



**KUALITAS CENDAWAN *Metarhizium anisopliae* (Metsch) PADA  
BERBAGAI MEDIA DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP *Tenebrio  
molitor***

**SKRIPSI**

Oleh

**Budi Rezky Nurwibawanto  
NIM 111510501128**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**KUALITAS CENDAWAN *Metarhizium anisopliae* (Metsch) PADA  
BERBAGAI MEDIA DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP *Tenebrio  
molitor***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Agroteknologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh

**Budi Rezky Nurwibawanto  
NIM 111510501128**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

### PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta, ibunda Nuryatiningsih, SP. dan Ayahanda Warnoto, Serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, semangat dan dukungan yang tiada henti kepadaku.
2. Dosen yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran dan dedikasi yang tinggi;
3. Almamater Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

*Kesuksesan anda hanya dibatasi oleh imajinasi dan kerja keras anda*

*(Mark Huges)*

*Hidup anda tidak akan menjadi lebih baik secara kebetulan, hidup anda akan menjadi lebih baik dengan melakukan perubahan*

*(Jim Rohn)*



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Budi Rezky Nurwibawanto

Nim : 111510501128

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Kualitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Pada Berbagai Media Dan Lama Penyimpanan Terhadap *Tenebrio molitor*”** adalah benar-benar hasil karya tulis sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia menerima sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Desember 2016  
Yang menyatakan,

Budi Rezky Nurwibawanto  
NIM 111510501128

**SKRIPSI**

**KUALITAS CENDAWAN *Metarhizium anisopliae* (Metsch) PADA  
BERBAGAI MEDIA DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP *Tenebrio  
molitor***

Oleh

Budi Rezky Nurwibawanto  
NIM 111510501128

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Nanang Tri Haryadi, SP., M.Sc.

NIP. 198105152005011003

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Hari Purnomo, M.Si.,Ph.D.,DIC

NIP. 196606301990031002

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul "**Pengaruh Temperatur terhadap Pertumbuhan Isolat *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin dan Virulensinya terhadap Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor* L.)**" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : jumat

Tanggal : 23 Desember 2016

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Dosen Penguji,**

**Prof. Dr. Ir. Suharto, M.Sc.**  
**NIP. 196001221984031002**

**Ir. Abdul Majid, MP.**  
**NIP. 196709061992031004**

**Dosen Pembimbing Utama,**

**Dosen Pembimbing Anggota,**

**Nanang Tri Haryadi, SP., M.Sc.**  
**NIP. 198105152005011003**

**Ir. Hari Purnomo, M.Si., Ph.D., DIC**  
**NIP. 196606301999031002**

**Mengesahkan**  
**Dekan Fakultas Pertanian,**

**Ir. Sigit Soeparjono, M.S., Ph. D.**  
**NIP. 196005061987021001**

## RINGKASAN

**Kualitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Pada Berbagai Media Dan Lama Penyimpanan terhadap *Tenebrio molitor***; Budi Rezky Nurwibawanto; 111510501128; 2016; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

*Metarhizium anisopliae* merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang berpotensi untuk pengendalian hama sehingga dapat menurunkan populasi serangga hama dalam suatu areal pertanian dari pada organisme lain. Selain itu cendawan entomopatogen relatif mudah diproduksi, serta kemungkinan penyebab resistensi bagi serangga hama sangat kecil. *M. anisopliae* dapat tumbuh baik apabila inang berada pada kondisi yang suhu, kelembaban, sinar matahari, pH dan nutrisi yang mendukung. Nutrisi yang dimaksud kali ini ialah berasal dari media perbanyakan cendawan tersebut. Media yang dipakai untuk menumbuhkan cendawan *M. anisopliae* sangat menentukan laju pembentukan koloni dan jumlah konidia selama pertumbuhan. Jumlah konidia nantinya akan menentukan keefektifan cendawan *M. anisopliae* dalam mengendalikan serangga. Media pembawa nantinya dapat berfungsi sebagai makanan cadangan bagi konidia sebelum digunakan untuk menginfeksi serangga. Penggunaan cendawan entomopatogen dalam mengendalikan hama memiliki prospek baik namun pemanfaatan cendawan *M. anisopliae* dalam pengendalian serangga hama di lapangan masih sangat terbatas. Keterbatasan tersebut salah satunya disebabkan oleh kesulitan dalam persiapan inokulum untuk aplikasi dalam jumlah besar dengan kualitas cendawan yang baik agar tetap efektif ketika dilakukan aplikasi dilapang. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menguji kualitas dan lama penyimpanan yang tepat bagi cendawan *M. anisopliae*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis media padat yang efektif digunakan dalam perbanyakan secara massal cendawan *M. anisopliae* serta waktu lama simpan yang tepat untuk menjaga kualitas. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Faktor pertama adalah lama waktu penyimpanan yang terdiri 6 taraf yakni: 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu, 8

minggu, 10 minggu, 12 minggu dan faktor kedua adalah media tumbuh yang terdiri 5 taraf yakni: beras jagung, beras menir, dedak, beras jagung+dedak dan beras menir+dedak. Setiap perlakuan kombinasi tersebut diulang sebanyak 3 kali. Variabel pengamatan yang digunakan yakni: produktivitas spora untuk mengetahui kerapatan dari spora, viabilitas untuk mengetahui persentase perkecambahan spora, dan virulensi cendawan untuk mengetahui kemampuan cendawan dalam menginfeksi serangga serta persistensi cendawan untuk mengetahui kemampuan cendawan bertahan dan menginfeksi serangga dalam tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis media perbanyakan berpengaruh terhadap lama simpan cendawan *M. anisopliae*. pada media dedak penyimpanan 2 minggu tingkat produktivitasnya tinggi namun tingkat virulensinya masih sangat rendah. Selain itu, ditemukan pula lama simpan yang baik bagi cendawan untuk berkembang dan efektif dalam menginfeksi *T. molitor* yakni penyimpanan 8 minggu. Pada penyimpanan 8 minggu produktivitas cendawan tertinggi pada media beras menir  $100,53 \times 10^7$  spora/gram dan kecepatan berkecambah tertinggi pada media beras jagung mencapai 100 % pada waktu 12 jam setelah inokulasi dan kemampuan menginfeksi *T. molitor* tertinggi pada media beras jagung 93,33% serta kemampuan cendawan *M. anisopliae* pada media beras jagung mampu bertahan dan menginfeksi *T. molitor* dalam tanah sebesar 90%. Pada hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa media beras jagung merupakan media yang terbaik dalam pertumbuhannya dan mampu menginfeksi *T. molitor* paling tinggi pada lama simpan 8 minggu serta mampu menginfeksi *T. molitor* pada lama simpan 2 minggu meskipun produktivitasnya masih rendah serta mampu bertahan dan menginfeksi *T. molitor* dalam tanah mencapai 90% sampai 10 minggu .

**SUMMARY**



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya skripsi yang berjudul “Kualitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Pada Berbagai Media Dan Lama Penyimpanan terhadap *Tenebrio molitor*” dapat terselesaikan dengan baik. Tak lupa Sholawat dan Salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari masukan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Jani Januar, M.T. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
2. Ir. Hari Purnomo, M.Si.,Ph.D.,DIC selaku Ketua Program Studi Agroteknologi
3. Ir. Sigit Prastowo, MP. selaku Ketua Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan
4. Nanang Tri Haryadi, SP., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir. Hari Purnomo, M.Si.,Ph.D.,DIC selaku Dosen Pembimbing Anggota, Prof. Dr. Ir. Suharto, M.Sc selaku Dosen Penguji utama, dan Ir. Abdul Majid, MP selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak meluangkan waktu, memberi bimbingan, nasihat dan kritik dan saran sehingga penulis mampu menyelesaikan Karya Ilmiah ini;
5. Ir. R. Soedradjad, MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan motivasi dari awal perkuliahan hingga terselesaikannya karya ilmiah ini.
6. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Warnoto dan Ibunda Nuryatiningsih, SP., mama sampini, mbak Aria Nonik Indah Setyoningsih, S.si., adik Tri Andika .N, mas Didik yulianto, mas Sersan Mayor Udik Sampurno atas seluruh kasih sayang, motivasi, dukungan, tenaga, materi, dan do'a yang tulus ikhlas dalam setiap usahaku.
7. Teman-teman tim Research Grup Lab Agroteknologi dan tim Laskar Pelangi atas dukungan, kerjasama dan bantuan selama penelitian
8. Keluarga D'Agroteknologi11, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas semangat dan kebersamaannya;

9. Keluarga Herbalife Khusna Ismiya yanuarsari, SP., Wati Ratnasari, S.Pd., Fatma sukrawati, M.Pd, Khusna yulinda, M.Pd, mas aim, mas bahari, devi, henny terima kasih atas dukungan semangat dan motivasi yang diberikan
10. Keluarga besar Agroteknologi 2011 atas kenangan, kebersamaan dan suka duka selama masa perkuliahan;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuan

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, dan penulis juga menyadari bahwa karya ilmiah tertulis ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya.

Jember, 23 Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	x
PRAKATA .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Manfaat .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Karakteristik Cendawan <i>Metarhizium anisopliae</i> .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Kebutuhan Nutrisi <i>M.anisopliae</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Mekanisme infeksi <i>M.anisopliae</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Pemanfaatan <i>M.anisopliae</i> untuk mengendalikan hama     Tanaman .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Hipotesis.....</b>	<b>11</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Persiapan Penelitian .....</b>	<b>12</b>
3.2.1 Peremajaan dan Perbanyakkan <i>M.anisopliae</i> .....	12

3.2.2 Pembuatan Larutan Ekstrak Kentang Gula (EKG).....	12
3.2.3 Pembuatan Media Padat.....	13
<b>3.3 Metode Penelitian.....</b>	<b>13</b>
3.3.1 Inokulasi <i>M.anisopliae</i> pada media EKG .....	13
3.3.2 Inokulasi <i>M.anisopliae</i> pada media padat .....	14
3.3.3 Penyimpanan <i>M.anisopliae</i> .....	15
<b>3.4 Variabel Pengamatan .....</b>	<b>16</b>
3.4.1 Uji Produktivitas Spora.....	16
3.4.2 Uji Viabilitas Spora .....	16
3.4.3 Uji Virulensi <i>M. anisopliae</i> terhadap Ulat Hongkong ( <i>Tenebrio molitor</i> ).....	17
3.4.4 Uji Persistensi <i>M. anisopliae</i> terhadap Ulat Hongkong ( <i>Tenebrio molitor</i> ).....	17
<b>3.5 Analisis Data.....</b>	<b>18</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Hasil.....</b>	<b>19</b>
4.1.1 Produktivitas Spora.....	19
4.1.2 Viabilitas Spora.....	20
4.1.3 Uji Virulensi (mikosis) <i>M. anisopliae</i> terhadap Ulat Hongkong ( <i>Tenebrio molitor</i> ) .....	22
4.1.4 Uji Persistensi Patogensitas <i>M. anisopliae</i> terhadap Ulat Hongkong ( <i>Tenebrio molitor</i> ).....	22
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>24</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>30</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>35</b>

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Morfologi cendawan <i>M. anisopliae</i> .....	4
2.2 Mekanisme infeksi cendawan <i>M. anisopliae</i> .....	9
3.1 Tahap Inokulasi <i>M. anisopliae</i> Pada Media Cair .....	13
3.2 Inokulasi Isolat <i>M. anisopliae</i> dari biakan EKG ke Media Padat .....	14
4.1 Produktivitas spora cendawan <i>M. anisopliae</i> .....	19
4.2 Viabilita spora cendawan <i>M. anisopliae</i> .....	21
4.3 Virulensi cendawan <i>M. anisopliae</i> .....	22
4.4 Persistensi cendawan <i>M. anisopliae</i> pada ulat hongkong .....	24
4.5 Infeksi Cendawan <i>M. anisopliae</i> .....	28
4.6 Presistensi cendawan <i>M. anisopliae</i> .....	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Hasil analisis Repeated Measures anova untuk Produktivitas <i>M. anisopliae</i>	35
2. Hasil Uji Tukey Perlakuan Kombinasi pada produktivitas Spora .....	35
3. Hasil analisis Repeated Measures anova untuk viabilitas spora <i>M. anisopliae</i> .....	36
4. Hasil Uji Tukey Perlakuan Kombinasi pada viabilitas spora .....	36
5. Hasil analisis Repeated Measures anova untuk Virulensi <i>M. anisopliae</i> .....	37
6. Hasil Uji Tukey Perlakuan Virulensi <i>M. anisopliae</i> .....	37
7. Hasil analisis Repeated Measures anova untuk Persistensi .....	38
8. Hasil Uji Tukey Perlakuan Kombinasi pada Persistensi <i>M. anisopliae</i> terhadap <i>T. molitor</i> .....	38

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Cendawan entomopatogen ialah jenis cendawan yang bersifat merugikan bagi serangga. Hal ini dikarenakan aktifitas hidup dari cendawan tersebut dapat menyebabkan gangguan bahkan kematian pada serangga, sehingga baik langsung maupun tidak langsung akan mengurangi populasi serangga di alam. Cendawan entomopatogen banyak menjadi pilihan untuk pengendalian hama daripada organisme lain karena cendawan tersebut mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidupnya pendek, dapat membentuk spora dan dapat bertahan lama di alam, bahkan dalam kondisi yang kurang menguntungkan sekalipun. Cendawan entomopatogen relative mudah diproduksi, serta kemungkinan penyebab resistensi bagi serangga hama sangat kecil (Whidayat dan Dini, 1993).

*Metarhizium anisopliae* merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina: Hyphomycetes. Cendawan ini biasa disebut dengan *green muscardine fungus* dan tersebar luas di seluruh dunia (Strack, 2003). Cendawan *M. anisopliae* mempunyai koloni berwarna hijau zaitun, konidiofor dapat mencapai panjang 75  $\mu\text{m}$ , bertumpuk - tumpuk diselubungi oleh konidia yang berbentuk apikal berukuran 6-9,50 rim x 1,50-3,90 rim, bercabang-cabang, berkelompok membentuk massa yang padat dan longgar. Pada awal pertumbuhan, koloni cendawan berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur (Prayogo dan Tengkanu 2002). Cendawan ini dapat menyebabkan penyakit bila menginfeksi serangga, sehingga dapat menurunkan populasi serangga hama dalam suatu areal pertanian.

*M. anisopliae* dapat tumbuh baik apabila inang berada pada kondisi yang suhu dan kelembaban, sinar matahari, pH dan nutrisi yang mendukung. Nutrisi yang dimaksud kali ini ialah berasal dari media perbanyakan cendawan tersebut. Media yang dipakai untuk menumbuhkan cendawan *M. anisopliae* sangat menentukan laju pembentukan koloni dan jumlah konidia selama pertumbuhan. Jumlah konidia nantinya akan menentukan keefektifan cendawan *M. anisopliae* dalam mengendalikan serangga.

Media pembawa yang dapat digunakan untuk berkembangnya cendawan *M. anisopliae* antara lain beras, gandum, kedelai, beras jagung, padi-padian, kentang, dan kacang-kacangan. Media pembawa ini nantinya dapat berfungsi sebagai makanan cadangan bagi konidia sebelum digunakan untuk menginfeksi serangga (Soetopo dan Indrayani, 2007). Selain media pertumbuhan, waktu lama penyimpanan juga dapat mempengaruhi kualitas dari cendawa *M. anisopliae*. Hal tersebut terkait dengan viabilitas dan kemampuan dari cendawan entomopatogen membunuh larva serangga.

Cendawan entomopatogen *M. anisopliae* dalam mengendalikan hama memiliki prospek baik karena cendawan memiliki spesifisitas patogen yang tinggi terhadap hama sasaran, ramah lingkungan, dan tidak menyebabkan resistensi. Pemanfaat cendawan entomopatogen dalam pengendalian serangga hama di lapangan masih sangat terbatas. Keterbatasan tersebut salah satunya disebabkan oleh kesulitan dalam persiapan inokulum untuk aplikasi (Sulistiyowati dkk, 2002). Kesulitan tersebut dapat diatasi dengan memperhatikan kualitas berdasarkan media dan lama waktu penyimpan oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menguji kualitas jenis media tumbuh dan lama waktu simpan yang sesuai untuk menjaga kualitas cendawan *M. anisopliae*. Dengan adanya penelitian tersebut diharapkan dapat menemukan media yang paling baik, dan dapat di simpan dalam jangka waktu tertentu. Hal tersebut berkaitan dengan kualitas cendawan dalam menginfeksi serangga target.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Apakah jenis media yang efektif digunakan untuk produksi secara massal cendawa *M. anisopliae* dalam dan berapa lama waktu simpan yang tepat untuk tetap menjaga kualitas cendawan tetap dalam kondisi baik.

## **1.3 Tujuan**

Untuk mengetahui jenis media padat yang efektif digunakan dalam perbanyakannya secara massal cendawan *M. anisopliae* serta waktu lama simpan yang tepat untuk menjaga kualitas cendawan.

#### 1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang penggunaan media padat yang tepat dan lama waktu simpan yang sesuai agar kualitas spora *M. anisopliae* tetap terjaga saat perbanyak massal maupun aplikasinya terhadap serangga uji.

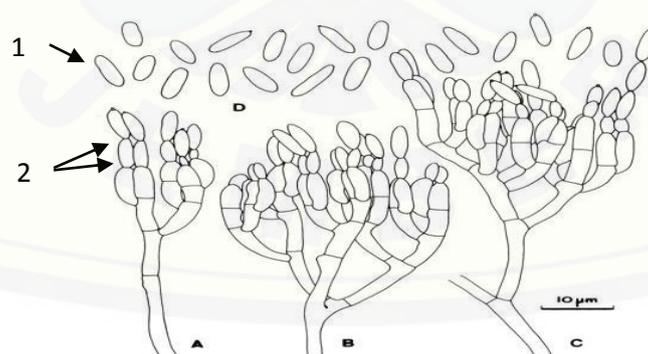


## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik Cendawan *M. anisopliae*

Cendawa *M. anisopliae* merupakan salah satu jenis cendawan entomopatogen yang memiliki kemampuan sebagai pathogen pada beberapa ordo serangga seperti Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Hemiptera dan Isoptera. (Prayogo dkk, 2005). Berdasarkan klasifikasinya *M. anisopliae* tergolong dalam Kingdom: Fungi, Phylum: Ascomycota, dengan Class : Sordariomycetes, Ordo : Hypocreales, Family : Clavicipitaceae, Genus : *Metarhizium*, Species : *Metarhizium anisopliae* (Alexopoulos et al., 1996).

Ciri-ciri cendawan *M. anisopliae* memiliki miselium jamur bersekat, diameter 1,98-2,97  $\mu\text{m}$ , konidiofor bersusun tegak, berlapis dan bercabang yang dipenuhi konidia. Konidia bersel satu dan berbentuk bulat silinder dengan ukuran 9,94x3,96  $\mu\text{m}$  (Tanada dan Kaya, 1993). Pada awal pertumbuhan koloni jamur *M. anisopliae* ini berwarna putih, kemudian akan berubah menjadi warna hijau gelap ketika konidia matang dan dilanjutkan dengan pembentukan spora. Spora yang berwarna hijau ini yang memberi istilah green muscardin fungus pada *M. anisopliae*, warna hijau merupakan salah satu ciri –ciri untuk identifikasi *M. anisopliae*. Secara mikroskopis juga dapat diamati bentuk konidia *M. anisopliae* adalah oval (Widiyanti, 2004).



Gambar 2.1 Morfologi (1) Konidia cendawan *M. anisopliae* (2) Konidiofor

Menurut Gopalakrishnan (2001) cendawan *M. anisopliae* merupakan satu diantara jamur yang bersifat entomopatogen dan dapat dijadikan sebagai salah satu agen hayati pengendalian serangga, baik serangga yang menyerang tanaman

maupun organisme antagonis yang ada di dalam tanah. Jamur ini dapat menyebabkan penyakit bila menginfeksi serangga, sehingga dapat menurunkan populasi serangga hama dalam suatu areal pertanian. Sebab spora *M. anisopliae* yang berkecambah menginfeksi serangga melalui penetrasi pada kutikula dan mulut serangga.

Menurut Dirjen Tanaman Pangan (2008) cendawan *M. anisopliae* menghasilkan racun dekstruksin serta memiliki sifat parasit pada beberapa jenis serangga dan bersifat saprofit dalam tanah dengan bertahan pada sisa-sisa tanaman. *M. anisopliae* bersifat parasit atau bersifat saprofit pada media buatan, awal mula pertumbuhan cendawan adalah dimulai dari tumbuhnya konidium yang membengkak dan mengeluarkan tabung-tabung kecambah, Tabung kecambah tersebut memanjang dan pemanjangan terjadi selama 30 jam. Beberapa cabang tersebut akan membesar kearah atas serta membentuk konidiofor yang pendek, berdekatan, saling melilit dan bercabang. Konidia terbentuk setelah 1 minggu pertumbuhan, yang mulanya berwarna putih kemudian lama-lama menjadi hijau hal tersebut menandakan bahwa konidia telah masak. Pembentukan konidia terdiri atas kuncup dan tunas yang memanjang pada kedua sisi konidiofor. Cendawan *M. anisopliae* pertama kali digunakan untuk mengendalikan hama kumbang kelapa yang telah lebih dari 85 tahun lalu, dan sejak saat itu digunakan sebagai agen hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga.

Masa simpan produk agens hayati juga merupakan salah satu hal yang penting untuk dikaji. Faria *et al.* (2012) memodifikasi kemasan produk *M. anisopliae* untuk memperpanjang daya simpan konidia pada suhu tinggi.

Banyak faktor sebagai penyebab tidak efektifnya agens hayati yang dikembangkan, hal tersebut berkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan cendawan, faktor internal yang mempengaruhi kualitas ialah seperti asal isolat yang diperoleh kemudian untuk faktor eksternal seperti media perbanyakan, lama penyimpanan, teknik aplikasi, dan faktor lingkungan yang kurang mendukung (Sudarmadji, D. 1996). Lama penyimpanan yang dimaksud ialah, lama waktu penyimpanan yang dapat menurunkan virulensi cendawan entomopatogen, menurunnya virulensi terjadi apabila cendawan sering disubkulturkan dalam

medium buatan dan lama berada dalam penyimpanan, disini penting halnya mempertahankan virulansi karena berkaitan dengan kualitas/mutu cendawan entomopatogen tersebut.

Seiring dengan bertambahnya umur simpan, persentase produksi perkecambahan konidia cenderung menurun Prayogo (2005) bahwa produktivitas spora pada cendawan yang berumur 2 atau 3 bulan banyak menghabiskan cadangan nutrisi lebih banyak sehingga cendawan kurang efektif. Hal tersebut juga dijelaskan pada penelitian Utari *et. al* (2015) semakin lama umur biakan cendawan *M. anisopliae*, maka akan semakin lemah atau berkurang kualitas sporanya dan akan berpengaruh terhadap daya infeksinya terhadap *O. rhinoceros*. Selain itu waktu penyimpanan yang lama juga dapat menyebabkan kerusakan bahan/media yang lebih besar (Pramesti *et. al* 2014). *M. anisopliae* mampu tumbuh dan berkembang dengan baik bila didukung oleh beberapa faktor seperti Suhu dan Kelembaban, Cahaya matahari, pH dan Nutrisi (Ouedraogo dkk., 2004).

## 2.2 Kebutuhan Nutrisi *M. anisopliae*

Nutrisi pada media tumbuh dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan cendawan *M. anisopliae* sebab nutrisi disini besar kaitannya terhadap substansi organik yang dibutuhkan organisme tersebut. Nutrisi yang dibutuhkan oleh cendawan *M. anisopliae* dapat berasal dari media yang digunakannya, semakin baik media tersebut maka semakin baik pula pertumbuhannya dan perkembangan cendawan *M. anisopliae*.

Berdasarkan Inglod (1962) juga menyebutkan bahwa media tumbuh cendawan harus mengandung substansi organik sebagai sumber C, sumber N, ion anorganik dalam jumlah yang cukup karena dapat sebagai pemasok pertumbuhan dan sumber vitamin. Selain itu *M. anisopliae* juga memerlukan karbohidrat sebagai sumber karbon dalam pertumbuhannya, penggunaan karbohidrat tinggi mendorong pertumbuhan vegetatif cendawan (Bilgrami dan Verma, 1981).

Kandungan protein yang terdapat dalam media sebaiknya juga harus diperhatikan sebab kandungan protein dalam media dapat berperan dalam pembentukan konidia cendawan *M. anisopliae*. Menurut Garraway dan Evans,

(1984) protein sangat diperlukan untuk pembentukan organel yang nantinya berperan dalam pembentukan apikal hifa dan sintesis enzim. Selama proses tersebut enzim juga berperan dalam aktivitas perkecambahan dan protein yang diserap dalam bentuk asam amino.

Media yang digunakan untuk perbanyak cendawan *M. anisopliae* harus mengandung substansi organik sebagai sumber C, sumber N, ion anorganik dalam jumlah yang cukup sebagai pemasok pertumbuhan dan sumber vitamin (Ingold, 1965). Sebab cendawan *M. anisopliae* dapat tumbuh dengan baik apabila mendapat unsur-unsur seperti C, H, O, N, S, P, K dan unsur mikro seperti Fe, Mg, Co, Mn dan lain-lain (Isnawati dan Mahanani, 2003). Dari beberapa unsur-unsur tersebut terdapat pada limbah maupun produk hasil pertanian pertanian seperti bekatul jagung, bekatul padi, dedak, serta limbah dan hasil produk pertanian yang lain. Untuk mencapai pertumbuhan yang optimal cendawan *M. anisopliae* membutuhkan nutrisi dari media yang sesuai.

## 2.2.1 Media Beras menir

Menurut Ambiya (2010) beras menir merupakan bagian dari beras yang hancur ketika penggilingan dan penyosohan, butir beras tersebut memiliki ukuran lebih kecil 2/10 atau butir beras yang lolos dari ayakan atau saringan yang berdiameter 1,753 mm – 2 mm. Pada beberapa penelitian media berbahan beras dapat digunakan sebagai media tumbuh cendawan, seperti telah dikemukakan Ihsan dan Octriana (2009) beras merupakan media yang efektif digunakan sebagai media pada cendawan *B. bassiana*.

Beras mengandung beberapa nutrisi seperti protein, karbohidrat, asam nukleat dan lipid. Karbohidrat yang terkandung dalam beras mencapai 75% hingga 90%. Apabila melalui proses pemanasan dengan direbus, maka karbohidrat yang terkandung di dalamnya akan pecah menjadi senyawa sederhana amilopektin dan glukosa. Selain itu beras juga mengandung berbagai vitamin yang meliputi vitamin B (thiamin, niacin, dan riboflavin) dan Vitamin E (*α-tocopherol*). Serta mengandung mineral yang meliputi kalium, fosfor, dan magnesium (Frei dan Becker, 2004).

### 2.2.2 Media Jagung

Beras jagung adalah jagung yang digiling pecah-pecah sebesar menir beras. Menir jagung juga dapat digunakan sebagai media hal tersebut berdasarkan pernyataan Prayogo *dkk.*(2005) bahwa jagung dapat digunakan sebagai media karena di dalamnya mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh cendawan entomopatogen dalam hal ini *M. anisopliae*. Kandungan nutrisi pada jagung seperti karbohidrat dan protein.

Dalam jurnal Sirappa (2003) juga dituliskan bahwa kandungan nutrisi pada jagung ialah sebagai berikut; Kalori 361 kal, Protein 9 gram, Lemak 4,50 gram, Karbohidrat 72 gram, Air 13,50%, Serat 2,70%, Ca 9 mg, P 380 mg, dan Fe 4,60 mg. Cendawan entomopatogen membutuhkan substrat dengan kandungan protein dan gula yang tinggi hal tersebut berkaitan dengan bertahannya viabilitas konidia dan kemampuan membunuh inangnya (Prayogo, 2003). Pengujian jagung sebagai media cendawan entomopatogen juga dilaporkan oleh Ihsan dan Octriana (2009) bahwa pengujian *B. bassiana* dengan media yang menggunakan jagung mampu membunuh lalat buah pada stadium pupa mencapai 17,09% dalam waktu 12 hari setelah aplikasi.

### 2.2.3 Media Dedak

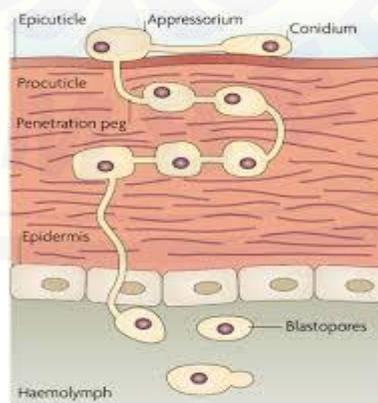
Dedak adalah limbah dari pengolahan padi menjadi beras dan kualitasnya bermacam-macam tergantung dari varietas padi yang diolah. Dedak padi dapat dikatakan hasil samping pada pabrik penggilingan padi dalam memproduksi beras. Dedak padi merupakan bagian kulit ari beras pada waktu dilakukan proses pemutihan beras (Saputro, 2015). Dedak berfungsi sebagai sumber karbohidrat utama sumber nitrogen dan karbon, serta sumber vitamin B kompleks seperti (B1) dan riboflavin (B2). Selain itu, dedak juga mengandung lemak, protein dan mineral yang berguna bagi pertumbuhan jamur (Utoyo, 2010).

Menurut Hanmoungjai *et al.* (2002), komposisi dedak padi memiliki kandungan minyak dedak yang relatif cukup besar dibandingkan komponen kimia

lainnya yaitu 19,97%. Hanya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kandungan karbohidrat yaitu 22,04%. Hasil penelitian Parrado *et al.* (2006), menunjukkan bahwa komposisi asam lemak pada dedak padi didominasi oleh asam oleat yaitu sebanyak 42,4% dan asam linoleat adalah 36,4%. Dengan demikian minyak dedak padi digolongkan sebagai unsaturated fatty acid/asam lemak tak jenuh.

### 2.3 Mekanisme infeksi *M. anisopliae*

Mekanisme infeksi *M. anisopliae* dapat terjadi melalui 4 tahap yang dimulai dengan Inokulasi, yaitu kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga. Propagul cendawan *M. anisopliae* berupa konidia karena merupakan cendawan yang berkembang biak secara tidak sempurna. Selanjutnya melakukan Penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Pada tahap ini, cendawan dapat memanfaatkan senyawa-senyawa yang terdapat pada integumen. Pada tahap selanjutnya dilakukan Penetrasi dan invasi, dalam melakukan penetrasi menembus integumen, cendawan membentuk tabung kecambah. Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin. Setelah terjadi proses penetrasi, destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya. (Prayogo, 2005).



Nature Reviews | Microbiology

Gambar 2.2 Mekanisme infeksi *M. anisopliae* pada tubuh serangga  
 Sumber : <http://www.disease-picture.com/metarhizium-anisopliae-life-cycle.html>

## 2.4 Pemanfaatan *M.anisopliae* Untuk Mengendalikan Hama Tanaman

*M. anisopliae* adalah satu diantara spesies cendawan yang bersifat entomopatogen. Cendawan ini sangat bermanfaat dan telah banyak digunakan sebagai agens hayati untuk mengendalikan serangga hama (Shah *et al.*, 2003). Cendawan entomopatogen *M. anisopliae* merupakan salah satu jenis bioinsektisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tanaman. Cendawan *M. anisopliae* telah dikenal sebagai patogen pada berbagai jenis serangga hama dan dapat diproduksi secara komersial sebagai bioinsektisida (Marheny *et al.*, 2010). Menurut Rodrigues *et al.* (2005) menyatakan bahwa cendawan *M. anisopliae* telah banyak dikembangkan sebagai bioinsektisida diberbagai Negara seperti Italia, Kanada, Tamania, Swiss, dan Beberapa negara lainnya.

Kajian biologis control di bidang pertanian menunjukkan bahwa *M. anisopliae* menjadi salah satu dari sekian jenis Cendawan parasitik pada serangga dan telah banyak dikaji pemanfaatannya sebagai agens pengendali hayati hama tanaman antara hama uret, lalat buah, ulat, wereng, belalang. Di Jepang jamur *M. anisopliae* digunakan untuk mengendalikan uret *Anomala cuprea* perusak akar ubi jalar (Fujiie dan Yokoyama 1996). Hasil penelitian Milner *et al.* (2003) di Australia menyebutkan bahwa jamur *M. anisopliae* yang diaplikasikan untuk mengendalial uret perusak akar tebu (*Lepidiota* sp. dan *Dermolepida albohirtum*) terbukti mampu bertahan lebih dari tiga tahun.

sementara di Indonesia penelitian cendawan *M. anisopliae* juga telah banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan hama tanaman salah satunya penelitian Herlinda *et al.* (2008) menyatakan cendawan *M. anisopliae* mampu menyebabkan kematian hama wereng coklat sebanyak 90% hanya dengan LT<sub>50</sub> 3,60 hari. cendawan ini memiliki daya infeksi yang begitu tinggi terhadap banyak serangga, intensitas serangga inang terbaik untuk perkembangbiakannya adalah larva *Orytes rhinoceros* pada semua stadia kecuali telur, hal inilah yang menjadi dasar dari dikembangkannya cendawan *M. anisopliae* sebagai agens pengendali hayati hama (Sambiran & Hosang, 2007).

Cendawan *M. anisopliae* di Indonesia telah berkembang sejak tahun 1970-an dan sampai sekarang telah dikembangkan pula metode perbanyakan untuk menghasilkan inokulum yang siap untuk diaplikasikan di lapang (Harjaka et al., 2011). Perbanyakan secara masal cendawan *M. anisopliae* sebagai agens hayati biasanya dibuat dalam bentuk formulasi maupun padat (Mohammadbeigi, 2013). Menurut Heriyanto dan Suharno (2008) menyatakan bahwa *M. anisopliae* hasil perbanyakan pada medium Alyoshina, ekstrak jagung, ekstrak kentang dan ekstrak ketela rambat memiliki tingkat patogenisitas yang sama (100 persen larva mati) setelah 30 hari dari saat aplikasi. Rosmayuningsih (2014) melaporkan dalam penelitiannya, cendawan *M. anisopliae* yang diperbanyak menggunakan media padat jagung mampu mengakibatkan tingkat kematian hama kepinding tanah sebanyak 18,25% hanya dalam waktu 5 hari setelah aplikasi.

## 2.5 Hipotesis

Lama penyimpanan dan jenis media dapat mempengaruhi kualitas cendawan *M. anisopliae*. Umur penyimpanan 1 bulan merupakan waktu penyimpanan yang terbaik untuk menjaga kualitas dan virulensi cendawan terhadap serangga.

- H<sub>0</sub>** = Jenis media perbanyakan dan lama penyimpanan berinteraksi terhadap kualitas cendawan *M. anisopliae*
- H<sub>1</sub>** = Jenis media perbanyakan dan lama penyimpanan tidak berinteraksi terhadap kualitas cendawan *M. anisopliae*

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember pada bulan Oktober 2015 sampai Maret 2016.

#### **3.2 Persiapan Penelitian**

##### **3.2.1 Peremajaan dan Perbanyakkan *M. anisopliae***

Peremajaan dan perbanyakkan isolat *M. anisopliae* dilakukan pada cawan Petri dengan menggunakan media PDA. Pada cawan Petri, media Potato Dextrose Agar (PDA) dituangkan sebanyak 10 ml dan ditunggu sampai media mengeras. Setelah media mengeras langkah selanjutnya adalah menginokulasi *M. anisopliae* ke dalam media PDA pada cawan Petri lalu menginkubasinya selama 7 hari sampai miselium cendawan *M. anisopliae* menutupi seluruh bagian dinding media PDA, kemudian simpan dalam ruang pada suhu 20-23°C selama 14 hari.

##### **3.2.2 Pembuatan larutan Ekstrak Kentang Gula (EKG)**

Pembuatan media EKG 1 liter dibutuhkan bahan-bahan meliputi 250 gr kentang, 25 gr dextrose dan 1 liter air. Cara me mbuat EKG adalah memilih kentang yang baik, segar dan sehat. Kemudian mengupas kentang, lalu cuci bersih dan dipotong berbentuk dadu. Potongan kentang dimasukan ke dalam erlenmeyer ukuran 1 liter, selanjutnya erlenmeyer diletakan dalam panci yang telah diberi air. Rebus potongan kentang selama 20 menit dengan sekali-kali diaduk,lalu saring dalam wadah baru untuk memisahkan endapan dan cairannya untuk mendapatkan ekstraknya, tunggu hingga dingin dan menambahkan 25 gram destrose, lalu dipanaskan dengan hotplate sampai mendidih untuk menghomogenkan. Ekstrak kentang yang sudah dihotplate dan sudah dingin dipindah ke dalam erlenmeyer kecil ukuran 100mlsebanyak 75 ml pada masing-masing erlenmeyer, kemudian disterilisasi kedalam autoclave.

### 3.2.3 Pembuatan media padat

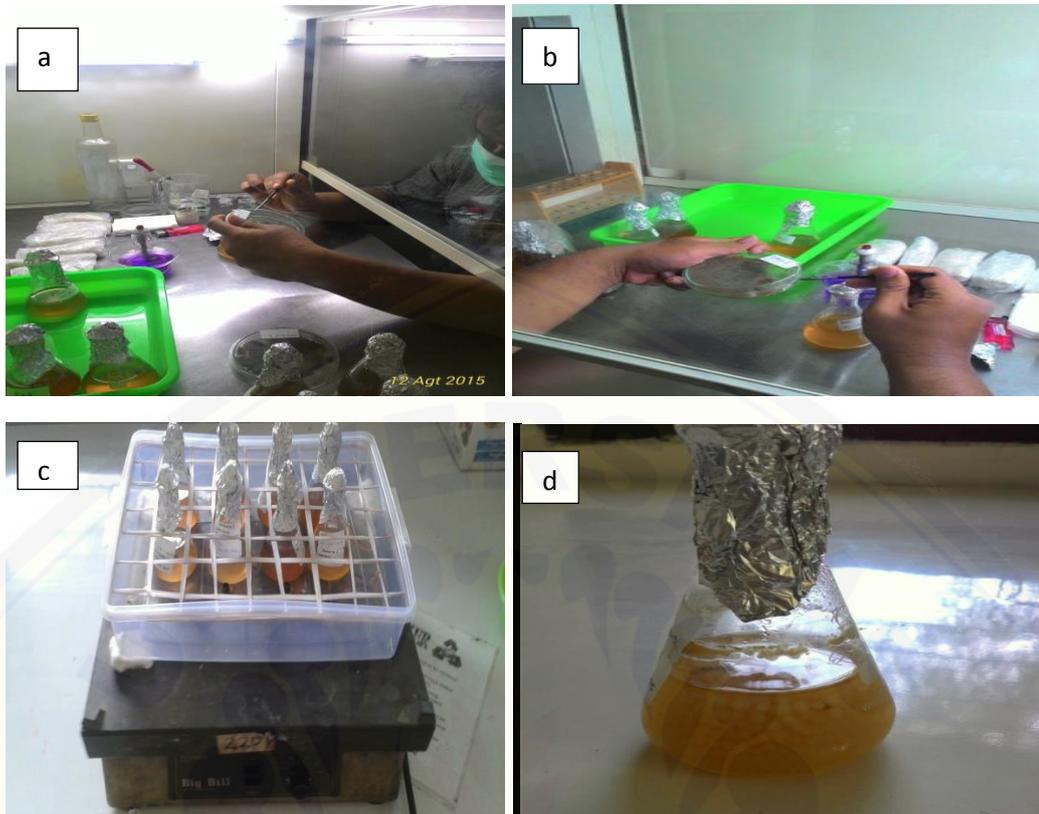
Pembuatan komposisi media padat bahan-bahannya meliputi beras jagung, beras menir dan dedak. Langkah pertama yaitu membersihkan terlebih dahulu bahan tersebut pada air mengalir guna untuk membersihkan kotoran-kotoran maupun benda asing, kemudian beras menir direndam selama 2 jam sedangkan beras jagung direndam selama 3 jam dan untuk dedak tidak direndam, media tersebut ditiriskan kemudian tambahkan minyak sebanyak 10 ml/kg media yang dipakai. Tahap selanjutnya, bahan yang sudah di rendam dan diberi minyak dikemas pada plastik tahan panas dengan masing-masing media sebanyak 100gr, untuk media kombinasi diberikan sebanyak (50:50) dari masing-masing kombinasi media. Proses akhir dari pembuatan media padat ini yaitu sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121<sup>0</sup> C dengan tekanan 2 atm selama 30 menit. Mendinginkan pada suhu kamar sebelum dilakukan inokulasi.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor, faktor pertama adalah lama waktu penyimpanan yang terdiri 6 taraf yakni: 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu, 10 minggu, 12 minggu dan faktor kedua adalah media tumbuh yang terdiri 5 taraf yakni: beras jagung, beras menir, dedak, beras jagung+dedak dan beras menir+dedak. Setiap perlakuan kombinasi tersebut diulang sebanyak 3 kali. Prosedur penelitian yang dilakukan antara lain adalah inokulasi cendawan *M. anisopliae* pada penangkaran ulat hongkong pada kotak penangkaran dan pengamatan hasil penelitian.

#### 3.3.1 inokulasi *M. anisopliae* pada media EKG

Isolat *M. anisopliae* yang sudah diperbanyak, kemudian diinokulasikan pada larutan EKG dalam erlenmeyer yang berukuran 100 ml dengan 3 ml suspensi *M. anisopliae*, setelah itu diletakan pada rotary Shaker dengan putaran 200rpm selama kurang lebih 7 hari (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Tahap inokulasi *M. anisopliae* pada media cair, a) pengambilan inokulan dari media agar, b) menginokulasi ke media cair (EKG), c) media cair di shaker selama 7 hari, d) isolate *M. anisopliae* yang sudah ditumbuhi spora.

### 3.3.2 Inokulasi *M. anisopliae* pada media padat

Media padat yang sudah disterilisasi diletakan di dalam laminar air flow dengan menyalakan UV kurang lebih 30 menit. Langkah selanjutnya melakukan inokulasi dengan Menuangkan suspensi jamur *M. anisopliae* sebanyak 3ml/100gr pada media dalam plastik. Media selanjutnya ditutup bagian atas kemudian disimpan dalam rak (gambar 3.2).



Gambar 3.2 Inokulasi Isolat *M. anisopliae* Dari Biakan EKG ke Media Padat, a) persiapan alat dan bahan, b) mengambil suspensi 3 ml dengan menggunakan mikropipet, c) menginokulasi suspense pada tiap media, d) menutup dan memberikan label lalu inkubasi selama 7 hari.

### 3.3.3 Penyimpanan *M. anisopliae*

Penyimpanan *M. anisopliae* dilakukan dengan mengemas hasil perbanyakan dari media padat yang telah ditumbuhi sempurna dengan menggunakan kantong kertas yang dibuat menggunakan kertas samson dan disimpan dalam etalase. Penyimpanan dilakukan selama 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu, 10 minggu dan 12 minggu setelah selesai penyimpanan dilakukan uji kualitas yang meliputi Jumlah spora, jumlah viabilitas spora dan efikasi atau virulensi terhadap Ulat hongkong (*Tenebrio molitor*).

### 3.4 Variabel Pengamatan

#### 3.4.1 Uji Produktifitas Spora

Perhitungan Produktifitas spora dilakukan secara mikroskopis dengan menggunakan Haemocytometer tipe Neubauer Improve. Perhitungan produktifitas spora dimulai dengan melakukan pembuatan suspensi *M. anispliae* yaitu mengambil biakan perbanyak pada setiap media yang diuji sebanyak 1 gram. Kemudian dicampur dengan air steril dan diberi 2 tetes larutan 0,05% tween 80 (untuk membantu proses perontokan spora) dalam tabung reaksi dan disentrifuse selama 15 menit. Suspensi diambil dengan menggunakan mikropipet sebanyak 0,2 ml dan ditetaskan diatas diHaemocytometer. Produktifitas spora akan dihitung di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Perhitungan spora menggunakan rumus dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya (2014) yaitu :

$$S = \frac{X}{L (\text{mm}^2) \times t (\text{mm}) \times d} \times 10^3$$

S : jumlah spora/ml

X : jumlah spora yang dihitung

L : luas kotak hitung (0,04 x 5 = 0,2 mm<sup>2</sup>)

t : kedalaman bidang hitung (0,1mm)

d : faktor pengenceran

10<sup>3</sup>: volume suspense yang dihitung (1 ml = 10<sup>3</sup> mm<sup>3</sup>)

Setelah jumlah spora/ml diketahui kemudian hitung rata-rata jumlah spora pada kedua ulangan.

#### 3.4.2 Uji perhitungan viabilitas spora

Perhitungan persentase viabilitas penting dilakukan untuk mengetahui kemampuan keberhasilan dalam pertumbuhan dan keberhasilan proses infeksi serangga. Uji viabilitas dimulai dengan meneteskan suspensi cendawan *M.*

*anisopliae* di atas media SDA yang telah mengeras pada *obyek glass* dan ditutup dengan *cover glass* Pengamatan perkecambahan spora dilakukan secara mikroskopis dengan perbesaran 400 kali ketika 6 jam setelah diinokulasi, dan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Viabilitas} = \frac{\text{Jumlah ospra berkecambah}}{\text{Total spora yang diamati}} \times 100\%$$

### 3.4.3 Uji Virulensi *M. anisopliae* terhadap Ulat hongkong (*Tenebrio molitor*)

Uji virulensi *M. anisopliae* dilakukan dengan membuat suspensi spora dengan mengambil biakan perbanyak pada setiap media sebanyak 1 gram Kemudian dicampur dengan air steril sebanyak 100ml dalam tabung reaksi dan di vortex hingga homogen, selanjutnya suspensi *M. anisopliae* dimasukan kedalam petridis. Kemudian mengambil *T. molitor* dengan menggunakan pinset dan celupkan kedalam cawan petri yang telah berisi suspensi *M. anisopliae* selama 5-10 detik dengan jumlah 20 ekor dicelupkan secara bergantian pada petri yang berisi suspensi. *T. molitor* yang telah dicelup diletakkan pada petridish berisi kertas saring yang telah lembab. keefektifitas *M. anisopliae* cendawan dapat diketahui dengan mengetahui dari presentase jumlah kematian hama dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{Kematian hama} = \frac{\text{Jumlah serangga yang mati}}{\text{Jumlah seluruh populasi serangga}} \times 100\%$$

### 3.4.4 Uji Persistensi Patogenik *M. anisopliae* terhadap Ulat hongkong (*Tenebrio molitor*)

Uji persistensi dilakukan dengan mengambil isolat dari media padat yang diuji sebanyak 20 gram kemudian dicampur dengan tanah yang telah disteril sebanyak 200 gram dimasukan kedalam toples. Selanjutnya Ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) dengan jumlah 20 ekor dimasukkan kedlam toples yang telah berisi campuran tanah dan isolat *M. anisopliae*. Pada tiap toples diamati mortalitas dari ulat hongkong tiap 2 minggu selama 3 bulan dan pada tiap pengamatan ulat

hongkong diganti dalam jumlah yang sama. Persistensi *M. anisopliae* dapat diketahui dari tingkat presentase mortalitas ulat hongkong dengan menghitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{Kematian hama} = \frac{\text{Jumlah serangga yang mati}}{\text{Jumlah seluruh populasi serangga}} \times 100\%$$

### 3.5 Metode Analisis Data

Data hasil pengamatan yang diperoleh dilakukan analisis sidik ragam menggunakan ANOVA (repeated measurement) dengan bantuan software StatView versi 5.0.1 (SAS, 1992-1998) untuk menguji pengaruh perlakuan yang berbeda terhadap parameter yang diamati, Jika hasil anova menunjukkan F-hitung yang berbeda nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji perbandingan rata-rata Tukey 5%, namun apabila F-hitung tidak berbeda nyata dan tidak menunjukkan adanya interaksi antar faktor, maka data yang diperoleh tersebut dianalisis sidik ragam berdasarkan faktor tunggal

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. penggunaan berbagai media padat (beras jagung, beras menir, dedak, beras jagung+dedak, beras menir+dedak) dengan masa simpan 2,4,6,8,10,12 minggu tidak memberikan pengaruh terhadap Viabilitas spora *M. anisopliae*, uji virulensi, dan uji presistensi, tetapi memberikan pengaruh yang sangat nyata pada produktivitas spora.
2. Masa simpan *M. anisopliae* yang paling optimal adalah 8 minggu dengan media yang paling bagus adalah media beras jagung.
3. Hasil prosentase Uji presistensi paling tinggi terdapat pada media beras jagung yakni mencapai 100%.

### 5.2 Saran

Sebaiknya ketika aplikasi untuk uji presistensi media tanah harus benar-benar harus steril dan tidak ada organisme lain, sebaiknya pada saat pengeringan hasil inokulasi perbanyak *M. anisopliae* menggunakan kertas samson, serta diharapkan Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi dalam pengembangan cendawan *M. anisopliae* untuk kedepannya, penyempurnaan beberapa media baru sangat disarankan agar mampu mendapatkan hasil perbanyak yang lebih maksimal. Serta diharapkan agar ditemukan informasi-informasi baru terkait cendawan *M. anisopliae*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansari, M.A., Vestergaard, S., Tirry, L., & Moens, M., 2004. Selection of Highly Virulent *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *J. Biol. Sci.* 6: 269-275.
- Ambiya, E. N. 2010. Mekanisasi Pertanian. <http://dhie91boy.blogspot.co.id/2010/06/mekanisasi-pertanian.html>. Di akses pada 20 April 2016.
- Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya. 2014. *Metode Perhitungan Jumlah Spora Cendawan*. Intruksi Kerja. Edisi 6 Februari 2014.
- Bilgrami, K. S. dan R.N. Verma. 1981. *Physiology of fungi*. Vikas publishing house PVT Ltd. New delhi.
- Cliquet S, Jackson MA,. 1999. Influence of culture conditions on production and freeze-drying tolerance of *paecilomyces fumosoroseus* blastospores. *Industrial Microbiol biotechnol.* 23:97-102.
- Dirjen Tanaman Pangan, 2008. Pedoman Pestisida Hayati. Direktorat Sarana Produksi. Jakarta.
- Domsch, K.H., Gams, W., & Anderson, T.H., 1993. *Compendium of Soil Fungi Volume 1*. IHW-Verlag. Bert-Brecht-Str.18. Germany.
- Feng, M.G., T.J. Poprawski and G.G.Khachatourians. 1994. *Production, Formulation and Application of the Entomopathogenic Fungus Metarhizium anisopliae for Insect Control, Current Status*. *Biocontrol Science and Technology*, (4), 3-34 p
- Frei, M. dan Klaus Becker. 2004. *On rice, biodiversity & Nutrients*. Institute of Animal Production in the Thopics and Subtropics, Jerman: 20 hlm.
- Fujie, A. dan A. Yokoyama. 1996. *Improvement and Use of Metarhizium anisopliae for Controlling Anomala cuprea*. *Proceeding of the International Symposium on The Use of Biological Control Agents under Integrated Pest Management*. Pp : 61-69
- Gopalakrishnan, C. 2001. Fungal Pathogens as Components in Integrated Pest Management of Horticultural Crops. *Integrated Pest Management in Horticultural Ecosystems. Capital Publishing Company*. New Delhi.122 – 132.

- Gusnawaty, H.S; Taufik, M; dan Wahyudin, E. 2013. Uji Efektifitas beberapa Media Untuk Perbanyak Agens Hayati *Gliocladium* sp. *Agroteknos*, 3(2), Hal: 73-79.
- Hanmoungjai P., DL Pyle dan K Niranjana. 2002. Enzyme Assisted Water Extraction of Oil and Protein From Rice Bran. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*.
- Harjaka. T., Harsojo dan Mahrub. 2011. Infeksi Jamur *Metarhizium anisopliae* Pada Ulat Daun Kubis. Prossiding Seminar Nasional Hasil Penelitian. Jakarta.
- Heriyanto dan Suharno, 2008. Studi Patogenitas *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sor Hasil Perbanyakakan Medium Cair Alami terhadap Larva *Oryctes rhinoceros*. *Ilmu-ilmu Pertanian*. 4(1) : 47-54.
- Herlinda, S., S. I. Mulyati dan Suwardi. 2008. Jamur Entomopatogen Berformulasi Cair sebagai Bioinsektisida untuk Pengendali Wereng Coklat. *Agritrop*. 27(3):119-126.
- Ihsan, Farihul dan Liza Octriana. 2009. Teknik Pengujian Efektivitas Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana* Pada Media Pembawa Substrat Beras dan Jagung Untuk Mengendalikan Lalat Buah Semilapang. *Buletin Teknik Pertanian* 14 (12): 62-64
- Marheni., Hasanudin., Pinde dan Suziani Wirda. 2013. Uji Patogenesis Jamur *Metarhizium anisopliae* dan Jamur *Cordyceps militaris* Terhadap Larva Penggerek Pucuk Kelapa Sawit (*Oryctes rhinoceros*) (*Coleoptera: Scarabaeidae*) di Laboratorium. *Agriteknologi USU*. 32 – 41.
- Martins, T., Oliveira L., & Garcia, P., 2005. *Larval mortality factors of Spodoptera littoralis in the Azores*. *Biocontrol* 50: 761-770.
- Milner, R.J., P. Samson dan R. Morton. 2003. *Persistence of Conidia of Metarhizium anisopliae in Sugarcane Fields: Effect of isolate and formulation on persistence over 3.5 years*. *Biocontrol Science and Technology*, 13 : 507-516
- Mohammadbeigi A & G Port. 2013. Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* aganst *Uvarivestia Zzebra* (*Orthoptera:Tettigoniidae*) Via Contact and Igestion. *Internasional Journal Of Agriculture and Crop Sciences*, 2, 2227-6700.
- Ouedraogo , R.M. , Goettel , M.S. & Brodeur , J . ( 2004 ) Behavioral Thermoregulation in the Migratory Locust: A Therapy to Overcome Fungal Infection. *Oecologia* , 138 , 312 – 319 .

- Parrado, J., Esther Miramontes, Maria Jover, Juan Fco Gutierrez, Laura Collantes de Teran, Juan Bautista. 2006. Preparation of a Rice Bran Enzymatic Extract With Potential use as Functional Food. *Food Chemistry* 98: 742–748.
- Poinar, G.O. & Thomas, G.M., 1984. *Laboratory Guide to Insect Pahogens and Parasites*. Plenum Press. Newyork and London. USA.
- Pramesti, N. R., T. Himawan, dan R. Rachmawati. 2014. Pengaruh Pengkayaan Media dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kerapatan Dan Viabilitas Konidia Jamur Patogen Serangga *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales : Cordycipitaceae), *HPT*, 2(3): 42-50.
- Prayogo, Y. dan W. Tengkan. 2002. Pengaruh Media Tumbuh Terhadap Daya Kecambah, Sporulasi dan Virulensi *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin isolate Kendalpayak pada larva *Spodoptera litura*. *Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian*. (9)4: 233–242.
- Prayogo, Y., W. Tengkan & Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. *Litbang Pertanian*. 24(1) : 19-26.
- Rodrigues, S., R. Peveling, P. Nagel, & S. Keler. 2005. The Natural Distribution of the Entomopathogenic soil Fungus *Metarhizium anisopliae* in Different Region and Habitat Types in Switzerland. *Insect Pathogen and Insect Parasitic Nematodes. Melolotha*, 28(2) : 185-188.
- Rosmayuningsih, A., B. T. Rahardjo, R. Rachmawati. 2014. Patogenesitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Kepinding Tanah (*Stribaropus molginus*) (Hemiptera : Cydnidae) dari Beberapa Formulasi. *HPT*, 2(2): 28-37.
- Saputro, T. 2015. Ilmu Ternak. <http://www.ilmuternak.com/2015/03/dedak-padi-untuk-pakan-ternak.html>. Diakses 15 April 2016.
- Shah, P. A dan J. K. Pell. 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 61(?): 412-423.
- Sirappa, M. P. 2003. Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia Sebagai Komoditas Alternatif Untuk Pangan, Pakan, dan Industri. *Litbang Pertanian*, 22 (4): 133-140.
- Sudamaji. D, 1996, *Pengendalian Mutu dan Metode Evaluasi Penggunaan Entopatogen Dalam Pengendalian Hama Perkebunan, Pertemuan Pengendalian OPT*. Ditjen Perkebunan. Deptan: Jakarta. 8 hal

- Tanada Y, Kaya HK. 1993. Cendawan Patogen Serangga sebagai Bahan Baku Insektisida. Pemanfaatan Mikroba dan Parasitoid dalam Agroindustri Tanaman Rempah dan Obat. Pengembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat. 12(1): 21-28.
- Tim Penyusun Kamus PS, 2001. *Kamus Pertanian Umum*. Penebar Suadaya. Jakarta.
- Utari, N. M. W., I. P. Sudiarta, dan I G. N. Bagus. 2015. Pengaruh Media dan Umur Biakan Jamur *Metarhizium anisopliae* M. Terhadap Tingkat Kematian Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Scarabaeidae ; Coleoptera). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4 (2): 160-169.
- Utoyo, N. 2010. *Bertanam Jamur Kuping di Lahan Sempit*. PT. Agromedia Pustaka: Jakarta Selatan
- Vidal, C., J. Fargues., Lacey. and N. Jackson. 1997. Effec of various liquid culture media on morphology, growth, propagule production and pathogenis activity of *Bemicia argentifolli* of the entomopatogenic *hypomucete*, *Isaria famosorosea*. *Mycophathol*. 143 : 33-36.
- Widiyanti, N. dan S. Muyadihardja, 2004, *Uji Toksisitas Jamur Metarhizium anisopliae Terhadap Nyamuk Aedes aegypty*. [www.litbang.depkes.go.id](http://www.litbang.depkes.go.id). Diakses pada tangga 25 Agustus 2015.

LAMPIRAN

**Tabel Lampiran 1. Hasil analisis Repeated Measures anova untuk produktivitas spora *M. anisopliae***

**ANOVA Table for produktifitas spora**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
waktu	5	102491,468	20498,294	180,348	<,0001	901,738	1,000
media	4	3011,834	752,958	6,625	,0002	26,499	,992
waktu * media	20	19764,564	988,228	8,695	<,0001	173,892	1,000
Residual	60	6819,595	113,660				

**Tabel Lampiran 2. Hasil Uji Tukey Perlakuan Kombinasi**

Perlakuan		Rata-rata	Notasi UJT 5%	Nilai BNJ 5%	q (5%;dbE;p)	Jarak p
Penyimpanan 2 minggu	Beras Jagung	18,77	D	40,32	5,57	30
	Beras Menir	31	C			
	Dedak	62,33	A			
	Dedak+Beras Jagung	21,35	D			
	Dedak+Beras Menir	28,42	C			
Penyimpanan 4 minggu	Beras Jagung	25,2	D	40,32	5,57	30
	Beras Menir	47,17	BC			
	Dedak	71,6	A			
	Dedak+Beras Jagung	28,67	D			
	Dedak+Beras Menir	32,37	C			
Penyimpanan 6 minggu	Beras Jagung	48,17	CD	40,32	5,57	30
	Beras Menir	84,92	AB			
	Dedak	92	A			
	Dedak+Beras Jagung	54,5	CD			
	Dedak+Beras Menir	61,18	BC			
Penyimpanan 8 minggu	Beras Jagung	82,43	BC	40,32	5,57	30
	Beras Menir	100,53	A			
	Dedak	93	A			
	Dedak+Beras Jagung	89,62	BC			
	Dedak+Beras Menir	92,62	AB			
Penyimpanan 10 minggu	Beras Jagung	104,17	AB	40,32	5,57	30
	Beras Menir	102,17	A			
	Dedak	95	A			
	Dedak+Beras Jagung	112,5	B			
	Dedak+Beras Menir	107,17	A			
Penyimpanan 12 minggu	Beras Jagung	126,83	AB	40,32	5,57	30
	Beras Menir	108	A			
	Dedak	98,83	A			
	Dedak+Beras Jagung	157,33	A			
	Dedak+Beras Menir	123,67	A			

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Tukey taraf signifikan 5%

**Lampiran 3. Hasil analisis Repeated Measures anova untuk perkecambahan spora *M. anisopliae***

ANOVA Table for viabilitas

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
media	4	61660,178	15415,045	180,007	<,0001	720,029	1,000
lama penyimpanan	5	1772,031	354,406	4,139	,0027	20,693	,946
media * lama penyimpanan	20	1312,024	65,601	,766	,7412	15,321	,493
Subject(Group)	60	5138,140	85,636				
Category for viabilitas	3	212110,613	70703,538	2091,878	<,0001	6275,634	1,000
Category for viabilitas * media	12	14833,896	1236,158	36,574	<,0001	438,885	1,000
Category for viabilitas * lama penyimpanan	15	737,065	49,138	1,454	,1271	21,807	,841
Category for viabilitas * media * lama pen...	60	2007,477	33,458	,990	,5051	59,394	,964
Category for viabilitas * Subject(Group)	180	6083,833	33,799				

**Tabel Lampiran 4. Hasil Uji Tukey Perlakuan Kombinasi**

Perlakuan		Rata-rata	Notasi UJT 5%	Nilai BNJ 5%	q (5%;dbE;p)	Jarak p
Penyimpanan 2 minggu	Beras Jagung	100	A	19,59	5,57	30
	Beras Menir	95,33	A			
	Dedak	60,33	A			
	Dedak+Beras Jagung	95,33	A			
	Dedak+Beras Menir	85	A			
Penyimpanan 4 minggu	Beras Jagung	100	A	19,59	5,57	30
	Beras Menir	92	A			
	Dedak	56,13	A			
	Dedak+Beras Jagung	94	A			
	Dedak+Beras Menir	80,13	A			
Penyimpanan 6 minggu	Beras Jagung	100	A	19,59	5,57	30
	Beras Menir	91,8	A			
	Dedak	52	A			
	Dedak+Beras Jagung	93,53	A			
	Dedak+Beras Menir	76,9	A			
Penyimpanan 8 minggu	Beras Jagung	100	A	19,59	5,57	30
	Beras Menir	91,53	A			
	Dedak	51,37	A			
	Dedak+Beras Jagung	97,23	A			
	Dedak+Beras Menir	76,53	A			
Penyimpanan 10 minggu	Beras Jagung	99,53	A	19,59	5,57	30
	Beras Menir	88,33	A			
	Dedak	31,73	AB			
	Dedak+Beras Jagung	91,5	A			
	Dedak+Beras Menir	71,33	A			
Penyimpanan 12 minggu	Beras Jagung	99,1	A	19,59	5,57	30
	Beras Menir	85,27	A			
	Dedak	43	B			
	Dedak+Beras Jagung	92,32	A			
	Dedak+Beras Menir	72,67	A			

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Tukey taraf signifikan 5%

**Tabel 5. Hasil analisis Repeated Measures anova untuk Mikosistas *Tenebrio molitor***

**ANOVA Table for virulensi**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
media	4	31304,861	7826,215	34,364	<,0001	137,457	1,000
lama penyimpanan	5	1628,713	325,743	1,430	,2265	7,152	,462
media * lama penyimpanan	20	7624,919	381,246	1,674	,0645	33,480	,906
Residual	60	13664,583	227,743				

**Tabel Lampiran 6. Hasil Uji Tukey Perlakuan Kombinasi**

Perlakuan		Rata-rata	Notasi UJT 5%	Nilai BNJ 5%	q (5%;dbE;p)	Jarak p
Penyimpanan 2 minggu	Beras Jagung	88,33	A	39,88	5,36	30
	Beras Menir	75	A			
	Dedak	58,33	A			
	Dedak+Beras Jagung	45	A			
	Dedak+Beras Menir	51,67	A			
Penyimpanan 4 minggu	Beras Jagung	90	A	39,88	5,36	30
	Beras Menir	80	A			
	Dedak	33,33	A			
	Dedak+Beras Jagung	73,33	AB			
	Dedak+Beras Menir	75	A			
Penyimpanan 6 minggu	Beras Jagung	86,67	A	39,88	5,36	30
	Beras Menir	83,33	A			
	Dedak	35	A			
	Dedak+Beras Jagung	83,33	AB			
	Dedak+Beras Menir	81,67	A			
Penyimpanan 8 minggu	Beras Jagung	93,33	A	39,88	5,36	30
	Beras Menir	90	A			
	Dedak	26,67	A			
	Dedak+Beras Jagung	86,67	AB			
	Dedak+Beras Menir	85	A			
Penyimpanan 10 minggu	Beras Jagung	83,33	A	39,88	5,36	30
	Beras Menir	76,67	A			
	Dedak	26,57	A			
	Dedak+Beras Jagung	78,33	AB			
	Dedak+Beras Menir	75	A			
Penyimpanan 12 minggu	Beras Jagung	85	A	39,88	5,36	30
	Beras Menir	73,33	A			
	Dedak	20	A			
	Dedak+Beras Jagung	76,67	B			
	Dedak+Beras Menir	66,67	A			

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Tukey taraf signifikan 5%

**Tabel Lampiran 7. Hasil analisis Repeated Measures anova untuk Persistensi *Tenebrio molitor***

**ANOVA Table for Presistensi**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Media	4	22405,556	5601,389	162,621	<,0001	650,484	1,000
waktu	5	4324,722	864,944	25,111	<,0001	125,556	1,000
Media * waktu	20	787,778	39,389	1,144	,3337	22,871	,719
Residual	60	2066,667	34,444				

**Tabel Lampiran 8. Hasil Uji Tukey Perlakuan Kombinasi**

Perlakuan		Rata-rata	Notasi UJT 5%	Nilai BNJ 5%	q (5%;dbE;p)	Jarak p
2 minggu ke-1	Beras Jagung	100	A	18,87	5,57	30
	Beras Menir	98,33	A			
	Dedak	68,33	A			
	Dedak+Beras Jagung	78,33	A			
	Dedak+Beras Menir	76,67	A			
2 minggu ke-2	Beras Jagung	98,33	A	18,87	5,57	30
	Beras Menir	91,67	A			
	Dedak	56,67	AB			
	Dedak+Beras Jagung	75	A			
	Dedak+Beras Menir	68,33	AB			
2 minggu ke-3	Beras Jagung	96,67	A	18,87	5,57	30
	Beras Menir	91,67	A			
	Dedak	55	ABC			
	Dedak+Beras Jagung	75	A			
	Dedak+Beras Menir	61,67	ABC			
2 minggu ke-4	Beras Jagung	90	A	18,87	5,57	30
	Beras Menir	85	A			
	Dedak	50	ABC			
	Dedak+Beras Jagung	71,67	A			
	Dedak+Beras Menir	53,33	BC			
2 minggu ke-5	Beras Jagung	90	A	18,87	5,57	30
	Beras Menir	83,33	A			
	Dedak	43,33	BC			
	Dedak+Beras Jagung	68,33	A			
	Dedak+Beras Menir	53,33	BC			
2 minggu ke-6	Beras Jagung	83,33	A	18,87	5,57	30
	Beras Menir	81,67	A			
	Dedak	36,67	C			
	Dedak+Beras Jagung	68,33	A			
	Dedak+Beras Menir	46,67	C			

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Tukey taraf signifikan 5%