

**PENGGUNAAN TEPUNG SERANGGA *Hermetia illucens*
(Diptera: Stratiomyidae) UNTUK PENGAYAAN MEDIA
PERTUMBUHAN CENDAWAN ENTOMOPATOGEN
Metarhizium anisopliae SEBAGAI AGEN HAYATI
PENGENDALI *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae)**

S K R I P S I

Oleh

PADEN RAHMADI

NPM : 1804290025

Program Studi : AGROTEKNOLOGI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

PENGGUNAAN TEPUNG SERANGGA *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) UNTUK PENGAYAAN MEDIA PERTUMBUHAN CENDAWAN ENTOMOPATOGEN *Metarhizium anisopliae* SEBAGAI AGEN HAYATI PENGENDALI *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae)

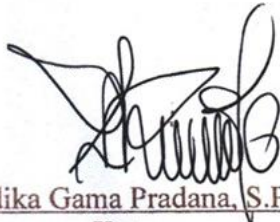
SKRIPSI

Oleh:

PADEN RAHMADI
1804290025
AGROTEKNOLOGI

Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi Strata 1 (S1)
pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing:



Mahardika Gama Pradana, S.P., M.Si.
Ketua



Fitria, S.P., M.Agr.
Anggota

Disahkan Oleh:

Dekan



Dr. Daim Mewar Tarigan, S.P., M.Si.

Tanggal Lulus : 27-08-2022

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Paden Rahmadi

NPM : 1804290025

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Penggunaan Tepung Serangga *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) untuk Pengayaan Media Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Hayati Pengendali *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang sudah saya peroleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 27 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Paden Rahmadi

Ringkasan

Paden Rahmadi “Penggunaan Tepung Serangga *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) untuk Pengayaan Media Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Hayati Pengendali *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae)” dibimbing oleh : Bapak Mahardika Gama Pradana, S.P., M.Si., selaku ketua komisi pembimbing dan Ibu Fitria, S.P., M.Agr., selaku anggota komisi pembimbing. Penelitian ini dilaksanakan di Kelompok Peneliti Proteksi Tanaman, Pusat Penelitian Kelapa Sawit Unit Usaha Marihat, Jalan Pematang Siantar, Tanah Jawa KM. 5 Marihat Ulu, Siantar Simalungun, Sumatera Utara dengan ketinggian \pm 369 mdpl pada bulan Desember 2021 sampai April 2022.

Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh dari pemberian tepung serangga *H. illucens* sebagai pengayaan media, terhadap kualitas dan virulensi *M. anisopliae* dalam mengendalikan hama *O. rhinoceros* pada stadia larva. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial, dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 20 unit percobaan, terdiri dari: H1 = media PDA + tepung *H. illucens* 1%, H2 = media PDA + tepung *H. illucens* 2%, H3 = media PDA + tepung *H. illucens* 4%, H4 = media PDA + tepung *H. illucens* 8% dan H5 = kontrol (PDA murni). Data hasil penelitian ditransformasi menggunakan akar kuadrat (SQRT) kemudian dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) berdasarkan model linear dari rancangan yang digunakan. Apabila hasil ANOVA menunjukkan hasil berbeda nyata dan sangat nyata, maka dilanjutkan dengan Uji beda rata-rata menurut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%.

Parameter yang diukur adalah luas koloni cendawan, morfologi cendawan, kerapatan konidia, viabilitas konidia dan persentase mortalitas serangga uji *O. rhinoceros*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung serangga *H. illucens* memberikan pengaruh nyata terhadap luas koloni, viabilitas konidia dan mortalitas larva *O. rhinoceros*, namun tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kerapatan konidia cendawan. Secara morfologi cendawan yang diberi tepung serangga *H. illucens* mengalami perubahan warna, pada perlakuan media PDA dengan penambahan tepung serangga yaitu warna hijau olive hingga hijau keabu-abuan, sedangkan pada media PDA murni bewarna hijau juniper.

SUMMARY

Paden Rahmadi "Use of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) Flour for Enrichment of Growth Media for the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* as Biological Control Agent of *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae)" supervised by : Mr. Mahardika Gama Pradana, S.P., M.P., as chairman the supervisory commission and Mrs. Fitria, S.P., M.Agr., as a member of the supervisory commission. This research was conducted at Plant Protection Research Group, Indonesian Oil Palm Research Institute, Marihat, Jalan Pematang Siantar, Tanah Jawa KM. 5 Marihat Ulu, Siantar Simalungun, North Sumatra with an altitude of \pm 369 masl from December 2021 to April 2022.

The purpose of the study was to determine the effect of giving *H. illucens* insect flour as an enrichment medium, on quality and virulence *M. anisopliae* in controlling *O. rhinoceros* in larval stage. This study used a non-factorial Completely Randomized Design (CRD), with 5 treatments and 4 replications so that there were 20 experimental units, consisting of: H1 = PDA media + 1% *H. illucens* flour, H2 = PDA media + flour *H. illucens* 2%, H3 = PDA medium + *H. illucens* flour 4%, H4 = PDA medium + *H. illucens* flour 8% and H5 = control (pure PDA). The research data were transformed using the square root (SQRT) and then analyzed by Analysis of Variance (ANOVA) based on the linear model of the design used. If the ANOVA results show significantly different results and are very significant, then proceed with the difference in mean test according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a confidence level of 5%.

Parameters measured were fungal colony area, fungal morphology, conidia density, conidia viability and mortality percentage of the tested insects. *O. rhinoceros*. The results showed that the addition of *H. illucens* insect meal had a significant effect on colony area, conidia viability and mortality of *O. rhinoceros* larvae, but did not significantly affect the conidia density of the fungus. Morphologically, the fungus that was given *H. illucens* insect meal changed color, the PDA media treatment with the addition of insect meal was olive green to grayish green, while on pure PDA media it was juniper green.

RIWAYAT HIDUP

Paden Rahmadi, dilahirkan pada tanggal 28 Desember 1999 di Dusun XIII Desa Perupuk, Kecamatan Lima Puluh, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara. Merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan dari Bapak Suwarto dan Ibu Daiha

Pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut :

1. Tahun 2012 menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 010197, Desa Lubuk Cuik, Kecamatan Lima Puluh, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara.
2. Tahun 2015 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP/Sederajat) di MTS Swasta Al- Washliyah Titi Merah, Desa Pematang Panjang, Kecamatan Lima Puluh, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara.
3. Tahun 2018 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di SMK Swasta T Amir Hamzah Indrapura, Tanjung Kubah, Kecamatan Air Putih, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara.
4. Tahun 2018 melanjutkan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa fakultas pertanian UMSU antara lain :

1. Mengikuti PKKMB Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2018.
2. Mengikuti Masta (masa ta'aruf) PK IMM FAPERTA UMSU tahun 2018.
3. Mengikuti Kegiatan Training Organisasi dan Profesi Mahasiswa (TOPMA) IV Himpunan Mahasiswa Agroteknologi (HIMAGRO) UMSU tahun 2019.

4. Menjadi Sekretaris Divisi bagian Penelitian dan Pengembangan di Himpunan Mahasiswa Agroteknologi (HIMAGRO) masa jabatan 2019/2020.
5. Mengikuti Webinar Nasional BEM FP Universitas Syah Kuala dengan tema “Memotivasi Petani Milenial Indonesia Menuju Era Revolusi Industri 4.0 Berbasis Bisnis dan Entrepreneur” yang dilaksanakan oleh BEM FP Universitas Syah Kuala via Zoom pada 2021.
6. Melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Usaha Teh Sidamanik.
7. Melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Manunggal, Kecamatan Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang pada bulan September 2022.
8. Melaksanakan penelitian dan praktik skripsi di pembibitan Pusat Penelitian Kelapa Sawit Marihat, Jalan Pematang Siantar, Tanah Jawa KM. 5 Marihat Ulu, Siantar Simalungun, Sumatera Utara.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Tidak lupa pula penulis haturkan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam, semoga mendapatkan syafaat-Nya di Yaumul Mahsyar kelak. Adapun judul skripsi ini adalah **“Penggunaan Tepung Serangga *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) untuk Pengayaan Media Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Hayati Pengendali *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae)”**.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih banyak kepada:

1. Ibu Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Dr. Rini Sulistiani, S.P., M.P., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Mahardika Gama Pradana, M.Si., selaku ketua komisi pembimbing.
4. Ibu Fitria, S.P., M.Agr., selaku anggota komisi pembimbing.
5. Pegawai Biro Administrasi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan kepada penulis baik secara moral maupun material.
7. Karyawan dan staf Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) yang telah mendukung dan membantu proses penelitian.
8. Seluruh teman-teman stambuk 2018 seperjuangan Program Studi Agroteknologi terkhusus Agroteknologi 1 dan rekan-rekan dalam melaksanakan penelitian di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam proposal ini. Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal ini.

Pematang Siantar, Agustus 2022

Paden Rahmadi

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	3
Kegunaan Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
Cendawan Entomopatogen	4
Biologi Cendawan <i>M. anisopliae</i>	4
Mekanisme Infeksi Cendawan <i>M. anisopliae</i>	6
Kandungan Kitin pada <i>H. illucens</i>	7
Hipotesis Penelitian	8
BAHAN DAN METODE	9
Waktu dan Tempat.....	9
Bahan dan Alat	9
Metode Penelitian	9
Pelaksanaan Penelitian	10
Sterilisasi Alat	10
Pembuatan Media Pertumbuhan <i>M. anisopliae</i>	10
Isolasi dan Pemurnian <i>M. anisopliae</i>	11

Aplikasi <i>M. anisopliae</i> ke Serangga Uji.....	12
Parameter Pengamatan	12
Luas Koloni	12
Morfologi Cendawan	13
Kerapatan Spora	13
Viabilitas spora	14
Persentase Mortalitas Serangga Uji <i>O. rhinoceros</i>	14
HASIL DAN PEMBAHASAN	16
Luas Koloni	16
Morfologi Cendawan	17
Kerapatan Konidia	19
Viabilitas Konidia	20
Mortalitas Serangga Uji Larva <i>O. rhinoceros</i>	22
KESIMPULAN DAN SARAN	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> dengan Penambahan Tepung Serangga <i>H. illucens</i>	16
2.	Morfologi Secara Makroskopik <i>M. anisopliae</i> dengan Penambahan Tepung Serangga <i>H. illucens</i>	18
3.	Data Kerapatan Konidia Cendawan <i>M. anisopliae</i> dengan Penambahan Tepung Serangga <i>H. illucens</i>	20
4.	Data Viabilitas Spora Cendawan <i>M. anisopliae</i> HSI dengan Penambahan Tepung Serangga <i>H. illucens</i>	21
5.	Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> setelah Pengaplikasian Cendawan <i>M. anisopliae</i>	22

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	(a) Penampakan Mikroskopik Spora <i>M. anisopliae</i> (b) Penampakan Makroskopik koloni <i>M. anisopliae</i>	6
2.	Penampakan Cendawan <i>M. anisopliae</i> Secara Mikroskopik, a)Hifa, b) Konidia Cendawan	19
3.	Tahapan Infeksi Cendawan <i>M. anisopliae</i> terhadap Larva <i>O. rhinoceros</i> a) Sehat, b) Infeksi Awal, c) Inaktif dan Mumifikasi Awal, d) Mumifikasi disertai Hifa/ Miselium, e) Pembusukan	23

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Jadwal Kegiatan Penelitian	31
2.	Denah Penelitian di Laboratorium	32
3.	Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 5 HSA.....	33
4.	Transformasi Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 5 HSA.....	33
5.	Data Sidik Ragam Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 5 HAS.....	33
6.	Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 10 HSA	34
7.	Transformasi Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 10 HSA	34
8.	Data Sidik Ragam Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 10 HSA	34
9.	Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 15 HSA.....	35
10.	Transformasi Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 15 HSA	35
11.	Data Sidik Ragam Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 15 HSA.....	35
12.	Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA.....	36
13.	Transformasi Data Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA	36
14.	Data Sidik Ragam Luas Koloni Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA.....	36
15.	Data Kerapatan Konidia Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA.	37
16.	Transformasi Kerapatan Konidia Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA.....	37
17.	Data Sidik Ragam Kerapatan Konidia Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA	37
18.	Data Viabilitas Konidia Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA .	38

19. Transformasi Data Kerapatan Konidia Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA	38
20. Data Sidik Ragam Viabilitas Konidia Cendawan <i>M. anisopliae</i> Umur 20 HSA	38
21. Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 2 HSA	39
22. Transformasi Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 2 HSA.....	39
23. Data Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 2 HSA	39
24. Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 4 HSA	40
25. Transformasi Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 4 HSA	40
26. Data Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 4 HSA	40
27. Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 6 HSA	41
28. Transformasi Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 6 HSA	41
29. Data Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 6 HSA	41
30. Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 8 HSA	42
31. Transformasi Data Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 8 HSA	42
32. Data Sidik Ragam Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i> 8 HSA	42
33. Standar Warna Faber Castell.....	43

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* Lin. (Coleoptera: Scarabaeidae) menjadi hama utama di perkebunan kelapa sawit. Umumnya *O. rhinoceros* menyerang tanaman kelapa sawit muda. Akibat yang disebabkan oleh *O. rhinoceros* dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung *O. rhinoceros* akan merusak pelepah daun, sehingga dapat menghambat proses fotosintesis. Sedangkan, kerugian tidak langsung dapat memperpanjang masa TBM kelapa sawit, dari yang umumnya 2,5 tahun sudah panen menjadi 5-7 tahun (Susanto *dkk.*, 2012). Serangan hama ini dapat menurunkan produksi tandan buah segar (TBS) pada tahun pertama hingga 60% dan menimbulkan kematian pada tanaman muda hingga 25% (Handoko *dkk.*, 2017). Selama ini penggunaan insektisida kimia menjadi pilihan utama yang digunakan oleh petani. Hal tersebut berdampak negatif bagi ekosistem seperti resistensi, resurgensi hama, terbunuhnya musuh alami, peningkatan residu pada hasil, pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan bagi pengguna. Menyikapi hal tersebut, dibutuhkan pengendalian yang lebih ramah lingkungan misalnya menggunakan agen hayati (Bintang *dkk.*, 2015).

Salah satu agen hayati yang ramah lingkungan dapat menggunakan cendawan entomopatogen, seperti *Metarhizium anisopliae*. Cendawan ini bersifat parasit yang dapat menginfeksi larva *O. rhinoceros* sehingga menyebabkan penurunan populasi serangga dalam suatu areal pertanian (Rosmayuningsih *dkk.*, 2014). Cendawan *M. anisopliae* menghasilkan konidia yang bersifat larvasida terhadap larva *O. rhinoceros*. Apabila konidia menempel

pada larva, konidia akan berkecambah dan kemudian menembus integumen larva dengan mengeluarkan enzim dan toksin. Senyawa racun (toksin) yang dikeluarkan, yaitu *cyclopeptida*, *destruxin*, dan *desmethyl destruxin*. Efek toksin tersebut berpengaruh pada organel sel larva (mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus), sehingga dapat menyebabkan kelumpuhan sel dan kelainan fungsi lambung tengah, tubulus malphigi (alat ekskresi serangga), hemosit, dan jaringan otot (Sari dan Widyaningrum, 2014).

Cendawan entomopatogen mudah diperbanyak secara *in vitro*, namun sering terjadi penurunan kualitas dan virulensinya. Penurunan kualitas konidia jamur entomopatogen dapat disebabkan karena berkurangnya sumber kitin, dan protein di media perbanyakannya. Oleh karena itu sangat diperlukan teknik perbanyakannya dan cara aplikasi yang bisa mempertahankan kualitas dan patogenisitas cendawan (Sari dan Khobir, 2019).

Penggunaan tepung serangga menjadi salah satu cara untuk mempertahankan kualitas dan virulensi cendawan (Ramli dan Kusnara, 2019). Terdapat banyak jenis tepung serangga yang dapat dijadikan sebagai bahan dalam pengayaan media, seperti tepung udang, jangkrik dan lalat tentara hitam. Berdasarkan penelitian Pramesti *dkk* (2014) menyatakan bahwa perlakuan dengan tepung jangkrik, pada konsentrasi 0,5% dan 1% memberikan hasil terbaik terhadap kerapatan dan viabilitas spora cendawan *Beauveria bassiana*. Menurut Sa'idah dan Asri (2019) penambahan tepung kulit udang 2% pada media pertumbuhan cendawan *B. bassiana* memberikan hasil yang baik terhadap diameter koloni.

Percobaan ini menggunakan tepung serangga lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) dikarenakan memiliki sumber kitin yang cukup tinggi. Menurut Kanto *dkk* (2018) ekstraksi kitin dari *H. illucens* menghasilkan rendemen sebanyak 17,93%, sedangkan menurut wang *dkk* (2005) bahwa pada 100 gram jangkrik mengandung kitin sebesar 8,7%. Penggunaan tepung serangga *H. illucens* untuk cendawan entomopatogen belum pernah dilaporkan. Namun, penggunaan tepung serangga *H. illucens* sebagai pengayaan media, sudah dilaporkan untuk pertumbuhan bakteri probiotik *Lactobacillus casei* (Sari, 2017). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan penambahan berbagai konsentrasi tepung serangga *H. illucens* sebagai bahan tambahan pengayaan media untuk pertumbuhan cendawan entomopatogen *M. anisopliae*.

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh dari pemberian tepung serangga *H. illucens* sebagai pengayaan media, terhadap kualitas dan virulensi *M. anisopliae* dalam mengendalikan hama *O. rhinoceros* pada stadia larva.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi Strata Satu (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Untuk mengetahui pengaruh dari pemberian tepung serangga *H. illucens* sebagai pengayaan media, terhadap kualitas dan virulensi *M. anisopliae* dalam mengendalikan hama *O. rhinoceros* pada stadia larva.
3. Sebagai bahan informasi bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut mengenai penelitian ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Cendawan Entomopatogen

Cendawan entomopatogen merupakan salah satu jenis cendawan yang bersifat heterotrof (tidak dapat membuat makanan sendiri). Sifat tersebut menyebabkan cendawan entomopatogen hidup sebagai parasit pada serangga (Permadi *dkk.*, 2019). Cendawan merupakan fungi multiseluler dan terdiri atas miselium. Miselium merupakan kumpulan hifa yang membentuk suatu jala. Cendawan bereproduksi secara aseksual maupun seksual. Berdasarkan ada atau tidaknya alat reproduksi seksual, bentuk cendawan terbagi menjadi dua yaitu anamorf dan teleomorf (Webster dan Weber, 2007).

Beberapa cendawan entomopatogen misalnya *B. bassiana* dan *M. anisopliae* telah banyak dilaporkan efektif mengendalikan serangga dari ordo Lepidoptera (Thalib *dkk.*, 2013). Cendawan *M. anisopliae*, *B. bassiana* dan bakteri *Streptomyces* sp. yang digunakan sebagai agens hayati untuk membunuh *Lepidiotia stigma* (Hidayah *dkk.*, 2019). Cendawan *B. bassiana* dalam mengendalikan *Cylas formicarius* (Prayogo, 2017). Keberhasilan dalam mengendalikan hama tersebut tergantung dengan frekuensi aplikasi cendawan yang dimanfaatkan.

Biologi Cendawan *M. anisopliae*

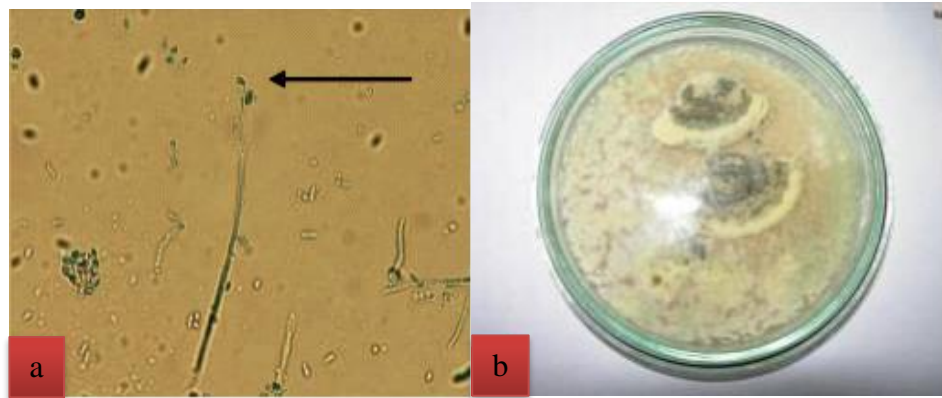
Klarifikasi taksa dari genus *Metarhizium* juga dilakukan dengan mengevaluasi karakter morfologi. Berdasarkan klarifikasi taksa tersebut diketahui genus *Metarhizium* terdiri dari beberapa spesies, yaitu *M. anisopliae*, *M. pingshaense*, *M. majus*, *M. acridum*, *M. lepidiotae*, *M. globosum*, *M. robertsii*, *M. brunneum* dan *M. taii* yang kemudian diketahui merupakan sinonim dari

M. guizhouense (Bischoff *dkk.*, 2009). Menurut Alexopoulos *dkk* (1996), cendawan *Metarhizium anisopliae* memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Divisi : Eumycota
Kelas : Deuteromycetes
Ordo : Moniliales
Famili : Moniliaceae
Genus : *Metarhizium*
Spesies : *Metarhizium anisopliae*

Metarhizium anisopliae biasanya juga disebut dengan *green muscarseine fungus* dan tersebar di seluruh dunia. Jamur ini digunakan pertama kali untuk mengendalikan hama kumbang kelapa lebih dari 85 tahun yang lalu dan semenjak itu digunakan di beberapa negara termasuk Indonesia (Sianturi *dkk.*, 2014).

Koloni cendawan *M. anisopliae* berwarna putih, kemudian berubah menjadi putih gelap dengan bertambahnya umur. Koloni dapat tumbuh dengan cepat pada beberapa media seperti potato dextrose agar (PDA). Miselium bersekat, diameter 1,98-2,97 μm , konidiofor tersusun tegak, berlapis, dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia. Konidia bersel satu berwarna hialin, berbentuk bulat silinder dengan ukuran 9,94 x 3,96 μm (Effendy *dkk.*, 2015).



Gambar 1. (a) Penampakan Mikroskopik spora *M. anisopliae*, (b) Penampakan makroskopik koloni *M. anisopliae*.

Sumber: Effendy *dkk.*, 2015.

Cendawan *Metarhizium* sp. menyerang serangga berbagai ordo yaitu, Lepidoptera, Hemiptera, Diptera dan Coleoptera. *Metarhizium* sp. banyak diidentifikasi dari berbagai hama kumbang dari Ordo Coleoptera, tetapi dalam jamur entomopatogen hanya spesies jamur *M. anisopliae* yang dilaporkan paling efektif dalam menginfeksi kelompok dari Family Scarabaeidae (Coleoptera) (Indrayani, 2017).

Mekanisme Infeksi Cendawan *M. anisopliae*

Gejala awal yang ditunjukkan larva *O. rhinoceros* apabila terinfeksi cendawan *M. anisopliae* adalah terlihat larva menjadi lemah, kurang aktif bergerak dan daya tahan larva dalam mengkonsumsi pakan berkurang serta terjadi perubahan warna dari putih pucat, kemudian beberapa hari setelahnya berubah warna menjadi kuning pucat, selanjutnya infeksi pada larva terlihat tubuh larva diselubungi miselium dan menjadi kaku (Tampubolon *dkk.*, 2013). Menurut pendapat Aw dan Hue (2017) bahwa proses penetrasi spora ke dalam tubuh serangga membutuhkan bantuan dari enzim pendegradasi kutikula seperti *lipase*, *protease* dan *kitinase*. Kaya *dkk* (2016) menambahkan bahwa senyawa kitin pada

stadia muda masih sedikit sehingga lapisan integumen masih tipis, sedangkan pada stadia dewasa sudah menebal.

Cendawan *M. anisopliae* mendegradasi kutikula pada integumen larva diawali dengan proses penetrasi untuk masuk ke dalam rongga tubuh larva, kemudian cendawan menghasilkan toksin *destruxin* yang dapat mengakibatkan terjadinya defisiensi nutrisi dan kerusakan jaringan di dalam tubuh serangga. Hal tersebut yang menyebabkan kematian pada larva (Azhari *dkk.*, 2019). Harjaka *dkk* (2012) menyatakan bahwa kepekaan serangga terhadap destruksin bervariasi, ordo Lepidoptera dan Coleoptera memiliki kepekaan yang lebih, sehingga hama ini mudah terserang cendawan *M. anisopliae*.

Kandungan Kitin pada *H. illucens*

Kitin merupakan sumber karbon dan nitrogen. Kitin adalah polimer linier dari N asetil-glukosamin dengan sub-unit yang dihubungkan oleh ikatan β -(1,4)-glukosida. Senyawa kitin merupakan biopolimer alami yang dapat ditemukan pada cangkang Crustacea, dinding sel cendawan dan serangga. Salah satu serangga yang memiliki kandungan kitin adalah lalat tentara hitam (*H. illucens*). Penambahan kitin pada media tumbuh dapat merangsang produksi kitinase yang berfungsi dalam mempertahankan kemampuan infeksi dari cendawan entomopatogen (Prayogo *dkk.*, 2017).

Menurut Wahyuni *dkk* (2020) hasil ekstraksi lalat tentara hitam menghasilkan kitin sebanyak 58,848 g dari bobot sampel yang digunakan 500 g pupa dengan rendemen kitin sebesar 11,8%. Menurut Kanto *dkk* (2019) ekstraksi kitin dari *H. illucens* menghasilkan rendemen sebanyak 17,93%. Data tersebut menunjukkan bahwa pada setiap stadia pertumbuhan *H. illucens* memiliki

kandungan kitin yang berbeda, semakin dewasa maka kandungan kitin akan semakin banyak.

Hipotesis Penelitian

1. Penambahan tepung serangga *H. illucens* dapat meningkatkan kualitas cendawan *M. anisopliae*.
2. Penggunaan tepung serangga *H. illucens* pada media cendawan *M. anisopliae* meningkatkan virulensi terhadap larva *O. rhinoceros*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 sampai dengan April 2022, di Laboratorium Proteksi Tanaman Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), Unit Usaha Marihat, Kabupaten Simalungun.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah cendawan *Metarhizium anisopliae*, tepung serangga *Hermetia illucens*, larva *Oryctes rhinoceros* yang berasal dari lapangan perkebunan PPKS marihat, aluminium foil, plastik wrap, kapas, alkohol 76%, aquades, kapas, sabun cair, *cocopeat*, antibiotik, dan media PDA sintesis.

Alat yang digunakan yaitu cawan petri, tabung reaksi, gelas ukur, objek glass, erlenmeyer, *hemocytometer*, timbangan analitik, jarum ose, oven, autoklaf, bunsen, *laminar air flow*, panci, *hand sprayer*, plastik mika dan lemari pendingin.

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap non faktorial, dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 20 sampel, terdiri dari :

H1 = media PDA+ tepung *H. illucens* 1%

H2 = media PDA+ tepung *H. illucens* 2%

H3 = media PDA+ tepung *H. illucens* 4%

H4 = media PDA+ tepung *H. illucens* 8%

H5 = Kontrol (PDA murni)

Satuan Penelitian:

Jumlah perlakuan : 5 perlakuan

Jumlah ulangan : 4 ulangan

Jumlah unit percobaan : 20 sampel

Data hasil penelitian ditransformasi dengan rumus akar kuadrat (SQRT) kemudian dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) berdasarkan model linear dari rancangan yang digunakan adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

μ = Nilai tengah umum.

τ_i = Nilai pengamatan pengaruh perlakuan ke-i.

ϵ_{ij} = Galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

Apabila hasil ANOVA menunjukkan hasil berbeda nyata dan sangat nyata, maka dilanjutkan dengan Uji beda rata-rata menurut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada uji taraf 5 %.

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi Alat

Alat yang terbuat dari kaca direbus dengan air dan tambahan clorox selama 4-5 jam. Alat hasil rebusan direndam menggunakan air sabun selama 24 jam. Alat dicuci bersih menggunakan sabun, kemudian dibilas dengan 3 kali pembilasan yang diakhiri dengan pembilasan air yang mengalir. Alat dikering anginkan, hingga air tidak menetes kembali. Setelah kering alat dimasukkan ke plastik anti panas (untuk cawan petri dibungkus menggunakan kertas buram), lalu

dimasukkan ke autoklaf dengan menggunakan suhu 121°C , pada tekanan 1 – 3 atm selama 1 jam. Setelah itu, alat dikering anginkan, kemudian alat dimasukkan ke oven dengan menggunakan suhu 150-170°C. Lalu simpan alat di tempat yang steril atau alat telah siap untuk digunakan.

Pembuatan Media Pertumbuhan *M. anisopliae*

Cendawan *M. anisopliae* dibiakkan pada media PDA. Bahan-bahan yang digunakan ditimbang seperti bubuk PDA 20 g, aquades 500 ml dan tepung serangga sesuai dengan perlakuan yang digunakan. Seluruh bahan dimasukkan ke dalam gelas becker, lalu diaduk hingga tercampur merata. Bahan tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah disterilkan. Erlenmeyer ditutup dengan kapas yang dilapisi alumunium foil dan plastik wrap. Selanjutnya dimasukkan ke dalam autoklaf dengan suhu 121°C pada tekanan 1,5 – 2 atm selama 2 jam. PDA dituangkan ke dalam cawan petri untuk digunakan dalam percobaan.

Isolasi dan Pemurnian *M. anisopliae*

Cendawan diperoleh dari larva *O. rhinoceros* yang telah terinfeksi oleh *M. anisopliae* yang di dapat dari areal perkebunan kelapa sawit di PPKS Marihat. Larva *O. rhinoceros* yang terinfeksi dipotong pada bagian kepala sampai tungkai depan, potongan larva diambil dengan jarum ose, dicelupkan ke dalam alkohol 76% selama 30 detik lalu dibilas dengan aquades steril sebanyak 3 kali, kemudian diletakkan pada kerta tisu steril hingga kering. Setelah mengering, potongan larva diinokulasi ke media PDA dan diinkubasi selama 2 - 5 hari.

Miselium *M. anisopliae* yang telah tumbuh dari larva *O. rhinoceros* hasil isolasi diambil dengan menggunakan jarum ose. Isolat cendawan diinokulasi pada

media PDA baru dan di inkubasi selama 5-10 hari hingga diperoleh biakkan murni *M. anisopliae*.

Aplikasi *M. anisopliae* ke Serangga Uji

Sebelum kegiatan pengaplikasian, terlebih dahulu melakukan pemanenan cendawan *M. anisopliae*. Cendawan *M. anisopliae* di-*scrub* guna mendapatkan miselium, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan penambahan 10 ml aquades, lalu dicampurkan hingga homogen dengan bantuan *shakers*. Suspensi cendawan dimasukkan ke dalam *handsprayer* dengan penambahan 100 ml air, diaduk hingga merata. Pengaplikasian cendawan dilakukan pada plastik mika. Plastik mika diisi dengan *cocopeat* sebanyak 500 gram. Setiap plastik mika dimasukkan masing – masing 5 ekor serangga uji (larva *O. rhinoceros*). Larutan cendawan *M. anisopliae* yang telah homogen disemprotkan keseluruh bagian *cocopeat* dan larva. Plastik mika ditutup kemudian diamati kondisi larva setiap hari.

Parameter pengamatan

Luas Koloni

Isolat *M. anisopliae* yang telah ditumbuhkan pada media PDA + tepung *H. illucens* dengan beberapa konsentrasi serta media kontrol diukur pertambahan luas koloninya selama 10 hari . Pengukuran dilakukan dengan mengamati bagian bawah cawan dengan bantuan cahaya. Luas koloni dihitung menggunakan bantuan kertas milimeter blok untuk menentukan besaran luas dalam satuan mm².

Morfologi Cendawan

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung kepada objek yang diteliti, seperti :

- a. Bentuk dan warna koloni yaitu pengamatan dilakukan secara visual dengan cara mengambil isolat cendawan *M. anisopliae*, kemudian diamati bentuk dan warnanya.
- b. Pengamatan bentuk konidia yaitu masing-masing *slide culture* diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x. Pengamatan dilakukan terhadap morfologi miselium, konidia dan badan penghasil konidia (konidiofor).

Kerapatan Konidia

Penghitungan kerapatan konidia dilakukan dengan menyiapkan hemasitometer dan mengambil 0,2 ml isolat uji dengan menggunakan mikropipet 1 ml. Suspensi konidia dimasukkan pada bidang hitung dengan mikropipet melalui kedua kanal pada sisi atas dan bawah, sehingga bidang hitung terenuhi suspensi secara kapiler dan mendiarkannya selama 1 menit agar posisi stabil. Kemudian dihitung jumlah konidia yang terletak pada garis batas kotak hitung (a+b+c+d+e) dengan mikroskop perbesaran 400x. Penghitungan kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan rumus (Gabriel dan Riyanto, 1989):

$$j = \frac{t \times d}{0,25 \cdot 10^{-4} \times 0,1 \times n} \times 10^2$$

Keterangan:

J = Jumlah konidia (konidia/ml air)

t = Jumlah konidia dalam semua kotak kecil bujur sangkar yang dihitung.

n = Jumlah kotak bujur sangkar yang dihitung (n = 80)

d = Faktor pengencer bila harus diencerkan (d =10)

Viabilitas Konidia

Viabilitas konidia ditentukan dengan cara suspensi konidia di inkubasi selama 24 jam. Setelah itu satu tetes suspensi tersebut diteteskan pada kaca preparat dan ditutup dengan gelas penutup, lalu dihitung jumlah konidia yang berkecambah dan tidak berkecambah pada bidang pandang dibawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Perhitungan viabilitas konidia dilakukan setelah di inkubasi selama 24 jam. Viabilitas konidia dihitung dengan menggunakan rumus (Gabriel dan Riyanto, 1989):

$$V = \frac{g}{g + u} \times 100\%$$

Keterangan :

V = Perkecambahan konidia (viabilitas)

g = Jumlah spora yang berkecambah

u = Jumlah spora yang tidak berkecambah

Persentase Mortalitas Serangga Uji *O. rhinoceros*

Pengamatan dilakukan setiap hari sampai ditemukan 100% kematian larva *O. rhinoceros* yang diuji karena terinfeksi cendawan *M. anisopliae*, mortalitas dihitung dengan rumus (Utami, 2010).

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase mortalitas serangga uji

A = Jumlah serangga yang mati

B = Jumlah serangga keseluruhan atau serangga awal

Bila terdapat kematian serangga uji pada perlakuan kontrol maka dikoreksi dengan rumus:

$$M_s = \frac{M_p - M_k}{100 - M_k} \times 100\%$$

Keterangan:

M_s = Persentase mortalitas sebenarnya

M_p = Persentase mortalitas perlakuan

M_k = Persentase mortalitas kontrol

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Koloni

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung serangga *H. illucens* memberikan pengaruh nyata terhadap luas koloni cendawan *M. Anisopliae* pada 15 HSI. Berdasarkan data pada tabel di atas penambahan tepung serangga *H. Illucens* perlakuan terbaik terdapat pada penambahan tepung *H. illucens* 8% dengan nilai rata-rata 51,6 cm², berbeda nyata dengan perlakuan kontrol positif (PDA murni) dengan nilai rata-rata 16,1 cm². Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan taraf perlakuan yang ditambahkan memberikan efek yang signifikan terhadap luas koloni cendawan *M. anisopliae*.

Tabel 1. Data Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* dengan Penambahan Tepung Serangga *H. illucens*.

Perlakuan	Luas Koloni			
	5	10	15	20
cm ²			
Media PDA + Tepung H.illucens 1 %	11,00	35,8	43,7ab	50,2
Media PDA + Tepung H.illucens 2 %	5,00	16,8	24,7abc	32
Media PDA + Tepung H.illucens 4 %	11,13	30,6	39,9abc	47,8
Media PDA + Tepung H.illucens 8 %	16,75	42,1	51,6a	55,5
Kontrol (PDA murni)	4,06	10,9	16,1c	26,1

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%.





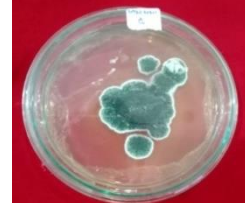
Peningkatan pada luas koloni cendawan *M. Anisopliae* diduga disebabkan oleh partikel tepung serangga *H. Illucens* dan kandungan nutrisi yang terkandung pada media. Partikel tepung serangga yang ditambahkan pada media berbentuk serbuk halus. Sesuai dengan pendapat Ayu (2012) bahwa ukuran partikel yang kecil dapat mempermudah penyerapan nutrisi oleh cendawan sehingga cendawan dapat dengan cepat membentuk struktur sel dan tumbuh.

Pertumbuhan luas koloni cendawan *M. Anisopliae* dipengaruhi oleh konsentrasi media atau sumber kitin yang diberikan, semakin banyak konsentrasi yang diberikan menunjukkan pertumbuhan terbaik. Cendawan merupakan makhluk hidup yang bersifat saprofit, dalam proses pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh jumlah karbon dan nitrogen pada lingkungan sekitar. Menurut Ayu (2012) kadar karbohidrat dan protein yang tinggi pada medium akan mempercepat germinasi konidia sehingga pembentukan koloni akan semakin cepat. Tepung serangga merupakan sumber kitin yang mengandung karbon dan nitrogen. Ketersediaan unsur tersebut dapat menjadi penyusun karbohidrat, asam nukleat, protein dan lipid. Molekul-molekul kompleks tersebut merupakan makromolekul utama dalam penyusun sel hifa dan konidia cendawan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rohman *dkk.*, (2017) bahwa pertumbuhan koloni cendawan dipengaruhi substrat atau media yang mengandung komponen nutrisi untuk pertumbuhan cendawan.

Morfologi Cendawan

Hasil pengamatan makroskopik koloni cendawan *M. Anisopliae*, pada awal pertumbuhannya berwarna hialin (transparan), kemudian berwarna putih dan seiring berjalannya waktu menjadi hijau gelap (Tabel 2). Hal tersebut sesuai pendapat Yunizar *dkk* (2012) bahwa warna semua isolat *M. anisopliae* secara makroskopik di awal pertumbuhan berwarna putih, kemudian menjadi warna hijau tua menandakan konida sudah matang.

Tabel 2. Morfologi Secara Makroskopik *M. anisopliae* dengan Penambahan Tepung Serangga *H. illucens*.

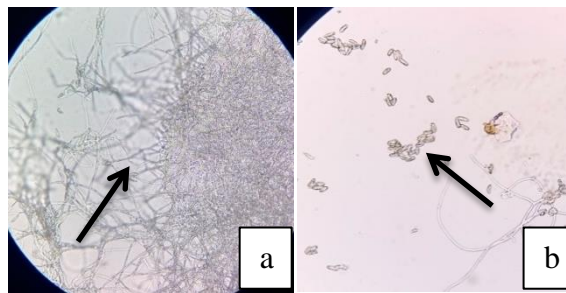
Perlakuan	Warna	Gambar
PDA + tepung <i>H. Illucens</i> 1%	Hijau olive	
PDA + tepung <i>H. Illucens</i> 2%		
PDA + tepung <i>H. Illucens</i> 4%	Hijau keabu-abuan	
PDA + tepung <i>H. Illucens</i> 8%		
Kontrol (PDA murni)	Hijau juniper	

Sumber : Dokumentasi pribadi

Pemberian tepung serangga pada media pertumbuhan cendawan *M. anisopliae* menyebabkan perubahan terhadap warna koloni cendawan (Tabel 2). Cendawan yang diberikan perlakuan tepung serangga *H. illucens* berwarna hijau olive hingga hijau keabu-abuan, sedangkan cendawan pada PDA murni berwarna hijau juniper. Perbedaan yang terjadi pada cendawan tersebut dapat disebabkan oleh kandungan karbohidrat, lipid dan protein yang terdapat

pada tepung serangga *H. illucens*. Hanson (2008) menyatakan bahwa karbon mempengaruhi pembentukan pigmen dari kelompok pigmen quinon pada fungi.

Hasil dari pengamatan mikroskopik menunjukkan Cendawan *M. anisopliae* yang ditumbuhkan dengan penambahan tepung serangga tidak mengalami perbedaan karakteristik (Gambar 2). Bentuk konidia dari cendawan *M. anisopliae* adalah silindris (lonjong seperti kapsul), bercabang dan bersekat. Konidia cendawan tumbuh dengan tegak. Konidiofor cendawan tumbuh tegak dan menopang kumpulan konidia. Sesuai pendapat Prayogo dan Tengkan (2002) menyatakan bahwa *M. anisopliae* memiliki konidiofor tegak, hialin, bercabang dan menopang kumpulan konidia sehingga membentuk *phialid*.



Gambar 2. Penampakan Cendawan *M. anisopliae* Secara Mikroskopik, a) Hifa, b) Konidia Cendawan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kerapatan Konidia

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung serangga *H. illucens* tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan konidia cendawan *M. anisopliae*. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 tentang kerapatan konidia cendawan *M. anisopliae* umur 20 HSI. Berdasarkan data pada tabel di atas hasil tertinggi diperoleh pada penambahan tepung *H.illucens* 8% yaitu $2,21 \times 10^6$ dan hasil terendah diperoleh dengan perlakuan *H.illucens* 1% $1,25 \times 10^6$.

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa penambahan sumber kitin pada media pertumbuhan memberikan nutrisi yang lebih baik pada kerapatan spora cendawan *M. Anisopliae*, namun menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Tabel 3. Data Kerapatan Konidia Cendawan *M. anisopliae* dengan Penambahan Tepung Serangga *H. illucens*.

Perlakuan	Kerapata Konidiax 10 ⁶
Media PDA + Tepung H.illucens 1 %	1,25
Media PDA + Tepung H.illucens 2 %	1,49
Media PDA + Tepung H.illucens 4 %	1,93
Media PDA + Tepung H.illucens 8 %	2,21
Kontrol (PDA murni)	1,32

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%.

Menurut pendapat Prayogo *dkk* (2017) kitin merupakan sumber nutrisi yang dibutuhkan cendawan untuk membangun energi sehingga konidia yang dibentuk memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan cendawan yang ditumbuhkan pada media yang tidak mengandung kitin. Triasih *dkk*, (2019) tinggi rendahnya kerapatan konidia dipengaruhi oleh bahan pembawa (sumber nutrisi).

Viabilitas Konidia

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung serangga *H. illucens* berpengaruh nyata terhadap luas koloni cendawan *M. Anisopliae*. Pengamatan viabilitas spora cendawan *M. anisopliae* dilakukan pada umur 20 HSI (Tabel 3). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penambahan tepung serangga *H. illucens* dapat meningkatkan persentase viabilitas konidia. Perlakuan terbaik diperoleh pada penambahan tepung serangga *H. illucens* 2% yaitu 90,97% dan yang terendah pada perlakuan kontrol yaitu 49,86%. Oleh karena itu, konsentrasi tepung serangga yang optimum untuk persentase viabilitas

konidia adalah 2% dengan pertimbangan semakin banyak penambahan tepung pada serangga tidak mengalami pertumbuhan yang signifikan.

Tabel 4. Data Viabilitas Konidia Cendawan *M. anisopliae* dengan Penambahan Tepung Serangga *H. illucens*.

Perlakuan	Viabilitas Konidia%.....
Media PDA + Tepung <i>H.illucens</i> 1 %	77,93 bc
Media PDA + Tepung <i>H.illucens</i> 2 %	90,97 a
Media PDA + Tepung <i>H.illucens</i> 4 %	71,84 bcd
Media PDA + Tepung <i>H.illucens</i> 8 %	81,87 ab
Kontrol (PDA murni)	49,86 e

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji pada taraf nyata 5%

Sesuai dengan pendapat Agus *dkk* (2015) yang menegaskan bahwa penambahan kitin pada media tumbuh berpengaruh langsung terhadap viabilitas cendawan. Menurut Taurisia *dkk* (2015) menjelaskan bahwa beberapa jenis jamur dapat tumbuh dengan baik pada media yang mengandung beberapa bahan organik. Viabilitas konidia merupakan kemampuan konidia untuk berkecambah, perkecambahan cendawan ditentukan dari sumber nutrisi yang tersedia pada media pertumbuhan. Semakin tinggi kemampuan dari konidia cendawan untuk berkecambah dapat meningkatkan virulensinya dalam mengendalikan serangga. Menurut Prayogo dan Susanto (2013) bahwa viabilitas konidia berkorelasi positif dengan kemampuan cendawan dalam menginfeksi serangga.

Mortalitas Serangga Uji Larva *O. rhinoceros*

Pengamatan mortalitas larva *O. rhinoceros* dilakukan setiap hari sampai larva mengalami mati seluruhnya, sehingga dibutuhkan waktu 12 Hari Setelah Aplikasi (HSA). Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung serangga *H. illucens* berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*, pengaruh nyata ini ditunjukkan pada hari ke-8 HAS (Tabel 4).

Tabel 5. Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* setelah Pengaplikasian Cendawan *M. anisopliae*.

Perlakuan	Mortalitas Larva <i>O. rhinoceros</i>			
	2	4	6	8
%.....			
Media PDA + Tepung <i>H.illucens</i> 1 %	10	20	25	75abc
Media PDA + Tepung <i>H.illucens</i> 2 %	5	5	15	100a
Media PDA + Tepung <i>H.illucens</i> 4 %	10	30	45	95ab
Media PDA + Tepung <i>H.illucens</i> 8 %	0	10	30	80abc
Kontrol (PDA murni)	0	15	35	55c

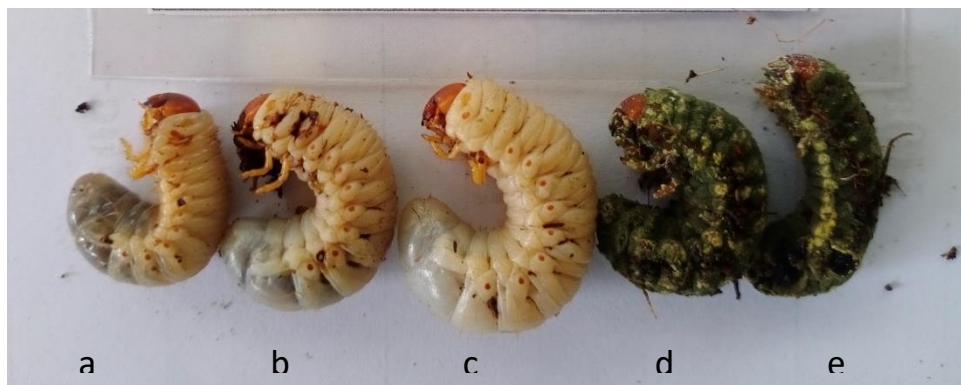
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf nyata 5%

Hasil pengamatan mortalitas larva menunjukkan larva yang diaplikasikan dengan suspensi cendawan *M. anisopliae* mengalami kematian seluruhnya pada hari ke-12. Perlakuan tertinggi terdapat pada penambahan tepung serangga *H.illucens* 2% dengan nilai 100%, sedangkan terendah pada perlakuan kontrol (PDA murni) dengan nilai 55% kematian larva dalam waktu 8 hari. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penambahan tepung serangga *H. illucens* meningkatkan produksi enzim sehingga dapat mempercepat cendawan dalam menginfeksi dan membunuh larva. Herlinda *dkk* (2006) melaporkan bahwa penambahan bahan yang mengandung kitin dan protein pada media biakkan cendawan entomopatogen dapat merangsang pembentukan enzim kitinase dan protease yang mempercepat degradasi kutikula serangga inang, sehingga lebih mudah dalam proses penetrasi dan mempercepat kematian serangga inang.

Aplikasi suspensi cendawan *M. anisopliae* dilakukan dengan bantuan *hand sprayer*, dalam pengaplikasiannya harus memperhatikan kondisi lingkungan seperti sinar matahari. Sinar matahari dapat menjadi faktor penghambat cendawan untuk berkembang dan berkecambah, oleh sebab itu sebaiknya pengaplikasian dilakukan pada sore hari disaat matahari tidak terik. Tantawizal *dkk.*, (2015)

menyatakan bahwa sinar ultraviolet dapat menghambat daya kecambah cendawan, mempengaruhi pertumbuhan konidia dan berpotensi merusak konidia. Pengaplikasian suspensi cendawan *M. anisopliae* dengan penambahan tepung serangga *H. illucens* dilakukan pada plastik mika yang diberi *cocopeat* sebagai tempat hidup dari larva. Hal tersebut dimaksudkan agar larva tidak mati karena kelaparan.

Pengamatan mortalitas dilakukan setiap hari dengan mengamati larva yang mati dan terinfeksi. Larva yang terinfeksi cendawan ditandai dengan terdapat bintik coklat kehitaman pada tubuh sehingga menyebabkan larva kurang aktif bergerak (Gambar 3). Hal ini sesuai dengan pernyataan Ayu (2012) bahwa gejala awal infeksi cendawan pada larva ditandai dengan warna tubuh yang menjadi kusam, gerakan larva yang menjadi lambat, penurunan nafsu makan dan timbulnya bercak coklat pada tubuh larva.



Gambar 3. Tahapan Infeksi Cendawan *M. anisopliae* terhadap Larva *O. rhinoceros*, a) Sehat, b) Infeksi Awal, c) Inaktif dan Mumifikasi Awal, d) Mumifikasi disertai Miselium, e) Pembusukan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kemampuan cendawan *M. anisopliae* dalam menginfeksi larva *O. rhinoceros* dipengaruhi oleh komposisi media pertumbuhan. Berdasarkan Shah

dkk (2005) menyatakan bahwa penambahan kitin koloid merupakan sumber makronutrien, khususnya karbon dan nitrogen serta juga makronutrien yang esensial dalam pembentukan konidia, germinasi konidia dan pembentukan enzim.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan tepung *H. illucens* menyebabkan perubahan pada warna koloni cendawan yaitu berwarna *olive green* hingga *grey green*, sedangkan dengan PDA murni berwarna *juniper green*.
2. Penambahan tepung *H. illucens* dengan konsentrasi 2% pada media PDA meningkatkan kualitas cendawan *M. anisopliae* secara signifikan dalam viabilitas konidia cendawan yaitu 90,97%. Sementara itu, penambahan tepung *H. illucens* dengan konsentrasi 8% pada media PDA luas koloni cendawan memiliki nilai tertinggi yaitu 51,6 cm².
3. Penambahan tepung *H. Illucens* dengan konsentrasi 2% pada media PDA meningkatkan virulensi cendawan *M. Anisopliae* secara signifikan mematikan 100% larva *O. rhinoceros* dalam waktu 8 hari.

Saran

1. Perlakuan ini masih diterapkan pada skala rumah kaca, untuk pengaplikasian di lapangan perlu dilakukan uji coba terlebih dahulu.
2. Sebaiknya dalam penambahan pengayaan media, tepung serangga terlebih dahulu dicairkan agar tercampur secara homogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, N., A. P. Sarangga, A. Rosmana dan A. Sugiarti. 2015. Viability and Conidial Production of Entomopathogen Fungi *Penicillium* sp. Inter J of Sci & Technol Res. 4 (1): 193-195.
- Alexopoulos, C.J., W. C. Mims dan M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. Ed Ke-4. John Wiley & Sons inc, Canada.
- Aw, K. M. S dan S. M. Hue. 2017. Mode of infection of *Metarhizium* spp. fungus and their potential as biological control agents. J. Fungi. 3(30): 1-20.
- Ayu, D. C. 2012. Pengaruh Penambahan Tepung Jangkrik pada Medium Pertumbuhan terhadap Kemampuan *Metarhizium majus* UICC 295 Menginfeksi Larva *Oryctes rhinoceros* Linnaeus. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.
- Azhari. A. A., M. Sayuthi dan Hasnah. 2019. Patogenisitas Cendawan *Metarhizium anisopliae* (Metsch) dalam mengendalikan Kepik Hijau (*Nezara viridula* L.) pada Stadia Perkembangan yang Berbeda di Laboratorium. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 4 (2): 178 – 187.
- Bintang, A. S., A. Wibowo dan T. Harjaka. 2015. Keragaman Genetik *Metarhizium anisopliae* dan Virulensinya pada Larva Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros*). Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 15 (1): 12-18.
- Bischoff, J.F., S. A. Rehner dan R.A. Humber. 2009. A Multilocus Phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* Lineage. Mycologia. 101: 512-530.
- Effendy, T. A., R. Septiadi., A. Salim dan A. Mazid. 2010. Jamur Entomopatogen Asal Tanah Lebak di Sumatera Selatan dan Potensinya sebagai Agensia Hayati Walang Sangit (*Leptocorisa Oratorius* (F.)). J. HPT Tropika. 10 (2): 154 – 161. ISSN 1411-7525
- Gabriel, B dan P. Riyatnoo. 1989. *Metharizium anisopliae* (Meetsch) Sor. Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Handoko, J., H. Fauzana dan A. Sutikno. 2017. Populasi dan Intensitas Serangan Hama Kumbang Badak (*Oryctes rhinoceros* Linn.) pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan. JOM FAPERTA UNRI. 4 (1): 1 – 6.
- Hanson, J. R. 2008. *The Chemistry of Fungi*. The Royan Society of Chemistry, Cambride: xi+221 hlm.

- Harjaka, T., A. Harsojo dan E. Mahrub. 2012. Infeksi Jamur *Metarrhizium anisopliae* pada Ulat Daun Kubis *Plutella xylostella*. Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan, UGM: 208.
- Herlinda, S., M. D. Utama dan Y. Pujiastuti. Kerapatan dan Viabilitas Spora *Beauveria bassiana* (Bals) Akibat Subkultur dan Pengayaan Media, Serta Virulensinya terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn). Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika. 6 (2): 70-78.
- Hidayah A., W. Harijani., W. Widajati dan D. Ernawati. 2019. Potensi Jamur Entomopatogen *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* dan *Streptomyces* sp. terhadap Mortalitas Lepidoptera Stigma pada Tanaman Tebu. Plumula. 7 (2): 64–72.
- Indrayani I. 2017. Potensi Jamur *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin untuk Pengendalian Secara Hayati Hama Uret Tebu Lepidoptera Stigma (Coleoptera: Scarabaeidae). Perspektif. 16 (1): 24–32.
- Kanto, D. A. R., A. D. Permana dan R. Hertadi. 2018. Ekstraksi dan Karakterisasi Kitin dan Kitosan dari Lalat Serdadu Hitam (*Hermetia illucens*). Jurnal Ilmiah Farmako Bahari. 10 (1): 23 – 32. ISSN : 2087 – 0337.
- Kaya, M., K. Sofi, I. Sargin dan M. Mujtaba. 2016. Changes in physicochemical properties of chitin at developmental stages (larvae, pupa and adult) of *Vespa crabro* (wasp). J. Carbohydrat Polymers. 145 (10): 64-70.
- Permadi M. A., R. A. Lubis dan I. K. Siregar. 2019. Studi Keragaman Cendawan Entomopatogen dari Berbagai Rizosfer Tanaman Hortikultura di Kota Padang Sidempuan. Jurnal Penelitian dan Pembelajaran. MIPA. 4 (1): 1-9.
- Pramesti, N. S., T. Himawan dan R. Rachmawati. 2014. Pengaruh Pengayaan Media dan Suhu Penyimpanan terhadap Kerapatan dan viabilitas Konidia Jamur Patogen Serangga *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales : Cordycipitaceae). Jurnal HPT. 2 (3): 42-50. ISSN: 2338-4336.
- Prayogo A., Afandi, R. D. Puspitarini dan R. Q. Rachmawati. 2017. Penambahan Senyawa Kitin untuk Meningkatkan Virulensi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dalam Membunuh Serangga Hama. Buletin Palawija. 15 (1): 32 – 44.
- Prayogo. Y. 2017. Perbandingan Metode Aplikasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* untuk Pengendalian *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae). Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika. 17 (1): 84-95.

- Prayogo, Y dan T. Santoso. 2013. Viabilitas dan Infektivitas Formulasi Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* sebagai Biopestisida Pengendalian Telur Kepik Coklat *Riptortus linearis*. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 32 (1): 57-66.
- Prayogo, Y dan W. Tengkanu. 2002. Effect of Age *Spodoptera litura* Larvae On the Effectiveness of *Metarhizium anisopliae*. Biosfera (Indonesia). 19 (3): 70-76.
- Ramli dan S. T. R. Kusnara. 2019. Penambahan Tepung Serangga pada Media Perbanyak *Metarhizium* sp. untuk Meningkatkan Virulensinya terhadap Hama Belalang Padi Pandanwangi. Agrosience. 9 (2): 178-188. ISSN : 1979-4661.
- Rohman, F. L., T. B. Saputro dan Y. Prayogo. 2017. Pengaruh Penambahan senyawa Berbasis Kitin terhadap Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana*. Jurna Sains dan Seni ITS. 6 (2): 13-16. ISSN : 2337-3520.
- Rosmayuningsih, A., B. T. Rahardjo dan R. Rachmawati. 2014. Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Hama Kepinding Tanah (*Stibaropus molginus*) (Hemiptera:Cydnidae) dari Beberapa Formulasi. Jurnal HPT Vol. 2 (2): 28 – 37. ISSN : 2338 – 4336.
- Sa'idah, K. A dan M. T. Asri. 2019. Pengaruh Penambahan Tepung Kulit Udang terhadap Pertumbuhan Jamur *Beauveria bassiana*. Lentera Bio. Vol. 8 (2). Hal, 96-100. ISSN: 2252-3979.
- Sari, L. A dan T. Widyaningrum. 2014. Uji Patogenitas Spora Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas Hama *Hypothenemus hampei* (Ferrari) sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas X. JUPEMASI-PBIO Vol. 1 (1): 26-32. ISSN: 2407-1269.
- Sari, S. A. 2017. Substitusi Tepung Magot *Black Soldier Fly, Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera : Stratiomyidae) sebagai Medium Pertumbuhan Bakteri Probiotik *Lactobacillus casei* Secara *In Vitro*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember. Surabaya.
- Sari, W dan M. L. Khobir. 2019. Penambahan Tepung Serangga pada Media Perbanyak untuk Meningkatkan Virulensi *Beauveria bassiana* terhadap Walang Sangit. Jurnal Pro-Stek. 1 (2): 70 – 79. e-ISSN: 2720-9679.
- Shah, F. A., C. S. Wang dan T. M. Butt. 2005. Nutrition Influences Growth and Virulence of Insect-Pathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*. Federation of European Microbiological Societies Microbiology Letter. 251 (2): 259-266.

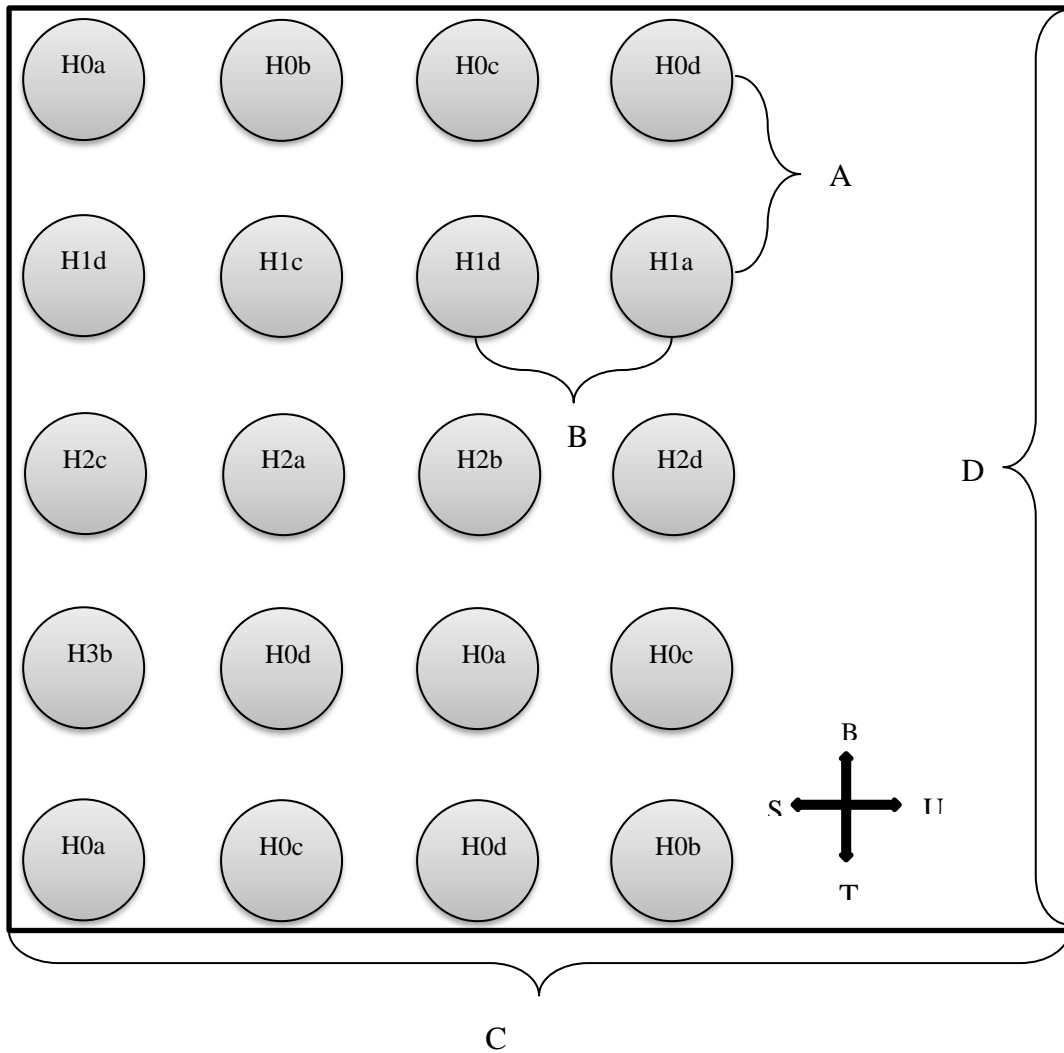
- Sianturi, N. B., Y. Pangestiningih dan L. Lubis. 2014. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarhizium anisopliae* (Metch) terhadap *Chilo sacchariphagus* Boj.(Lepidoptera : Pyralidae) di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi.2 (4) : 1607-1613.
- Susanto, A., A. E. Prasetyo., Sudharto., H. Priwiratama dan T. A. P. Roziansha. 2012. Pengendalian Terpadu *Oryctes rhinoceros* di Perkebunan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Tampubolon, D. S., Y. Pangestiningih., F. Zahara dan, F. Manik. 2013. Uji Patogenisitas *Bacillus huringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* Fabr (Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi. 1 (3): 783-793. ISSN: 2337- 6597
- Tantawizal., A. Inayati dan Y. Prayogo. 2015. Potensi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin untuk Mengendalikan Hama Boleng *Cylas formicarius* F. Pada Tanaman Ubi Jalar. Buletin Palawija. 1 (29): 46-53.
- Taurisia, P.P., M. W. Proborini dan I. Nuhantoro. 2015. Pengaruh Media terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Cendawan *Alternaria alternata* (Fries) Keissler. Jurnal Biologi. 119 (1): 30-33.
- Thalib, R., R. Fernando., Khodijah., D. Meidalima dan S. Herlinda. 2013. Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Asal Tanah Lebak dan Pasang Surut Sumatera Selatan untuk Agens Hayati *Scirpophaga incertulas*. Jurnal HPT Tropika. 13 (1). 10-18. ISSN : 1411-7525.
- Triasih, U., D. Agustina., M. Erdi dan S. Wuryantini. 2019. Uji Berbagai Bahan Pembawa terhadap Viabilitas dan Kerapatan Konidia pada Beberapa Biopestisida Cair Jamur Entomopatogen. Jurnal Agronida. 5 (1): 12-20. ISSN: 2407-9111.
- Utami, S. 2010. Aktifitas Insektisida Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn) terhadap Hama *Eurema* sp. pada Skala Laboratorium. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 7:211-220.
- Wahyuni, S., R. Selvina., R. Fauziyah., H. T. Prakoso., Priyono dan Siswanto. 2020. Optimasi Suhu dan Waktu Deasetilasi Kitin Berbasis Selongsong Magot (*Hermetia illucens*) Menjadi Kitosan. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 25 (3): 373 – 381. ISSN : 0853-4217.
- Wang, D., S. W. Zhai., C. X. Zhang., Y. Y. Bai, S. H. An dan Y. N. Xu. 2005. Evaluation on Nutritional Value of Field Crickets as a Poultry Feedstuff. Asian-Australia Journal of Animal Science.18 (5): 667-670.

Webster, J dan R. W. S. Weber. 2007. Introduction to Fungi. Cambridge University Press, New York: xiv + 841 hlm.

Yunizar, N., Rahmawati dan Kustiati. 2018. Patogenitas Isolat Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* terhadap Lalat Rumah *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Protobiont. 7 (3): 77-82.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Penelitian di Laboratorium



Keterangan :

A = Jarak antar perlakuan

B = Jarak antar ulangan

C = Panjang meja inkubasi

D = Lebar meja inkubasi

○ = Sampel cendawan

Lampiran 2. Data Lapangan Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 5 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	15	9.25	5	14.75	44.00	11.00
H ₂	5.75	5.5	5	3.75	20.00	5.00
H ₃	7.25	3.75	28.25	5.25	44.50	11.13
H ₄	6.75	39.25	11.5	9.5	67.00	16.75
H ₅	3.5	5.5	3.75	3.5	16.25	4.06
Total	38.25	63.25	53.50	36.75	191.75	
Rataan	7.65	12.65	10.70	7.35		9.59

Lampiran 3. Transformasi Data Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 5 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	4.64	3.67	2.74	4.60	15.66	3.92
H ₂	2.93	2.87	2.74	2.40	10.94	2.73
H ₃	3.27	2.40	6.34	2.81	14.81	3.70
H ₄	3.16	7.46	4.08	3.72	18.41	4.60
H ₅	2.33	2.87	2.40	2.33	9.92	2.48
Total	16.32	19.26	18.30	15.86	69.74	
Rataan	3.26	3.85	3.66	3.17		3.49

Lampiran 4. Data Sidik Ragam Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 5 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0.05
Perlakuan	4	12.22	3.06	1.55 ^{tn}	3.26
Galat	12	23.72	1.98		
Total	19	35.94			

Keterangan :

% KK : 35.54

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 5. Data Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 10 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	33.5	34.25	20.5	54.75	143.00	35.75
H ₂	19	8.75	29.75	9.5	67.00	16.75
H ₃	30.5	8	53.25	30.75	122.50	30.63
H ₄	11	62.5	61.5	33.5	168.50	42.13
H ₅	10.25	19.75	6.75	7	43.75	10.94
Total	104.25	133.25	171.75	135.50	544.75	
Rataan	20.85	26.65	34.35	27.10		27.24

Lampiran 6. Transformasi Data Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 10 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	5.83	5.89	4.58	7.43	23.74	5.94
H ₂	4.42	3.04	5.50	3.16	16.12	4.03
H ₃	5.57	2.92	7.33	5.59	21.40	5.35
H ₄	3.39	7.94	7.87	5.83	25.03	6.26
H ₅	3.28	4.50	2.69	2.74	13.21	3.30
Total	22.48	24.29	27.98	24.76	99.51	
Rataan	4.50	4.86	5.60	4.95		4.98

Lampiran 7. Data Sidik Ragam Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 10 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0.05
Perlakuan	4	25.61	6.40	2.26 ^{tn}	3.26
Galat	12	34.04	2.84		
Total	19	59.65			

Keterangan :

- % KK : 30.28
 * : Berpengaruh nyata
 tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 8. Data Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 15 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	45	43.25	26.5	60	174.75	43.69
H ₂	27	13.75	42.5	15.5	98.75	24.69
H ₃	41.75	14.25	62.25	41.25	159.50	39.88
H ₄	67.75	18.5	70.25	50	206.50	51.63
H ₅	12.75	25.75	14.75	11	64.25	16.06
Total	194.25	115.50	216.25	177.75	703.75	
Rataan	38.85	23.10	43.25	35.55		35.19

Lampiran 9. Transformasi Data Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 15 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	6.75	6.61	5.20	7.78	26.33	6.58
H ₂	5.24	3.77	6.56	4.00	19.58	4.89
H ₃	6.50	3.84	7.92	6.46	24.72	6.18
H ₄	8.26	4.36	8.41	7.11	28.14	7.03
H ₅	3.64	5.12	3.91	3.39	16.06	4.01
Total	30.39	23.71	31.99	28.74	114.83	
Rataan	6.08	4.74	6.40	5.75		5.74

Lampiran 10. Data Sidik Ragam Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 15 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	$\frac{F. Tabel}{0.05}$
Perlakuan	4	25.09	6.27	2.57 ^{tn}	3.26
Galat	12	29.34	2.45		
Total	19	54.43			

Keterangan :

% KK : 24.36

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 11. Data Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	54.75	50.75	31.5	63.75	200.75	50.19
H ₂	32.25	19.25	52.75	23.75	128.00	32.00
H ₃	55.25	18.5	65.75	51.75	191.25	47.81
H ₄	69.25	25.25	71.25	56.25	222.00	55.50
H ₅	22	32.75	26.5	23	104.25	26.06
Total	233.50	146.50	247.75	218.50	846.25	
Rataan	46.70	29.30	49.55	43.70		42.31

Lampiran 12. Transformasi Data Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	7.43	7.16	5.66	8.02	28.26	7.07
H ₂	5.72	4.44	7.30	4.92	22.39	5.60
H ₃	7.47	4.36	8.14	7.23	27.19	6.80
H ₄	8.35	5.07	8.47	7.53	29.43	7.36
H ₅	4.74	5.77	5.20	4.85	20.55	5.14
Total	33.72	26.80	34.76	32.55	127.83	
Rataan	6.74	5.36	6.95	6.51		6.39

Lampiran 13. Data Sidik Ragam Luas Koloni Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	$\frac{F. Tabel}{0.05}$
Perlakuan	4	15.02	3.76	1.86 ^{tn}	3.26
Galat	12	24.21	2.02		
Total	19	39.23			

Keterangan :

% KK : 19.88

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 14. Data Kerapatan Konidia Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H1	0.94	1.21	0.95	1.88	4.98	1.25
H2	1.26	1.00	1.11	2.60	5.97	1.49
H3	3.26	0.85	2.85	0.75	7.71	1.93
H4	1.52	3.60	2.12	1.60	8.84	2.21
H5	1.68	2.06	0.93	0.60	5.27	1.32
Total	8.66	8.72	7.96	7.43	32.77	
Rataan	1.73	1.74	1.59	1.49		1.64

Lampiran 15. Transformasi Data Kerapatan Konidia Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H1	1.20	1.31	1.20	1.54	5.25	1.31
H2	1.33	1.22	1.27	1.76	5.58	1.40
H3	1.94	1.16	1.83	1.12	6.05	1.51
H4	1.42	2.02	1.62	1.45	6.51	1.63
H5	1.48	1.60	1.20	1.05	5.32	1.33
Total	7.36	7.32	7.12	6.92	28.72	
Rataan	1.47	1.46	1.42	1.38		1.44

Lampiran 16. Data Sidik Ragam Kerapatan Konidia Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0.01
Perlakuan	4	2.76	0.69	0.72 ^{tn}	3.26
Galat	12	11.56	0.96		
Total	19	14.32			

Keterangan :

% KK: 20.07

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 17. Data Viabilitas Konidia Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	79.64	75.31	74.19	82.56	311.71	77.93
H ₂	89.97	88.80	94.96	90.14	363.86	90.97
H ₃	75.84	60.18	76.31	75.05	287.38	71.84
H ₄	86.17	77.53	81.49	82.28	327.46	81.87
H ₅	46.25	40.82	45.38	66.98	199.43	49.86
Total	377.86	342.64	372.34	397.01	1489.85	
Rataan	75.57	68.53	74.47	79.40		74.49

Lampiran 18. Transformasi Data Viabilitas Konidia Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	8.95	8.71	8.64	9.11	35.42	8.85
H ₂	9.51	9.45	9.77	9.52	38.25	9.56
H ₃	8.74	7.79	8.76	8.69	33.98	8.50
H ₄	9.31	8.83	9.06	9.10	36.30	9.07
H ₅	6.84	6.43	6.77	8.21	28.25	7.06
Total	43.35	41.21	43.01	44.64	172.20	
Rataan	8.67	8.24	8.60	8.93		8.61

Lampiran 19. Data Sidik Ragam Viabilitas Konidia Cendawan *M. anisopliae* Umur 20 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0.05
Perlakuan	4	14.35	3.59	15.11*	3.26
Galat	12	2.85	0.24		
Total	19	17.20			

Keterangan :

% KK : 5.06

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 20. Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 2 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H1	20.00	20.00	0.00	0.00	40.00	10.00
H2	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00	5.00
H3	20.00	0.00	0.00	20.00	40.00	10.00
H4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	40.00	20.00	20.00	20.00	100.00	
Rataan	8.00	4.00	4.00	4.00		5.00

Lampiran 21. Transformasi Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 2 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H1	1.22	1.22	1.22	0.71	4.38	1.10
H2	0.71	0.71	1.22	0.71	3.35	0.84
H3	1.22	1.58	1.58	1.22	5.61	1.40
H4	1.22	0.71	0.71	1.22	3.86	0.97
H5	1.58	0.71	1.58	1.58	5.45	1.36
Total	5.96	4.93	6.32	5.44	22.65	
Rataan	1.19	0.99	1.26	1.09		1.13

Lampiran 22. Data Sidik Ragam Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 2 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0.05
Perlakuan	4	0.27	0.07	1.09 ^{tn}	3.26
Galat	12	0.74	0.06		
Total	19	1.00			

Keterangan :

% KK : 26.50

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 23. Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 4 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	20.00	40.00	20.00	0.00	80.00	20.00
H ₂	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00	5.00
H ₃	20.00	40.00	40.00	20.00	120.00	30.00
H ₄	20.00	0.00	0.00	20.00	40.00	10.00
H ₅	20.00	0.00	20.00	20.00	60.00	15.00
Total	80.00	80.00	100.00	60.00	320.00	
Rataan	16.00	16.00	20.00	12.00		16.00

Lampiran 24. Transformasi Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 4 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	1.22	1.58	1.22	0.71	4.74	1.18
H ₂	0.71	0.71	1.22	0.71	3.35	0.84
H ₃	1.22	1.58	1.58	1.22	5.61	1.40
H ₄	1.22	0.71	0.71	1.22	3.86	0.97
H ₅	1.22	0.71	1.22	1.22	4.38	1.10
Total	5.61	5.28	5.96	5.09	21.94	
Rataan	1.12	1.06	1.19	1.02		1.10

Lampiran 25. Data Sidik Ragam Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 4 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0.05
Perlakuan	4	0.75	0.19	1.89 ^{tn}	3.26
Galat	12	1.19	0.10		
Total	19	1.93			

Keterangan :

% KK : 26.50

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 26. Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 6 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H1	20.00	60.00	20.00	0.00	100.00	25.00
H2	0.00	0.00	40.00	20.00	60.00	15.00
H3	20.00	40.00	60.00	60.00	180.00	45.00
H4	20.00	40.00	20.00	40.00	120.00	30.00
H5	40.00	40.00	20.00	40.00	140.00	35.00
Total	100.00	180.00	160.00	160.00	600.00	
Rataan	20.00	36.00	32.00	32.00		30.00

Lampiran 27. Transformasi Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 6 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H1	1.22	1.87	1.22	0.71	5.03	1.26
H2	0.71	0.71	1.58	1.22	4.22	1.06
H3	1.22	1.58	1.87	1.87	6.55	1.64
H4	1.22	1.58	1.22	1.58	5.61	1.40
H5	1.58	1.58	1.22	1.58	5.97	1.49
Total	5.96	7.32	7.13	6.96	27.37	
Rataan	1.19	1.46	1.43	1.39		1.37

Lampiran 28. Data Sidik Ragam Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 6 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel
					0.05
Perlakuan	4	0.80	0.20	1.38 ^{tn}	3.26
Galat	12	1.73	0.14		
Total	19	2.53			

Keterangan :

% KK : 24.84

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 29. Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 8 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	80.00	100.00	60.00	60.00	300.00	75.00
H ₂	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
H ₃	100.00	100.00	100.00	80.00	380.00	95.00
H ₄	40.00	80.00	100.00	100.00	320.00	80.00
H ₅	60.00	40.00	60.00	60.00	220.00	55.00
Total	380.00	420.00	420.00	400.00	1620.00	
Rataan	76.00	84.00	84.00	80.00		81.00

Lampiran 30. Transformasi Data Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 8 HSA

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
H ₁	2.12	2.35	1.87	1.87	8.21	2.05
H ₂	2.35	2.35	2.35	2.35	9.38	2.35
H ₃	2.35	2.35	2.35	2.12	9.16	2.29
H ₄	1.58	2.12	2.35	2.35	8.39	2.10
H ₅	1.87	1.58	1.87	1.87	7.19	1.80
Total	10.26	10.74	10.78	10.55	42.33	
Rataan	2.05	2.15	2.16	2.11		2.12

Lampiran 31. Data Sidik Ragam Mortalitas Larva *O. rhinoceros* 8 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0.05
Perlakuan	4	0.75	0.19	3.48*	3.26
Galat	12	0.65	0.05		
Total	19	1.40			

Keterangan :

% KK : 9.81

* : Berpengaruh nyata

tn : Tidak berpengaruh nyata

Lampiran 32. Standar Warna Faber Castell

101	white	166	grass green
103	ivory	171	light green
102	cream	170	apple green
104	zinc yellow	168	moss green
105	lemon cadmium	167	sap green
106	light chrome	158	sea green
107	lemon	159	Hooker's green
108	canary yellow	165	juniper green
109	orange yellow	172	grey green
111	tangerine	174	cedar green
113	light orange	173	olive green
115	dark orange	175	dark sepia
117	vermilion	177	sepia light
118	scarlet lake	176	van Dyck brown
121	pale geranium lake	178	nougat
126	dark carmine	180	raw umber
127	light carmine	179	bistre
123	fuchsia	182	brown ochre
133	wine red	183	gold ochre
125	dark magenta	185	light ochre
142	madder	184	ochre
128	rose madder lake	186	terracotta
129	pink madder lake	191	Pompeian red
119	light magenta	188	sanguine
134	magenta	187	burnt ochre
135	red violet	189	cinnamon
136	dark violet	190	Venetian red
138	violet	192	Indian red
139	light violet	193	burnt carmine
140	light ultramarine	169	caput mortuum
160	manganese violet	194	purple
137	blue violet	124	rose carmine
141	Delft blue	130	dark flesh
157	dark indigo	131	medium flesh
144	light cobalt blue	132	light flesh
120	ultramarine	270	warm grey I
143	deep cobalt	271	warm grey II
146	sky blue	272	warm grey III
147	light blue	273	warm grey IV
145	light phthalo blue	274	warm grey V
152	dark phthalo blue	275	warm grey VI
110	zinc blue	230	cold grey I
151	Prussian blue	231	cold grey II
149	oriental blue	232	cold grey III
155	night green	233	cold grey IV
153	peacock blue	234	cold grey V
154	aquamarine	235	cold grey VI
156	blue green	181	Payne's grey
161	viridian	199	black
163	emerald green	099	soft black
162	true green	250	gold
112	leaf green	251	silver
		252	copper