalam setiap perjalanan hidup penulis.
9. Laboran Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung (Mbak Oni) yang telah membantu saat proses penelitian, berbagi ilmu dan meluangkan waktu serta membagikan pengalamannya sehingga dapat menjadi inspirasi dan motivasi bagi penulis.
10. Team sukses PKM, KP sampai dengan penelitian Nuril dan Wuri yang telah bersama-sama bahu membahu selama persiapan penelitian sampai dengan selesainya skripsi ini.
11. Anak Micrew (Nosep, Cahya, Eka, Ana, Yunita, Sundari, Inten, Olla, Niken, Dilla, Iqbal, Elin dan Mbak Fika) yang selalu berbagi cerita, pengalaman, ilmu dan saling mendukung serta memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

12. Untuk anak-anak bunda terimakasih atas motivasi dan dukungannya selama bimbingan sampai dengan selesainya skripsi ini.
13. Nuril, Salih, Edi, Dona, Rengga, Adryan, Galang, Danang, Tomi, Ika, Rohma, Jannah, Vina, Alfi, Septi, Novia, Jeany, Miranti, Puspa, dan Tria. Terimakasih atas waktu, canda, dan bantuan kalian selama proses sampai dengan penyelesaian skripsi ini.
14. Teman – temanku Neofel15, adik- adik dan kakak - kakak Biologi Universitas Lampung terimakasih atas dukungan dan kebersamaanya selama aku menjalani pendidikan di kampus.
15. Terimakasih atas pengalaman dan ilmu yang telah aku dapatkan selama bergabung di HIMBIO FMIPA Universitas Lampung.
16. Teman – teman BEM FMIPA Universitas Lampung, terimakasih atas dukungan, motivasi, pengalaman serta ilmu yang telah kalian bagikan.
17. Semua pihak terlibat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terimakasih atas doa dan dukungannya dalam menyelesaikan laporan akhir kerja praktik ini.

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, 13 Juni 2019

Penulis,

Supiyanto

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MENGESAHKAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Manfaat Penelitian.....	3
D. Kerangka Pemikiran.....	3
E. Hipotesis.....	5

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	6
B. Morfologi Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	6
C. Siklus Hidup dan Kebiasaan Nyamuk.....	8
D. Peranan <i>Ae. aegypti</i> dan Faktor yang Mempengaruhi Kasus DBD	9
E. Kasus Demam Berdarah di Provinsi Lampung.....	10
F. Pengendalian Terhadap Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	11
G. Fungi Entomopatogen.....	13

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan	
3.2.1 Alat	16
3.2.2 Bahan.....	16
3.3 Cara Kerja	
3.3.1 Pemancingan Fungi dengan <i>Moist Chamber Method</i> (David Malloch).....	17
3.3.2 Persiapan Stock Nyamuk Uji <i>Ae. aegypti</i>	17
3.3.3 Isolasi dan Kultur Fungi Entomopatogen dari Tubuh Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	18
3.3.4 Perhitungan Kerapatan Spora.....	18
3.3.5 Uji Patogenitas Fungi Entomopatogen terhadap Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	19
3.3.6 Perhitungan Persentase Kematian Nyamuk <i>Ae. aegypti</i>	19
3.3.7 Analisis Data.....	19
3.3.8 Diagram Alir Penelitian.....	20

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Isolasi dan Seleksi Fungi Entomopatogen	21
B. Hasil Perhitungan Kerapatan Spora.....	23
C. Mortalitas Nyamuk <i>Ae. aegypti</i> Setelah Perlakuan	25

D. Pengamatan Perubahan Morfologi Mortalitas <i>Ae. aegypti</i>	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	34
B. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dewasa	8
Gambar 2. Siklus hidup <i>Ae. aegypti</i>	9
Gambar 3. <i>Moist chamber</i>	17
Gambar 4. Alat penangkar nyamuk	18
Gambar 5. Diagram alir penelitian	20
Gambar 6. Perubahan morfologi nyamuk yang terinfeksi <i>Mucor</i> sp., (A) perbesaran 10x (B) perbesaran 40x	32
Gambar 7. Perubahan morfologi nyamuk yang terinfeksi <i>Aspergillus</i> sp. (A) perbesaran 10x (B) perbesaran 40x	32
Gambar 8. Menghitung kerapatan spora.....	47
Gambar 9. Isolat fungi <i>Aspergillus</i> sp.....	48
Gambar 10. Isolat fungi <i>Penicillium</i> sp.....	48
Gambar 11. Isolat fungi <i>Mucor</i> sp.....	49
Gambar 12. Isolat fungi Trichocomaceae.....	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil isolasi dan identifikasi isolat fungi yang berasal dari nyamuk <i>Ae. aegypti</i> di Bandar Lampung.....	21
Tabel 2. Kerapatan spora <i>Mucor</i> sp.	23
Tabel 3. Kerapatan spora <i>Penicillium</i> sp.	23
Tabel 4. Kerapatan spora Tricocomaceae.....	24
Tabel 5. Kerapatan spora <i>Aspergillus</i> sp.	24
Tabel. 6 Persentase mortalitas <i>Ae. aegypti</i> setelah terinfeksi fungi entomopatogen pada berbagai tingkat pengenceran.....	25
Tabel 7. Hasil analisis ANOVA pengaruh jenis isolat dan pengenceran terhadap mortalitas <i>Ae. aegypti</i>	26
Tabel 8. Hasil uji lanjut <i>Duncan</i> antara jenis isolat fungi entomopatogen terhadap persentase mortalitas <i>Ae. aegypti</i>	27
Tabel 9. Hasil uji lanjut <i>Duncan</i> antara pengenceran fungi entomopatogen terhadap persentase mortalitas <i>Ae. aegypti</i>	30

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu penyakit yang menjadi masalah kesehatan di Indonesia yaitu penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). Angka kematian setiap tahun yang diakibatkan oleh DBD cukup tinggi yaitu sebesar 40% populasi dunia atau sekitar 2,5 milyar jiwa. Penyakit ini disebabkan oleh infeksi virus Dengue di beberapa negara tropis serta subtropis lainnya (WHO, 2013; Widiastuti dan Kalimah, 2016).

Nyamuk *Aedes aegypti* berperan sebagai vektor utama DBD. Nyamuk ini sangat efektif dalam penularan penyakit karena siklus hidupnya yang cepat dan menghisap darah berulang kali (*multy bitter*) selama siklus gonotropiknya. Apabila siklus hidupnya tidak dikendalikan maka dapat menyebabkan masalah yang cukup besar pada kesehatan manusia (Sulistiorini dkk., 2016).

Kasus DBD di Asia Pasifik antara tahun 2004 sampai 2010 yaitu sebesar 75%. Indonesia merupakan negara dengan kasus Demam Berdarah nomor 2 diantara 30 negara wilayah endemis lainnya di dunia. Kasus demam berdarah pada tahun 2015 di 34 provinsi di Indonesia yaitu sebanyak 129.179 jiwa dan 1.240 diantaranya meninggal dunia (Depkes R.I., 2015).

Di provinsi Lampung pada 2015 tercatat 2.996 kasus dengan angka kematian sebanyak 31 jiwa (BPS, 2015). Lalu pada tahun 2016 terdapat 4.523 kasus dengan kematian sebanyak 15 jiwa. Menurut laporan Dinkes sejak Januari hingga Oktober 2016 terdapat 289 kasus DBD yang terjadi di kota Bandar Lampung (Dinas Kesehatan Provinsi Lampung, 2016).

Pengendalian terhadap populasi nyamuk *Ae. aegypti* telah banyak dilakukan mulai dari pengasapan (*fogging*), pemberantasan sarang nyamuk dan abatisasi serta penggunaan bahan kimia. Penggunaan bahan kimia ini dapat mengendalikan siklus hidup nyamuk dengan cepat. Namun hal ini dapat menyebabkan resistensi nyamuk terhadap insektisida apabila penggunaannya dilakukan secara terus menerus. Di beberapa daerah dilaporkan terjadinya resistensi terhadap penggunaan bahan kimia dan diantaranya berdampak pada lingkungan serta dapat menyebabkan kematian serangga non target. (Widiastuti dan Kalimah, 2016).

Oleh sebab itu, perlu alternatif lain yaitu pengendalian secara hayati menggunakan fungi entomopatogen. Fungi ini memiliki kelebihan diantaranya yaitu bersifat spesifik sehingga kemungkinan menyebabkan kematian serangga non target sangat kecil, dapat menyerang berbagai stadia (telur, larva, dan dewasa), relatif aman terhadap lingkungan dan kemungkinan menimbulkan resistensi sangat kecil (Ekowati dan Irawan, 2017).

Pengendalian menggunakan fungi entomopatogen yang diisolasi dari tubuh nyamuk *Ae. aegypti* asal Bandar Lampung terhadap stadium dewasa *Ae. aegypti* belum banyak diperoleh informasinya. Oleh karena itu perlu

dilakukan penelitian mengenai uji patogenitas isolat fungi entomopatogen terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* dewasa.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk

1. Mengetahui pengaruh empat jenis fungi entomopatogen yang diisolasi dari nyamuk *Ae. aegypti* asal Bandar Lampung terhadap mortalitas stadium dewasa nyamuk *Ae. aegypti*.
2. Mengetahui pengenceran yang paling efektif terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti*.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi tentang efektivitas fungi entomopatogen terhadap nyamuk *Ae. aegypti*, sehingga dapat dikembangkan menjadi insektisida alami yang ramah lingkungan untuk mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti*.

D. Kerangka Pikir

DBD merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus Dengue. Penyakit ini menjadi salah satu masalah penting di Indonesia dan beberapa negara tropis dan subtropis lainnya. Kasus DBD di negara - negara Asia cukup tinggi dengan jumlah penderita terbanyak pada anak-anak. Gejala yang timbul akibat DBD diantaranya demam tinggi, sakit kepala, nyeri otot, tulang dan sendi hingga timbulnya bintik merah pada kulit.

Vektor utama penyebab DBD adalah nyamuk *Ae. aegypti*. Nyamuk ini mampu menghisap darah berulang-ulang selama gonotropiknya. Sehingga sangat efektif dalam penularan virus Dengue.

Pengendalian siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* sangat penting dalam rangka mengatasi penyakit DBD. Saat ini upaya pengendalian telah banyak dilakukan. Tetapi pengendalian ini masih banyak menggunakan bahan-bahan kimia sintetis yang dapat menimbulkan permasalahan baru seperti resistensi nyamuk, pencemaran lingkungan yang nantinya akan berdampak pada kesehatan manusia maupun organisme non target lainnya. Sehingga perlu alternatif lain yaitu dengan menggunakan fungi entomopatogen.

Fungi entomopatogen merupakan fungi yang dapat menyebabkan penyakit atau bahkan kematian pada serangga. Fungi ini dapat menyerang berbagai stadia (telur, larva, pupa dan dewasa) pada serangga, bersifat spesifik terhadap serangga target, aman terhadap lingkungan dan kemungkinan menimbulkan resistensi sangat kecil. *Beauveria bassiana* merupakan salah satu fungi entomopatogen dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali biologis. Namun penelitian mengenai efektivitas isolat fungi entomopatogen sebagai insektisida alami dalam mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti* dewasa asal Bandar Lampung belum banyak dilakukan. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas isolat fungi entomopatogen sebagai agen biologi dalam mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti* dewasa.

Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk memperoleh fungi entomopatogen yaitu dengan menggunakan *moist chamber methode*. Hasil

penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang efektivitas fungsi entomopatogen terhadap nyamuk *Ae. aegypti* sehingga dapat dikembangkan menjadi bioinsektisida dalam mengendalikan siklus hidup nyamuk *Ae. aegypti* yang menjadi vektor utama penyakit DBD.

E. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu fungsi entomopatogen yang diisolasi dari nyamuk *Ae. aegypti* dewasa asal Bandar Lampung, efektif sebagai insektisida alami untuk mengendalikan nyamuk *Ae. aegypti* dewasa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Nyamuk *Aedes aegypti*

Klasifikasi nyamuk *Ae. aegypti* menurut (Borror, 1996) sebagai berikut:

Kerajaan : Hewan

Filum : Arthropoda

Kelas : Insekta

Bangsa : Diptera

Suku : Culicidae

Marga : *Aedes*

Jenis : *Aedes aegypti*.

B. Morfologi Nyamuk *Aedes aegypti*

Tubuh nyamuk *Ae. aegypti* dewasa lebih kecil dibandingkan dengan nyamuk rumah (*Culex quinquefasciatus*). Tubuh berwarna dasar hitam dengan bintik - bintik putih pada tubuh dan kakinya (Depkes R.I., 2007).

Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki tiga bagian tubuh diantaranya yaitu:

1. *Caput* (kepala)

Nyamuk *Ae. aegypti* memiliki *probosis* halus yang berfungsi untuk menghisap darah pada betina sedangkan pada jantan *probosis* berfungsi untuk menghisap nektar bunga sebagai sumber makanannya. Selain itu *Ae. aegypti*

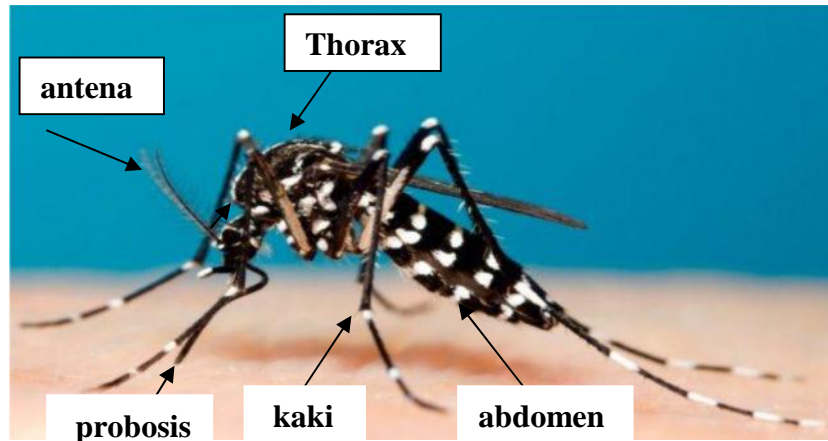
juga memiliki sepasang mata majemuk, sepasang *palpi* dan antena. Antena pada nyamuk ini memiliki fungsi sebagai alat peraba dan pencium. Nyamuk jantan mempunyai antena yang berbulu lebat (*plumose*) berbeda dengan nyamuk betina yang berbulu jarang (*pilose*) (Depkes., 2007).

2. *Thorax* (dada)

Pada *thorax Ae. aegypti* mempunyai *scutelum* berbentuk tiga *lobus* kaku yang ditutupi *scutum* pada punggungnya dan berwarna keabuan serta memiliki dada yang sedikit membungkuk. Nyamuk ini memiliki *venasi* pada sayapnya. *Venasi* merupakan saluran *trachea longitudinal* yang terbuat dari kitin. Saluran ini terdiri dari *vena longitudinal*, *vena costa*, dan *vena subcosta*. Mempunyai tiga pasang kaki dan memiliki *coxae*, *trochanter*, *femur*, *tibia* dan lima *tarsus* yang berakhir sebagai cakar pada masing-masing kaki tersebut. Selain itu nyamuk ini juga memiliki alat pernapasan yang disebut dengan *stigma* diantara *mesothorax* dan *metathorax* (Gubler, 2014).

3. *Abdomen* (perut)

Bagian *abdomen Ae. aegypti* dewasa memiliki 10 ruas pada perutnya yang panjang dan memiliki alat kelamin pada ruas terakhir tersebut. Nyamuk ini memiliki warna hitam bergaris-garis putih pada perut dorsalnya, sedangkan pada daerah ventral dan lateral memiliki warna hitam dengan bintik - bintik putih keperakan (Borror *et al.*, 1996). Bercak putih dan warna dasar hitam yang terdapat pada bagian dada, perut dan kakinya dapat dilihat secara langsung tanpa harus menggunakan alat bantu (Widya, 2006). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa (Sari, 2017).

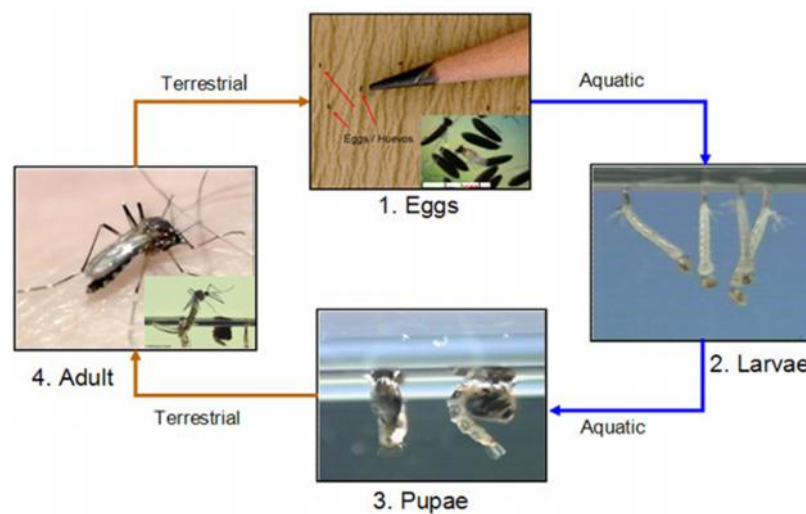
C. Siklus Hidup dan Kebiasaan Nyamuk

Dalam menyelesaikan siklus hidup, nyamuk *Ae. aegypti* mengalami metamorfosis sempurna (*holometabola*). Siklus hidup nyamuk ada beberapa tahap yaitu telur, larva, pupa dan dewasa. Telur akan menetas menjadi larva selama 1-3 hari. Larva nyamuk akan mengalami instar I hingga instar ke IV dan kemudian menjadi pupa selama 2-3 hari. Setelah itu pupa akan menjadi nyamuk dewasa seperti pada Gambar 2 (Hadi dan Soviana, 2010).

Ketika dewasa, nyamuk akan beristirahat dan mengeringkan tubuhnya guna mempersiapkan diri untuk terbang. Nyamuk betina dapat bertahan selama 2 minggu. Berbeda dengan jantan yang bisa bertahan selama 6-7 hari. (Hadi dan Soviana, 2010).

Nyamuk dewasa mempunyai kebiasaan menghisap darah sebagai makanan sekaligus sumber nutrisi bagi telurnya. *Ae. aegypti* dapat bertelur kurang lebih 100-400 butir telur setelah menghisap darah. Telur-telur tersebut biasanya akan diletakkan di dekat permukaan air yang jernih seperti pada bak mandi

dan tidak berhubungan langsung dengan tanah (Kardinan, 2003). Pada beberapa penelitian menunjukkan adanya perubahan perilaku nyamuk dalam menentukan tempat bertelur seperti pada media air campuran kotoran sapi. Hal ini menunjukkan bahwa nyamuk *Ae. aegypti* mampu beradaptasi terhadap lingkungan hidupnya untuk berkembangbiak (Wurisastuti, 2013).



Gambar 2. Siklus hidup *Ae. aegypti* (Sumber : CDC, 2012)

D. Peranan *Ae. aegypti* dan Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Kasus DBD

Ae. aegypti betina berperan penting dalam penyebaran virus penyebab penyakit demam berdarah. Nyamuk betina memerlukan darah untuk kematangan telurnya. Biasanya nyamuk ini akan menghisap darah pada siang hari, tidak seperti nyamuk lainnya yang lebih aktif menghisap darah pada malam hari. Kebiasaan nyamuk ini yang dapat menggigit beberapa individu secara berulang-ulang (*multy bitter*) dalam waktu yang singkat menyebabkan penyebaran virus DBD dapat terjadi pada beberapa individu dalam satu tempat (Sulistiyorini, 2016).

Faktor kelembaban udara dan curah hujan merupakan bagian dari kondisi lingkungan fisik yang mempengaruhi terjadinya kasus demam berdarah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa curah hujan memiliki hubungan dengan kejadian DBD, tanpa mengetahui kekuatan hubungannya (Paramita dan Mukhono, 2017). Arifin dkk., (2013) dari kota Makassar melaporkan bahwa faktor lingkungan fisik, suhu udara dan kelembaban memiliki hubungan dengan keberadaan *Ae. aegyti* vektor DBD.

Penularan dan penyebaran penyakit DBD di Asia Pasifik dipengaruhi oleh perubahan iklim dunia. Hal ini berdasarkan studi literasi hubungan kasus DBD dengan perubahan iklim di beberapa negara, yaitu Thailand, Taiwan, India, Indonesia, China, Singapura, dan Australia. Beberapa unsur yang mempengaruhi iklim adalah curah hujan, kelembaban udara, suhu udara, tekanan udara, dan angin. (Banu *et al.*, 2011).

E. Kasus Demam Berdarah di Provinsi Lampung

Berdasarkan data, jumlah kasus DBD di Lampung pada tahun 2013 yaitu sebesar 4.575 kasus dengan angka kematian 22 jiwa. Selanjutnya pada tahun 2014 sebesar 1.350 kasus dengan angka kematian 22 orang (Dinas Kesehatan Provinsi Lampung, 2015).

Berdasarkan data BPS provinsi Lampung (2015), jumlah kasus DBD di seluruh kabupaten yang ada di provinsi Lampung yaitu Bandar Lampung sebesar 582 kasus, Pringsewu 481 kasus, Metro 267 kasus, Lampung Timur 265 kasus, Lampung Utara 205 kasus, Lampung Selatan 340 kasus, Lampung Tengah 177 kasus, Tulang Bawang 122 kasus, Tulang Bawang Barat 55

kasus, Pesisir Barat 62 kasus, Tanggamus 124 kasus, Way Kanan 53 kasus, Lampung Barat 31 dan Mesuji 22 kasus, dengan total kasus DBD di provinsi Lampung secara keseluruhan sebesar 2.996 kasus dengan angka kematian sebesar 31 jiwa.

F. Pengendalian Terhadap Nyamuk *Ae. aegypti*

Salah satu langkah penting dalam upaya pengendalian wabah penyakit demam berdarah yaitu dengan melakukan pengendalian terhadap populasinya. Upaya-upaya pengendalian terhadap populasi nyamuk ini telah banyak dilakukan baik melalui pemberantasan sarang nyamuk, abatisasi maupun dengan pengasapan (Widiastuti dan Kalimah, 2016).

Upaya pengendalian dengan menggunakan insektisida sintetik umumnya menggunakan sistem aerosol dengan cara *Ultra Low Volume, Fogging*, maupun *Mist Blower*. Salah satu insektisida sintetik yang digunakan berbahan kimianya malathion (Boesri dan Boewono, 2008).

Selain cara tersebut, penggunaan insektisida sintetik dapat pula dilakukan dengan dibakar, baik dibakar secara langsung maupun obat nyamuk elektronik. Upaya pengendalian populasi nyamuk dengan cara ini berdampak negatif terhadap pencemaran lingkungan, residu yang disebabkan oleh bahan kimia ini akan sangat berbahaya jika terkena makanan sehingga dapat menyebabkan kematian pada serangga non target (Fathi dkk., 2005).

Upaya pengendalian terhadap nyamuk *Ae. aegypti* dapat dilakukan pada tahap larva. Pengendalian secara kimiawi dapat menekan penurunan larva dengan cepat, akan tetapi kurang efektif apabila digunakan secara terus menerus dan

berulang. Karena dapat menyebabkan resistensi larva dan menyebabkan lingkungan dapat tercemar. Kasus resistensi larvasida *temephos* terhadap larva *Ae. aegypti* telah dilaporkan di beberapa penelitian di berbagai daerah. Oleh sebab itu, maka perlu dikembangkan pengendalian secara hayati yang lebih ramah terhadap lingkungan dengan menggunakan musuh alaminya (Widiastuti dan Kalimah, 2016).

Pengendalian secara hayati memanfaatkan musuh alami seperti predator, parasit maupun organisme patogen dalam mengendalikan hama-hama pengganggu baik pada tumbuhan maupun pada hewan. Pengendalian ini dapat menekan perkembangan hama maupun vektor penyakit, toksisitasnya yang rendah baik terhadap serangga non target maupun terhadap manusia serta bersifat spesifik. Pengendalian dengan menggunakan musuh alami ini diharapkan dapat mengendalikan siklus hidup vektor penyebab penyakit DBD tersebut (Indrawati, 2006).

Banyak penelitian mengenai pengendalian hayati, seperti penggunaan *Beauveria bassiana*. Penelitian tentang pengendalian dengan menggunakan fungi ini sudah banyak digunakan seperti pengendalian ulat krop pada tanaman sawi, hama walang sangit (*Leptocorisa oratorius*), wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens*) pada tanaman padi serta hama kutu (*Aphis* sp.) pada tanaman sayuran di bidang pertanian. Di bidang perkebunan, pengendalian terhadap hama kapas, kelapa sawit, lada, kelapa, teh serta kakao menggunakan jamur *B. bassiana* juga telah digunakan. Selain itu, pengendalian ini juga efektif terhadap lalat di peternakan unggas (Ikawati, 2016).

G. Fungi Entomopatogen

Menurut Sun *et al.*, (2008) dan Vidhate *et al.*, (2013) fungi dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan kemampuan menyerangnya pada serangga diantaranya yaitu kelompok koloniser, oportunistis dan entomopatogen. Kelompok koloniser merupakan kelompok fungi yang tidak menyebabkan kematian pada serangga dan hanya akan tumbuh pada serangga yang telah mati seperti *Trichoderma harzianum*, *Absidia glauca* dan *Rhizopus oryzae*. Kelompok oportunistis merupakan kelompok yang mampu menginfeksi serangga namun tingkat toksisitasnya rendah seperti *Aspergillus flavus*, *Fusarium sp.*, *F. oxysporum*, *Penicillium sp.*, *P. chrysogenum*, dan *Mucor sp.* Sedangkan kelompok fungi entomopatogen yaitu kelompok fungi yang mampu menginfeksi serangga hingga menyebabkan kematian seperti *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces farinosus*.

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).

B. bassiana juga diketahui mampu menghasilkan toksin berupa *beauverin* yang mampu menyebabkan kerusakan jaringan tubuh serangga sehingga serangga dapat mengalami kematian dalam beberapa hari. Fungi ini terbukti efektif dalam menyebabkan mortalitas *Culex sp.*, *Anopheles sp.* dan *Aedes sp.* pada penelitian skala laboratorium (Ikawati, 2016).

Paecilomyces fumosoroseus mampu menghasilkan metabolit sekunder berupa asam *dipicolinic* yang bersifat toksik bagi lalat putih *Bemisia tabaci* dan *B. argentifolii* (Asaff *et al.*, 2005). *Verticillium lecanii* juga diketahui dapat menghasilkan asam *dipicolinic* yang berfungsi sebagai insectisida dalam mengendalikan lalat biru *Calliphora erythrocephala* (Claydon and Grove, 1982).

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).

Fungi *M. anisopliae* memiliki aktifitas larvisida karena menghasilkan *cyclopeptida*, *destruxin A, B, C, D, E* dan *desmethyldestruxin*. *Destruxin* merupakan bahan insektisida generasi baru. Organel-organel sel (mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus) akan terpengaruh oleh efek *destruxin* tersebut sehingga menyebabkan paralisa sel dan kelainan fungsi lambung tengah, jaringan otot, hemocyt dan tubulus malphigi (Widiyanti dan Muyadihardja, 2004).

Fungi entomopatogen pada beberapa penelitian juga diketahui mampu menghasilkan enzim ekstraseluler seperti lipase, protease dan aktivitas kitinase. Beberapa fungi yang sudah dilaporkan menghasilkan enzim kitinase diantaranya yaitu *B. bassiana* (Fang *et al.*, 2005). Isolat *B. bassiana* juga menghasilkan aktivitas protease, *M. anisopliae* menghasilkan aktivitas lipase and protease (Nahar *et al.*, 2004). Selain kedua fungi tersebut, *Aspergillus* sp.,

Fusarium sp., *Penillium sp.*, *Acremonium sp* dan *Trichoderma harzianum* juga mampu menghasilkan enzim lipase dan protease (Suciatmih dkk., 2015). Enzim-enzim tersebut berfungsi selama proses patogenitas fungi dengan cara mendegradasi komponen utama kutikula serangga (Sandhu *et al.*, 2012).

Mekanisme penginfeksi fungi pada serangga dimulai dari spora atau konidia yang berhasil menempel pada kutikula serangga berkecambah membentuk appresoria, biasanya melalui daerah antar segmen dari serangga inang. Penetrasi terjadi oleh sebuah bentukan dengan ujung runcing (*peg*) yang berada dibawah apresoria. *Peg* biasanya berpenetrasi kedalam epikutikula atau prokutikula membentuk membran hifa diantara lamella prokutikula (Deacon, 1997). Penetrasi dapat terjadi secara mekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin yang mampu membuat kerusakan jaringan pada tubuh serangga (Ikawati, 2015). Kemudian fungi akan memanfaatkan daerah yang secara mekanis lemah untuk perluasan hifa. Dalam perkembangan selanjutnya hifa akan meluas ke epidermis dan hipodermis membentuk blastospora yang kemudian akan berploriferasi di dalam haemolym. Kemudian serangga akan mati karena habisnya gula darah atau toksin yang dihasilkan oleh fungi entomopatogen (Deacon, 1997).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 - Januari 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-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu cawan petri untuk isolasi dan kultur fungi, *laminary air flow* untuk sterilisasi meja kerja, *autoclave* untuk sterilisasi alat dan bahan, *hotplate* untuk memanaskan media, *haemocytometer* untuk menghitung kerapatan spora, Ose runcing untuk memindahkan hifa atau spora ke media yang baru, *cover* dan gelas objek untuk membuat *slide culture*, *drigalsky* untuk memanen spora, sprayer untuk menyemprot suspensi isolat ke nyamuk, kandang nyamuk untuk tempat pengujian *bioassay* dan *magnetic stirer* untuk mempermudah melarutkan media.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *tissue* untuk *moist chamber*, kasa dan kapas untuk pembuatan sumbat tabung reaksi, telur

nyamuk, *Potato Dextrose Agar* (PDA) untuk media pertumbuhan fungi, air gula untuk pakan nyamuk, *clymdamycin* untuk mencegah tumbuhnya bakteri pada media kultur fungi, pelet ikan untuk pakan larva nyamuk dan alkohol untuk sterilisasi basah alat dan meja kerja.

3.3 Cara Kerja

3.3.1 Pemancingan Fungi dengan *Moist Chamber Method* (Malloch, 1981)

Serangga yang akan dijadikan serangga pancing adalah nyamuk *Ae. aegypti* dewasa yang diperoleh dari Bandar Lampung. Nyamuk *Ae. aegypti* dewasa dimatikan dan diletakkan di tissue lembab pada cawan petri yang telah disterilisasi menggunakan autoclave. Kemudian cawan ditutup rapat dengan kertas wrape. Lalu inkubasi selama 1-2 minggu pada suhu ruang sampai tubuh nyamuk tersebut ditumbuhi fungi.



Gambar 3. *Moist chamber* (Dokumentasi Pribadi).

3.3.2 Persiapan Stock Nyamuk Uji *Ae. aegypti*

Nyamuk uji yang akan digunakan dalam penelitian ini berasal dari telur yang diperoleh dari Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat. Kemudian telur yang didapatkan dipelihara sampai menjadi dewasa

(*imago*). Selanjutnya nyamuk *Ae. aegypti* dipindahkan ke masing-masing kurungan nyamuk untuk *bioassay* yang berjumlah 15 ekor setiap kurungan.



Gambar 4. Alat penangkap nyamuk.

3.3.3 Isolasi dan Kultur Fungi Entomopatogen dari Tubuh Nyamuk *Ae. aegypti*

Fungi yang sudah tumbuh pada tubuh nyamuk asal Bandar Lampung lalu diisolasi, kemudian diinokulasi ke dalam cawan petri yang sudah berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Biakan diinkubasi selama 48 jam kemudian dimurnikan dan diambil 4 isolat fungi yang paling dominan, lalu ke 4 fungi yang dominan dikulturkan untuk persiapan *bioassay*. Selanjutnya fungi tersebut diidentifikasi dengan menggunakan buku Barnett and Hunter, (1998).

3.3.4 Perhitungan Kerapatan Spora

Kerapatan spora dihitung menggunakan haemocytometer dan diamati dengan menggunakan mikroskop dan dihitung kerapatan sporanya dengan menggunakan rumus Gabriel & 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 : faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada
 haemocytometer.

3.3.5 Uji Patogenitas Fungi Entomopatogen terhadap Nyamuk *Ae. aegypti*

Jumlah nyamuk yang digunakan pada masing-masing kurungan nyamuk sebanyak 15 ekor. Selanjutnya nyamuk tersebut disemprot menggunakan isolat fungi yang telah ditentukan dengan beberapa konsentrasi yaitu 10 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} dan kontrol dengan pengulangan sebanyak 2 kali. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah mortalitas nyamuk dilakukan setiap 24 jam setelah perlakuan selama 4 hari. Nyamuk dinyatakan mati apabila setelah 15 menit tidak bergerak saat disentuh.

3.3.6 Perhitungan Persentase Mortalitas Nyamuk *Ae. aegypti*

Nyamuk *Ae. aegypti* yang telah mati dapat dihitung presentasi kematiannya dengan menggunakan rumus $P = (X / Y) \times 100\%$.

Keterangan : P = presentase kematian,

X = nyamuk yang mati,

Y = jumlah total nyamuk.

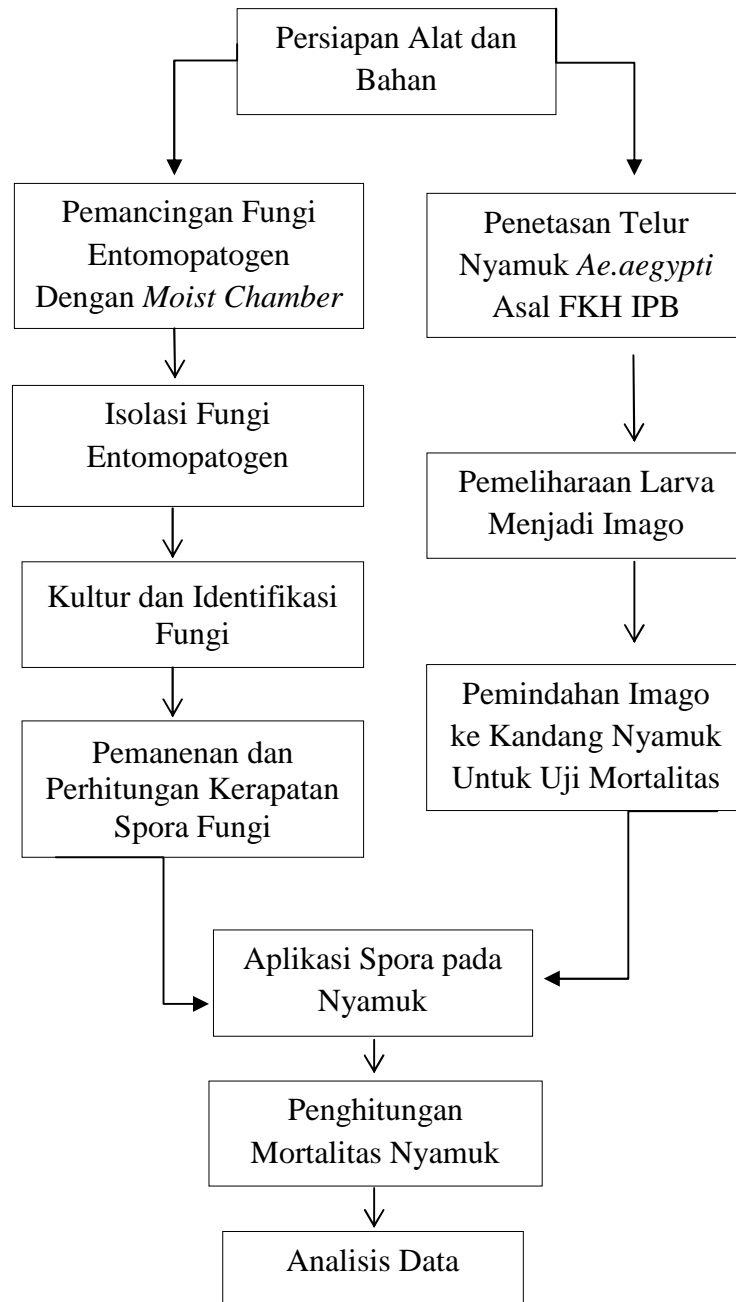
3.3.7 Analisis Data

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor yaitu jenis isolat dengan kode (IL1, IL2, IL3, IL4) dan pengenceran (Kontrol, 10 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}). Data yang diperoleh dianalisis dengan

menggunakan ANOVA. Apabila terdapat perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan* pada taraf 5%.

3.3.8 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa :

1. Keempat isolat fungi yaitu *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. dan suku Trichocomaceae mampu menyebabkan mortalitas imago nyamuk *Ae. aegypti*.
2. Fungi entomopatogen yang paling banyak menyebabkan mortalitas imago *Ae. aegypti* yaitu *Mucor* sp., diikuti oleh *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. dan suku Trichocomaceae dengan perlakuan penyebab mortalitas tertinggi yaitu 10 (tanpa pengenceran).

B. Saran

Dalam melakukan penyemprotan spora terhadap serangga uji supaya lebih tepat sasaran, disarankan agar menggunakan wadah yang sesuai ketika penyemprotan berlangsung sebelum serangga uji dimasukkan kedalam kandang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A., E. Ibrahim dan R. L. Ane. 2013. Hubungan Faktor Lingkungan Fisik dengan Keberadaan Larva *Ae. aegypti* di wilayah Endemis DBD di Kelurahan Kassi-Kassi Kota Makasar 2013. *Kesehatan Lingkungan UNHAS*. Hal 1-8.
- Asaff, A., C. C. G., Rojas and M. Torre. 2005. Isolation Of Dipicolinic Acid as An Insecticidal Toxin from *Paecilomyces fumosoroseus*. *Journal Applied Microbiology and Biotechnology*. 68 (4) : 542–547
- Banu, S., W, Hu., C, Hurst and S. Tong. 2011. Dengue Transmission in The Asia-Pacific Region: Impact of Climate Change and Socio-Environmental Factors. *Tropical Medicine and International Health*. 16 (5) : 598-607.
- Barnett, H.L., and B.H. Hunter. 1998. *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi Fourth Edition*. Macmillian Publishing Company. New York.
- Boesri, H dan Boewono, D. T. 2008. Perbandingan Kematian Nyamuk *Aedes aegypti* Pada Penyemprotan Aerosystem Menggunakan Bifenthrine Dengan Sistem Thermal Fogging Menggunakan Malathion. *Jurnal Kedokteran Yarsi*. 16 (2) : 130-140.
- Borrer, Triplehorn and N. F. Johnson. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi ke-6*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- BPS. 2015. Jumlah Kasus HIV/AIDS, IMS, DBD, Diare, TB dan Malaria Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung 2015. <https://lampung.bps.go.id/statictable/2016/08/02/505/jumlah-kasus-hiv-aids-ims-dbd-diare-tb-dan-malaria-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-lampung-2015.html>. Diakses pada : 27 Oktober 2018. Pukul 16.47 WIB
- CDC. 2012. *Mosquito Life Cycle*. <https://www.cdc.gov/dengue/mosquito-control/index.html>. Diakses pada 28 Oktober 2018

- Claydon, N and J. F. Grove. 1982. Insecticidal Secondary Metabolic Product From The Entomogenous Fungus *Verticillium lecanii*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 40 : 413-418.
- Claydon, N., J. F. Grove and M. Pople. 1977. Insecticidal Secondary Metabolic Product From The Entomogenous Fungus *Fusarium solani*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 30 (2) : 216-223.
- Costa, G. L., and R.L. Oliveira. 1998. *Penicillium* Species In Mosquitoes From Two Brazilian Regions. *Journal Basic Microbiol.* 38 (5-6) : 343-7.
- Deacon, J. W. 1997. *Modern Mycology*. Blackwell Sciene. Australia
- Depkes R.I. 2007. Nyamuk Vampir Mini yang Mematikan. Inside (Inspirasi dan Ide Litbangkes P2B2). *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Loka Litbang P2B2 Ciamis*. Vol 2. 95 Hlm.
- Depkes RI. 2015. *Pencegahan dan Pemberantasan Demam Berdarah Dengue Di Indonesia*. Jakarta : Ditjen PP dan PL.
- Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. 2015. Profil Kesehatan Provinsi Lampung. Dinas Kesehatan Provinsi Lampung.
http://www.depkes.go.id/resources/download/profil/prof_kes_provinsi_2015. Diakses pada : 27 Oktober 2018. Pukul 16.26 WIB.
- Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. 2016. Profil Kesehatan Provinsi Lampung. Dinas Kesehatan Provinsi Lampung.
<http://www.depkes.go.id/resources/download/profil>. Diakses pada : 28 Oktober 2018. Pukul 16.55 WIB.
- Ekowati, C. N dan B. Irawan. 2017. *Mikologi*. Unila. Bandar Lampung
- Ellis, D. 2016. Fungal Description and Antifungal Susceptibility.
<http://mycology.adelaide.edu.au/description/zygomycetes/mucor>. Diakses pada tanggal 8 Februari 2019 pukul 17.37 WIB
- Erida, Y. 2010. *Karakterisasi Enzim Ekstraseluler dan Produksi Biosolubisasi Batubaru Hasil Iradiasi Gamma Oleh Kapang *Penicillium sp* dan *Trichoderma sp**. [Skripsi]. UIN Syari Hidayatullah. Jakarta
- Fang, W., B. Leng and Y. Pei. 2005. Cloning of *Beauveria bassiana* chitinase gene *bbchit1* and its application to improve fungal strain virulence. *Applied and Environ-mental Microbiology* 71 (1) : 363-370.

- Fathi., S. Keman dan C. U. Wahyuni. 2005. Peran faktor lingkungan dan perilaku terhadap penularan Demam Berdarah Dengue di Kota Mataram. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2 (1) : 1-10.
- Gabriel, B.P., dan Riyanto. 1989. *Metarizhizium anisopliae* (Metch) Sor : *Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya*. Jakarta : Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Gubler, J. D. 2014. *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*. Second Edition. USA. CPI Group Ltd Croydon.
- Hadi, U. K dan S. Soviana. 2010. *Ektoparasit Pengenalan, Identifikasi, dan Pengenalannya*. IPB press. Bogor
- Herdatiarni, F., H. Toto, dan R. Rina, 2014. Eksplorasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria* sp. Menggunakan Serangga Umpan Pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel Organik Di Batu, Malang. *Jurnal HPT*. 1 (3) : 2338–4336.
- Herlinda, S., M.D. Utama., Y. Pujiastuti, dan Suwandi. 2006. Kerapatan Dan Viabilitas Spora *Beauveria bassiana* (Bals) akibat Subkultur Dan Pengayaan, Serta Virulensinya Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn). *Jurnal HPT Tropika*. 6 (2) : 70-78
- Ikawati, B. 2015. Studi Efek *Beauveria bassiana* Pada *Anopheles maculata* Fase Akuatik Di Laboratorium. *Balai Litbang P2B2*. Banjarnegara.
- Ikawati, B. 2016. *Beauveria bassiana* sebagai alternatif Hayati dalam Pengendali Nyamuk. *Jurnal Vektor Penyakit*, 10 (1) : 1-24.
- Indrawati, A. 2006. *Kapang Entomopatogen Lagenidium giganteum sebagai Agen Pengendali Hayati Larva Nyamuk Aedes aegypti Vektor Penyakit DBD*. [Thesis]. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Indrayani, Y., dan S. Yusuf. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur kelas Hypomycetes Sebagai Bio-Kontrol Untuk Menghambat Aktifitas Rayap Terhadap Kayu. *Jurnal Penelitian Untan*, 14 (2) : 73-87.
- Kardinan, A. 2003. *Tanaman Pengusir dan Pembasmi Nyamuk Cetakan I*. Jakarta: Agro Media Pustaka

- Koneman, E. M., S.D. Allen., W.M. Janda., P.C. Schreckenber., and W. C. Winn. 1992. *Color Atlas and Text of Diagnostic Microbiology*. 4th Edition. USA. J. B Lippincott Company.
- Kurasein, T., I. Sugoro., M.R. Pikolo., S. Hermanto, dan P. Aditiawati. 2009. Isolasi dan Seleksi Fungi Pelaku Solubilisasi Batubara Subbituminus. *Jurnal Biologi Lingkungan* 3 (2) : 75-87.
- Maharani, S.A., F. Rohman, dan S. E. Rahayu. 2016. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana* Balsamo dan *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas Terhadap Mortalitas *Helopeltis antonii* Signoret. <http://karya-ilmiah.um.ac.id.php/biologi/article>. Diakses pada tanggal 8 Maret 2019.
- Malloch, M. S., and J. E. Hobbie. 1981. *Moulds: Their Isolation, Cultivation, and Identification*. Canada: University of Toronto Press.
- Masyitah I., Sitepu F.S., dan Safni Irda. 2017. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5 (3) : 484-493
- Maulidar, 2017. Isolasi dan Identifikasi Kapang Serasah Daun Tumbuhan Di Kawasan IE Suum Krueng Raya Aceh Besar Sebagai Penunjang Praktikum Mikologi. [Skripsi]. UIN Ar Raniry. Banda Aceh.
- Moraes, A. M. L., M. Corrado., V. L. Holanda, and P. C. Oliveira. 2001. *Aspergillus* From Brazilian Mosquitoes -1. Genera *Aedes* and *Culex* From Rio De Janeiro State. *Mycotaxon –Ithaca Ny-* 78 : 413-422.
- Nahar, P., V. Ghormade and M. D Deshpande. 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., and S. B. Alves. 2004. Eksternal Events Related to The Infection Process of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera:Termitidae) by The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metharizium anisopliae*. *Journal of Neotropical Entomol*. 33 (1) : 051-056.
- Paramita, R. M. dan J. Mukono. 2017. Hubungan Kelembaban Udara Dan Curah Hujan Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Puskesmas Gunung

- Anyar 2010-2016. *The Indonesian Journal of Public Health*. 12 (2) : 202-212.
- Paterson, R.R..M., M.S.J. Simmonds and W.M. Blaney. 1987. Mycopesticidal 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.
- Patidar, P., D. Agrawal,, T. Banerjee and S. Patil. 2005. Optimisation of Process Parameters for Chitinase Production By Soil Isolates of *Penicillium chrysogenum* Under Solid Substrate Fermentation. *Process Biochemistry pengendaliannya*. 40 (9) : 2962-2967.
- Pohan. 2009. Kapang *Penicillium*. www.arthur@fk.unair.ac.id. diakses pada tanggal 9 Februari 2019.
- Pradani., F.Yanuar dan M.Widawati, 2015. Mortalitas *Aedes albopictus* akibat infeksi horizontal *Beauveria bassiana* dan aktivitas enzim Kitinase *B. bassiana*. *Loka Litbang P2B2*. Ciamis
- Prayogo, Yusmani. 2006. Upaya Mempertahankan Keefektifan Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. *J. Litbang Pert*. 25 (2) : 47-54.
- Prayogo, Yusmani. 2010. Efikasi Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zare & Gams) Untuk Pengendalian Hama Kepik Coklat Pada Kedelai. *Buletin Palawija*. No.20 : 47-61.
- Purkan, P., A. Baktir dan A. R. Sayyidah. 2016. Produksi Enzim Kitinase Dari *Aspergillus niger* Menggunakan Limbah Cangkang Rajungan Sebagai Induser. *Journal Kimia Riset*. 1 (1) : 34-41.
- Purnamasari, L., A. Agus dan C. V. Noviandi. 2016. Kajian Produksi Aflatoksin B1 Kasar Dari Isolat Kapang *Aspergillus flavus Lokal* Pada Media Jagung dan Jagung + Kacang Tanah. *Buletin Peternakan*. 40 (2) : 133-137.
- Roddom, L. F and A. D. Rath. 2000. Isolation and Characterization of *Metharizium anasopliae* and *Beauveria bassiana* From Subantarctic Marquarie Island. *Journal of Invertebrate Pathology*. 69 (3) : 285-288.

- Sandhu, S. S., A. K. Sharma.,V. Beniwal., G. Goel., P. Batra., A. Kumar., S. Jaglan and S. Malhotra. 2012. Myco-biocontrol of insect pests: Factors involved, mechanism and regulation. *Journal of Pathogens*. Vol. 2012 : 1-11.
- Sanjaya, S., Nurhani dan Halima. 2010. Isolasi, Identifikasi, Dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen Dari Larva *Spodoptera litura* (Fabricius). *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. 12 (3) : 136 - 141
- Sari, M. 2017. *Perkembangan Dan Ketahanan Hidup Larva Aedes aegypti Pada Beberapa Media Air Yang Berbeda*. [Skripsi]. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Suciatmih., Kartika, T., dan Yusuf, S. 2015. Jamur Entomopatogen dan Aktivitas Enzim Ekstraselulernya. *Berita Biologi*. 14 (02).
- Sulistiyorini, E., U.K Hadi, dan S. Soviana. 2016. Faktor Penentu Keberadaan Larva *Aedes Spp*. Pada Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue Tertinggi Dan Terendah Di Kota Bogor. *Jurnal Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 12 (3) : 137-147
- Sun, B. D. dan X. Z. Liu. 2008. Occurrence and Diversity of Insect-associated Fungi in Natural Soils in China. *Applied Soil Ecology*. 39 (1) : 100-108.
- Supriyadi, D., F. Pasaru dan I. Lakani. 2017. Efikasi Cendawan *Aspergillus sp* Terhadap Hama Penghisap Buah Kakao *Helopeltis sp*. (Hemiptera : Miridae) Pada Tanaman Kakao. *e-J Agrotekbis*. 5 (3) : 300 - 307
- Sutanto, I. 2008. *Parasitologi Kedokteran*. Fakultas Kedokteran UI. Jakarta
- Vidhate, R., V. Ghormade, S. Kulkarni, S. Mane, P. Chavan dan M.V. Deshpande. 2013. Mission Mode Collection of Fungi with Special Reference to Entomopathogens and Mycopathogens. *KAVAKA*. 41 : 33-42.
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Universitas Muhammadiyah. Kota Malang.
- Widiastuti, D. dan I. F. Kalimah. 2016. Efek Larvasida Metabolit Sekunder *Beauveria bassiana* Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. *Spirakel*. 8 (2) : 1-8.

- Widiyanti, N. L. P. M., dan S. Muyadihardja. 2004. Uji Toksisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Larva nyamuk *Aedes aegypti*. *Media Litbang Kesehatan*. 14 (3) : 25-30.
- Widya, W.H. 2006. *Epidemiologi Suatu Pengantar edisi 2*. EGC: Jakarta.
- World Health Organization. 2013. Dengue and Severe Dengue. www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/. Diakses pada tanggal 27 Oktober 2018 pukul 23.29 WIB
- Wulandari, E., N. Hariani dan B. Dharma. 2018. Efektifitas Produk Tepung Jamur *Beauveria bassiana* sebagai Larvasida Alami Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762. *Jurnal Ilmu Dasar*. 19 (1) : 45-50.
- Wurisastuti, T. 2013. Perilaku Bertelur *Aedes aegypti* Pada Media Air Tercemar. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*. 2 (1) : 25-31