

**UJI EFEKTIFITAS BEBERAPA ENTOMOPATOGEN
DALAM MENGENDALIKAN HAMA RAYAP
TANAH (*Coptotermes curvignathus* Holmgren.) PADA
KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)
DI LABORATORIUM**

S K R I P S I

Oleh:

**ZAKI AZHARI FAUZI SIREGAR
1404290246
AGROTEKNOLOGI**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

**UJI EFEKTIFITAS BEBERAPA ENTOMOPATOGEN
DALAM MENGENDALIKAN HAMA RAYAP
TANAH (*Coptotermes curvignathus* Holmgren.) PADA
KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)
DI LABORATORIUM**

SKRIPSI

Oleh:

**ZAKI AZHARI FAUZI SIREGAR
1404290246
AGROTEKNOLOGI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi Strata (S1)
Pada Fakultas Pertanian Program Studi Agroteknologi
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

Komisi Pembimbing



Ir. Lahmuddin Lubis, M.P.
Ketua



Ir. Irna Syofia, M.P.
Anggota

Disahkan Oleh
Ir. Asfianarni Munar, M.P.



Tanggal Lulus : 03 April 2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Zaki Azhari Fauzi Siregar
NPM : 1404290246

Judul Skripsi : **UJI EFEKTIFITAS BEBERAPA ENTOMOPATOGEN
DALAM MENGENDALIKAN HAMA RAYAP TANAH
(*Coptotermes curvignathus* Holmgren.) PADA KELAPA
SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DI LABORATORIUM.**

Menyatakan dengan ini sebenarnya bahwa skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarism), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, April 2018
Yang menyatakan



Zaki Azhari Fauzi Siregar

RINGKASAN

Zaki Azhari Fauzi Siregar, 1404290246. “**Uji Efektifitas Beberapa Entomopatogen Dalam Mengendalikan Hama Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren.) Pada Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Laboratorium**”. Dibimbing oleh Bapak Ir. Lahmuddin Lubis, M.P, sebagai Ketua Komisi Pembimbing dan Ibu Ir. Irna Syofia, M.P, sebagai Anggota Komisi Pembimbing.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *Beauveria bassiana* dan *Bacillus thuringiensis* terhadap mortalitas hama rayap tanah *C. Curvignathus*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Balai Besar Karantina Pertanian Belawan, Kota Medan.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial terdiri dari 7 perlakuan dan 3 ulangan yaitu: A₀: tanpa perlakuan, A₁ : *B. bassiana* 10g/l air, A₂ : *B. bassiana* 20g/l air, A₃ : *B. bassiana* 30g/l air, A₄ : *B. thuringiensis* 10g/l air, A₅ : *B. thuringiensis* 20g/l air, A₆ : *B. thuringiensis* 30g/l air. Parameter pengamatan yang diamati adalah persentase mortalitas, perilaku rayap sebelum aplikasi, waktu kematian, perilaku rayap setelah aplikasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *B. thuringiensis* lebih efektif untuk mengendalikan *C. curvignathus* di Laboratorium karena dalam 1 hari *B. thuringiensis* sudah mampu mematikan *C. curvignathus*. Sementara untuk *B. bassiana* mampu mengendalikan *C. curvignathus* dalam waktu 2-4 hari.

SUMMARY

ZakiAzhariFauziSiregar, 1404290246. **"The Effectiveness Test of Multiple Entomopatogens In Controlling Ground Termite Pests (*Coptotermes curvignathus* Holmgren.) On Palm Oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) In Laboratory"**. Guided by Mr. Ir. Lahmuddin Lubis, M.P as the Chairman of the Advisory Commission and Mrs. Ir. Irna Syofia, M.P as Member of Supervising Commission.

The study aimed to determine the effectiveness of *Beauveria bassiana* and *Bacillus thuringiensis* against mortality of ground termite pest *C. curvignathus*. The study was conducted at Integrated Laboratory of Belawan Agricultural Quarantine Center, Medan City.

This study used a completely non-factorial randomized design (RAL), consisting of 7 treatments and 3 replications: A₀: without treatment, A₁: *B. bassiana* 10g / 1 water, A₂: *B. bassiana* 20g / 1 water, A₃: *B. bassiana* 30g / 1 water, A₄: *B. thuringiensis* 10g / 1 water, A₅: *B. thuringiensis* 20g / 1 water, A₆: *B. thuringiensis* 30g / 1 water. Observation parameters observed were percentage mortality, termite behavior before application, death time, termite behavior after application.

The results showed that *B. thuringiensis* was more effective for controlling *C. curvignathus* at the Laboratory because within 1 day *B. thuringiensis* was able to kill *C. curvignathus*. While *B. bassiana* was able to control *C. curvignathus* within 2-4 days.

RIWAYAT HIDUP

Zaki Azhari Fauzi Siregar, lahir pada hari minggu, tanggal 02 Juni 1996 di Kota Medan, anak pertama dari pasangan ayahanda Drs. Edwin Fauzi Siregar dan ibunda Fatimah Fuad.

Jenjang pendidikan yang pernah ditempuh penulis adalah sebagai berikut:

1. SD Negeri 200117 Kota Padang Sidempuan, tahun 2002-2008.
2. SMP Negeri 4 Medan Kota Medan, tahun 2008-2011.
3. SMA Negeri 11 Medan Kota Medan, tahun 2011-2014.
4. Diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Jurusan Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2014.
5. Mengikuti MPMB Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2014.
6. Mengikuti MASTA Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2014.
7. Mengikuti SEKACA Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2014.
8. Mengikuti Masa Perkenalan Calon (MAPERCA) Pimpinan Komisariat HMI Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2016.
9. Mengikuti Seminar Pertanian dengan judul “Regenerasi Petani Dalam Mewujudkan Swasembada Pangan” oleh yang diadakan oleh Himpunan Mahasiswa Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tahun 2016.
10. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara III Kebun Rambutan Kecamatan Sei Baman Kabupaten Serdang Bedagai, tahun 2017.
11. Melaksanakan penelitian di Laboratorium Terpadu Balai Besar Karantina Pertanian Belawan di Kota Medan, tahun 2018.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikumWr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi penelitian ini yang judul **UJI EFEKTIFITAS BEBERAPA ENTOMOPATOGEN DALAM MENGENDALIKAN HAMA RAYAP TANAH (*Coptotermes curvignathus* Holmgren.) PADA KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) DI LABORATORIUM**. Tidak lupa penulis haturkan shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya di yaumulakhir nanti, amin.

Dalam kesempatan ini dengan penuh ketulusan, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Teristimewa Ayahanda Drs. Edwin Fauzi Siregardan Ibunda tercinta Fatimah Fuad serta Adinda Nazri Fauziah Nur Siregar dan Rahman Al Fauzi Siregar serta keluarga besar, atas kesabaran, kasih sayang dan doa yang tiada henti serta memberikan semangat, dukungannya baik moril maupun materil hingga terselesainya penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Hj. Asritanarni Munar, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si. selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Muhammad Thamrin, S.P., M.Si. selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Ir. Lahmuddin Lubis, M.P. selaku Ketua Komisi Pembimbing.
7. Ibu Ir. Irna Syofia, M.P. selaku Anggota Komisi Pembimbing.
8. Seluruh dosen pengajar, karyawan, dan civitas akademika Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Kepada mangboru M. Ali Pulungan, S.P dan Keluarga, ibu Eni, bapak Sawaluddin, S.P., ibu Emi dan semua pegawai Balai Besar Karantina Pertanian Belawan yang telah memberi kesempatan untuk melaksanakan penelitian serta selalu membantu penulis.
10. Rekan–rekan agroteknologi angkatan 2014, khususnya teman–teman seperjuangan agroteknologi⁶, peminatan HPT, Rianda, Jhody, Zulvan, Rayhan, serta yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dan selalu memberikan dukungansertasemangatkepadapenulis.

Akhir kata penulis menyadari bahwaskripsiini masih jauh dari sempurna, baik isi maupun kaidah penulisannya. Olehkarenaitupenulismengharapkan saran konstruktif dari semua pihak demi kesempurnaanskripsi ini.

Wassalamu'alaikumWr. Wb

Medan, Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	i
RINGKASAN	ii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PENDAHULUAN	1
LatarBelakang	1
TujuanPenelitian	3
HipotesisPenelitian.....	3
KegunaanPenelitian.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
Biologi Hama <i>Coptotermescurvignathus</i> Holmgren.	4
Jamur <i>Beauveriabassiana</i>	7
Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i>	10
BAHAN DAN METODE.....	13
TempatdanWaktu	13
BahandanAlat.....	13
MetodePenelitian	13
PelaksanaanPenelitian	14
Penyediaan <i>Coptotermescurvignathus</i> Holmgren	14
PenyediaanEntomopatogen	15
PersiapanMediaPerlakuan	15
AplikasiPerlakuan.....	15
Parameter Pengamatan	15
PersentaseMortalitas	15
Perilaku Rayap Sebelum Aplikasi	16

Waktu Kematian	16
Perilaku Rayap Setelah Aplikasi	16
HASIL DAN PEMBAHASAN	17
KESIMPULAN DAN SARAN	24
Kesimpulan.....	25
Saran	25
DAFTAR PUSTAKA.....	26
LAMPIRAN	29

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Rataan Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> pada Pengamatan 1-4 HSA	17
2.	Pengaruh Pemberian Entomopatogen Terhadap Waktu Kematian Rayap	21

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Konodia Jamur <i>Beauveria bassiana</i>	8
2.	Sel Bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i>	11
3.	Histogram Persentase Mortalitas Rayap pada 1-4 HSA.....	20
4.	Rayap Sebelum Aplikasi	20
5.	Rayap Yang Terinfeksi <i>Beauveria bassiana</i>	22
6.	Rayap Yang Terinfeksi <i>Bacillus thuringiensis</i>	23

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	BaganPenelitian	29
2.	Persentase Mortalitas 1 HSA	30
3.	Sidik Ragam Mortalitas 1 HSA	30
4.	Persentase Mortalitas 2 HSA	31
5.	Sidik Ragam Mortalitas 2 HSA	31
6.	Persentase Mortalitas 3 HSA	32
7.	Sidik Ragam Mortalitas 3 HSA	32
8.	Persentase Mortalitas 4 HSA	33
9.	Sidik Ragam Mortalitas 4 HSA	33

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman primadona di Indonesia, karena komoditas ini dapat menciptakan kesempatan kerja yang mengarah pada kesejahteraan masyarakat. Dalam perkembangan saat ini, daerah penghasil tanaman kelapa sawit tidak lagi terpusat pada pulau Sumatera, tetapi sudah merambah ke pulau Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Lalang *dkk*, 2016). Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang memiliki kandungan minyak nabati yang tinggi, bila dibandingkan dengan tanaman lain yang juga menghasilkan minyak nabati. Minyak nabati kelapa sawit 80% digunakan untuk konsumsi, dan 20% untuk oleochemical seperti: sabun, kosmetik dan kesehatan (Gromikora *dkk*, 2014).

Rayap tanah menimbulkan masalah di perkebunan kelapa sawit terutama pada areal baru bekas hutan. Ada dua jenis rayap yang menyerang kelapa sawit, yakni hama rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren.) dan hama rayap (*Macrotermes gilvus* Hagen.) menyerang batang dan pelepah daun, baik jaringan yang masih hidup maupun jaringan mati (Soepadiyo dan Haryono, 2003).

Rayap menyerang tanaman kelapa sawit baik di pembibitan, tanaman belum menghasilkan (TBM) maupun tanaman menghasilkan (TM). Keberadaan rayap berawal dari pembukaan lahan yang kurang bersih sehingga ketika lahan ditanami kelapa sawit, rayap menjadi hama yang sangat merusak. Rayap menyerang kelapa sawit dari dalam tanah langsung mengebor bagian tengah pangkal batang hingga terbentuk rongga dan bersarang di dalamnya. Serangan ringan ditandai dengan adanya terowongan pada permukaan batang. Serangan

rayap dikategorikan sebagai serangan berat apabila serangan sudah mencapai titik tumbuh yang dapat mengakibatkan tanaman mati (Yohanes, 2009).

Rayap *C. curvignathus* sulit dikendalikan karena sering berada di dalam tanah dan pada sisa-sisa kayu yang menjadi makanan, tempat persembunyian serta tempat perkembangbiakannya. Persentase serangan rayap pada tanaman kelapa sawit mencapai 10,8 %. Di Indonesia kerugian yang disebabkan oleh rayap tiap tahun tercatat sekitar Rp. 224 miliar - Rp. 238 miliar (Yulis *et al.* 2011).

Untuk menghindari kerugian yang disebabkan oleh hama rayap telah dilakukan tindakan pengendalian dengan berbagai cara, antara lain secara kimiawi, biologi dan secara hayati. Cara kimiawi dipandang kurang menguntungkan karena selain biayanya mahal, juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, seperti keracunan pada hewan, manusia dan juga berkurangnya populasi predator di alam (Hardi dan Kurniawan, 2007).

Salah satu agens hayati yang sangat potensial dalam pengendalian beberapa spesies serangga hama adalah *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. Jamur ini dilaporkan sebagai agens hayati yang sangat efektif mengendalikan sejumlah spesies serangga hama termasuk rayap, kutu putih, dan beberapa jenis kumbang. Sebagai patogen serangga, jamur ini dapat diisolasi secara alami dari pertanaman maupun dari tanah. Epizootiknya di alam sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, terutama membutuhkan lingkungan yang lembab dan hangat (Deciyanto, 2007).

Salah satu cara untuk mengurangi efek samping yang timbul akibat dari penggunaan insektisida kimia adalah dengan menggunakan insektisida biologis dengan bahan aktif bakteri yang dapat mematikan serangga hama seperti

Bacillus thuringiensis. *B. thuringiensis* adalah bahan aktif dari insektisida biologi *thuricide*. Insektisida ini dapat digunakan sebagai salah satu komponen dalam pengendalian secara terpadu karena efektif terhadap hama sasaran dan relatif aman terhadap parasitoid dan predator (Untung, 2001 dalam Setiawan 2008).

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui efektifitas *Beauveria bassiana* dan *Bacillus thuringiensis* terhadap mortalitas hama rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren.

Hipotesis Penelitian

Beauveria bassiana dan *Bacillus thuringiensis* berpotensi untuk mengendalikan hama rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai penelitian ilmiah yang digunakan sebagai dasar penelitian skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Sebagai sumber informasi bagi mahasiswa dan pihak yang membutuhkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Biologi Hama *Coptotermes curvignathus* Holmgren.

Menurut Nandika *dkk.* (2003), klasifikasi hama rayap tanah adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Class : Insecta
Ordo : Isoptera
Family : Rhinotermitidae
Genus : *Coptotermes*
Spesies : *Coptotermes curvignathus* Holmgren.

Telur rayap berbentuk silindris, bulat dan berwarna putih. Jumlah telur rayap bervariasi. Saat pertama kali bertelur betina mengeluarkan 4-15 telur. Panjang telur antara 1-1,5 mm. Telur akan menetas setelah berumur 8-11 hari (Nandika *dkk.*, 2003).

Telur menetas setelah mengalami 5-8 instar. Nimfa yang menetas dari telur pertama seluruh koloni yang baru akan berkembang menjadi kasta pekerja. Kasta pekerja jumlahnya lebih besar dari seluruh kasta yang terdapat dalam koloni. Waktu keseluruhan yang dibutuhkan dari telur sampai dapat bekerja secara efektif sebagai kasta pekerja pada umumnya 6-7 bulan. Umur kasta pekerja dapat mencapai 19-24 bulan (Hasan, 1984).

Kepala imago berwarna kuning, berbentuk bulat. Panjang kepala dengan mandibel 2,46-2,66 mm, sedangkan tanpa mandibel 1,40-1,44 mm. Antena terdiri

15 segmen. Mandibel berbentuk arit dan melegkung diujungnya, antara sebelah dalam dengan mandibel kanan sama rata. Bermata majemuk dan tampak jelas pada nimfa yang tua. Panjang badan 5,5-6 mm. Bagian abdomen berwarna putih kekuning-kuningan, serta abdomen ditutupi rambut yang menyerupai duri. (Nandika dkk, 2003).

Kasta Rayap

Koloni rayap pada umumnya terdiri dari tiga kasta yang memiliki bentuk dan fungsi yang berbeda, yaitu : kasta prajurit, kasta pekerja atau pekerja palsu dan kasta reproduktif.

1. Kasta Prajurit

Kasta ini ditandai dengan bentuk tubuh yang kekar karena penebalan kulitnya. Kasta ini bertugas menjaga koloni dari musuh untuk mempertahankan kelangsungan hidup koloninya. Kasta ini berjalan hilir mudik di antara pekerja yang sedang sibuk mencari dan mengangkut makanan. Jika terowongan kembara diganggu sehingga terbuka tidak jarang kita saksikan pekerja-pekerja diserang oleh semut sedangkan para prajurit sibuk bertempur melawan semut-semut, walaupun umumnya kalah karena semut lebih lincah bergerak dan menyerang. Kasta prajurit ini biasanya dilengkapi dengan mandibel (rahang) yang berbentuk seperti gunting, maka sekali mandibel menjepit musuh, biasanya gigitan tidak akan terlepas meskipun prajurit rayap akhirnya mati (Tarumingkeng, 2001).

2. Kasta Pekerja

Kasta pekerja umumnya berwarna putih pucat dikarenakan kutikulanya hanya sedikit mengalami penebalan sehingga tampak menyerupai nimfa. Kasta pekerja tidak terlibat dalam proses perkembangbiakan koloni dan pertahanan,

namun hampir semua tugas koloni dikerjakan oleh kasta ini. Populasi kasta pekerja dalam koloni rayap sekitar 80-90%. Kasta ini bekerja terus tanpa henti, memelihara telur dan dan rayap muda. Kasta ini bertugas memberi makan ratu, memelihara ratu, mencari sumber makanan, membuat serambi sarang, dan merawat liang-liang kembara, merancang bentuk sarang, dan membangun termitarium (koloni) (Nandika *dkk*, 2003).

3. Kasta Reproduksi

Kasta reproduktif terdiri dari individu seksual yaitu; betina (ratu) yang tugasnya bertelur dan jantan (raja) yang tugasnya membuahi betina. Sekali kawin ratu dapat menghasilkan ribuan telur. Ratu rayap dapat mencapai ukuran panjang 5–9 cm atau lebih, dengan kepala dan thorax yang tidak membesar. Peningkatan ukuran tubuh ini terjadi di abdomen karena pertumbuhan ovary (indung telur), usus dan penambahan lemak tubuh. Pembesaran di abdomen menyebabkan ratu tidak mampu bergerak aktif dan tampak malas. Jika ratu dan raja mati bukan berarti koloni rayap akan berhenti bertumbuh. Koloni akan membentuk "ratu" atau "raja" baru dari individu lain (biasanya dari kasta pekerja) (Nandika *dkk*, 2003).

Gejala serangan

Pada TBM kelapa sawit, gejala serangan rayap diketahui dari adanya penumpukan tanah pada pangkal pelepah sampai ke pucuk tanaman. Di dalam lapisan tanah tersebut dapat ditemukan rayap prajurit yang melakukan penggorekan ke dalam batang, mencapai titik tumbuh dan pada akhirnya dapat menyebabkan kematian pada tanaman. Pada TM gejala serangan mulai dari pangkal batang sampai ke tandan buah. Pada bagian dalam batang yang terserang biasanya terdapat lubang besar dan adanya sarang kembara yang menyerupai

lapisan karton yang bercampur dengan kotoran serta dikelilingi oleh kumpulan tanah liat. Sarang kembara ini hanya berisi rayap dari kasta prajurit, pekerja dan nimfa, sedangkan raja, ratu dan telur berada pada sarang utama. Sarang utama biasanya berada di dalam kayu mati yang berada di bawah atau di atas permukaan tanah (Prasetiyo, 2009).

Pengendalian

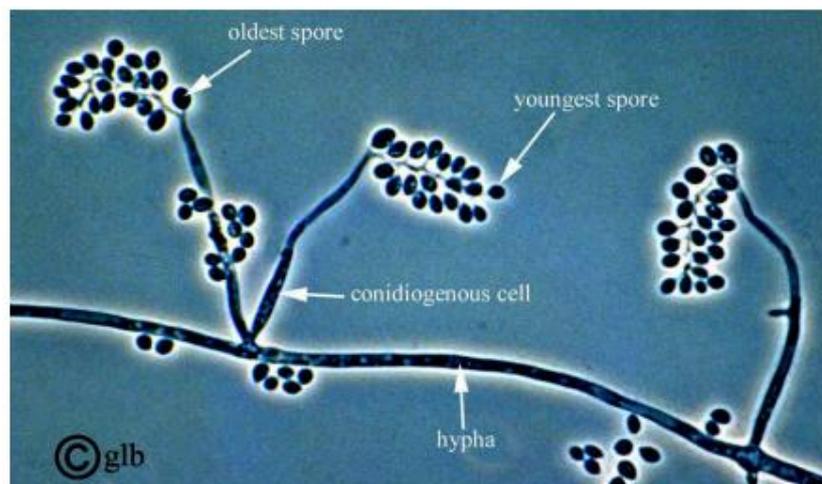
Di Indonesia pada umumnya, pengendalian rayap menggunakan insektisida sintetik yang dilakukan secara intensif. Penggunaan insektisida secara intensif dapat mengakibatkan berbagai dampak negatif, terutama terbunuhnya musuh alami, akumulasi residu pestisida di lapangan dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu perlu dikembangkan suatu cara pengendalian alternatif yang ramah lingkungan dan rendah biaya. Salah satunya ialah menggunakan agens hayati yang diantaranya jamur *B. bassiana* dan bakteri *B. thuringiensis*. Agens hayati telah mampu untuk pengendalian banyak serangga hama. Jamur ini sudah digunakan dan dikembangkan di Indonesia (Jauharlina dan Hendrival, 2001).

Biologi Jamur *Beauveria bassiana*

Menurut Hughes (1971), Sistematika *Beauveria bassiana*:

Kingdom	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Class	: Ascomycetes
Ordo	: Hypocreales
Family	: Clavicipitaceae
Genus	: <i>Beauveria</i> (Bals.)
Spesies	: <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill

Jamur *B. bassiana* juga dikenal sebagai penyakit *white muscardine* karena miselium dan konidium (spora) yang dihasilkan ialah berwarna putih, bentuknya oval, dan umumnya tumbuh secara zig zag bagian konidiofornya. Pada konidia jamur ini akan tumbuh suatu tabung semakin lama akan panjang, mirip seuntai benang dan suatu waktu benang itu akan mulai bercabang. Cabang-cabang yang telah timbul selalu akan tumbuh menjauhi hifa utama atau hifa yang pertama (Hughes, 2014).



Gambar 1. Konidia Jamur *Beauveria bassiana*
Sumber : Hughes, 2014

Miselium *B. bassiana* bersekat dan berwarna putih, didalam tubuh serangga yang terinfeksi terdiri atas banyak sel, dengan diameter 4 μm , sedang diluar tubuh serangga ukurannya lebih kecil, yaitu 2 μm . Hifa fertil terdapat pada cabang, tersusun melingkar dan biasanya menggelembung atau menebal. Konidia menempel pada ujung dan sisi konidiofor atau cabang-cabangnya. Hifa berukuran lebar 1–2 μm dan berkelompok dalam sekelompok sel-sel konidiogen berukuran 3–6 μm x 3 μm . Selanjutnya, hifa bercabang-cabang dan menghasilkan sel-sel konidiogen kembali dengan bentuk seperti botol, leher kecil, dan panjang ranting dapat mencapai lebih dari 20 μm dan lebar 1 μm (Sucipto dan Lulu, 2011).

Mekanisme infeksi jamur *Beauveria bassiana*

Mekanisme infeksi dimulai infeksi langsung hifa atau spora *B. Bassiana* kedalam kutikula melalui kulit luar serangga. Pertumbuhan hifa akan mengeluarkan enzim seperti protease, lipolitik, amilase, dan kitinase. Enzim-enzim tersebut mampu menghidrolisis kompleks protein di dalam integument, yang menyerang dan menghancurkan kutikula, sehingga hifa tersebut mampu menembus, masuk dan berkembang di dalam tubuh serangga yang terserang. Mekanisme infeksi secara mekanik ialah infeksi melalui tekanan yang disebabkan oleh konidium jamur yang tumbuh. Secara mekanik infeksi jamur ini berawal akibat dari penetrasi miselium pada kutikula, kemudian berkecambah dan membentuk apresorium, kemudian menyerang epidermis dan hipodermis. Kemudian hifa menyerang jaringan dan hifa berkembang biak di dalam haemolymph (Yuniarti, 2008).

Pada perkembangannya di dalam tubuh serangga *B. Bassiana* akan mengeluarkan racun yang disebut *Beauvericin* yang menyebabkan terjadinya paralisis pada anggota tubuh serangga. Paralisis menyebabkan kehilangan koordinasi sistem gerak, sehingga gerakan serangga tidak teratur dan lama-kelamaan melemah, kemudian berhenti sama sekali. Setelah lebih kurang lima hari terjadi kelumpuhan total dan kematian. Toksin juga menyebabkan kerusakan jaringan, terutama pada saluran pencernaan, otot, sistem syaraf, dan sistem pernafasan (Chamley, 2013).

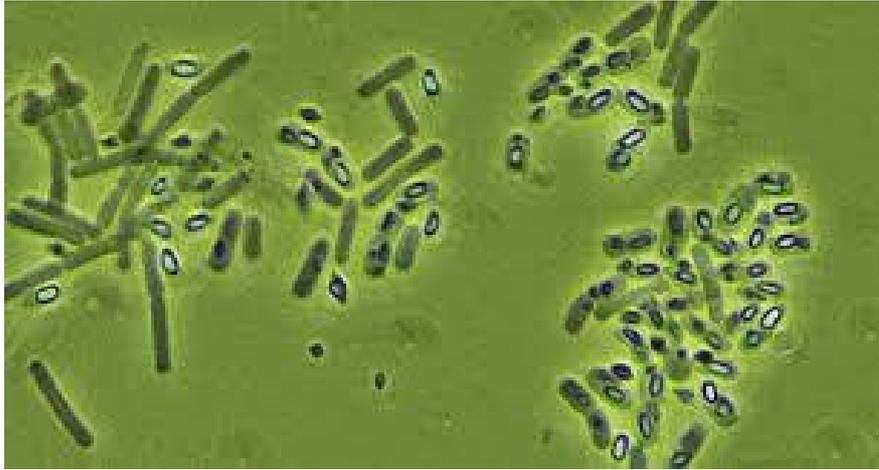
Serangga kemudian mati dan jamur *B. bassiana* akan terus melanjutkan pertumbuhan siklusnya dalam fase saprofitik. Setelah serangga inang mati. *B. bassiana* akan mengeluarkan antibiotik, yaitu Oosporein yang menekan populasi

bakteri dalam perut serangga inang. Dengan demikian, pada akhirnya seluruh tubuh serangga inang akan penuh oleh propagul *B. bassiana*. Pada bagian lunak dari tubuh serangga inang, jamur ini akan menembus keluar dan menampakkan pertumbuhan hifa di bagian luar tubuh serangga inang yang biasa disebut “*whitebloom*” (Wahyudi, 2008).

Biologi bakteri *Bacillus thuringiensis*

Kingdom	: Eubacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Spesies	: <i>Bacillus thuringiensis</i>

B. thuringiensis adalah bakteri gram-positif, berbentuk batang, yang tersebar secara luas di berbagai negara. Bakteri ini termasuk patogen fakultatif dan dapat hidup di daun tanaman konifer maupun pada tanah. Apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan maka bakteri ini akan membentuk fase sporulasi. Saat sporulasi terjadi, tubuhnya akan terdiri dari protein Cry yang termasuk ke dalam protein kristal kelas endotoksin delta. Apabila serangga memakan toksin tersebut maka serangga tersebut dapat mati (Jumar, 2000).



Gambar 2. Sel Bakteri *Bacillus thuringiensis*
Sumber : Hughes, 2014

B. thuringiensis merupakan bakteri yang bersifat aerob, atau anaerob fakultatif pada medium yang direndam nitrat sebagai penerima terakhir elektron. Pada uji indolfan oksidase, bakteri ini memberikan hasil negatif, tetapi memberikan reaksi positif pada uji merah metal dan tidak dapat menggunakan nitrat sebagai satu-satunya sumber karbon (Samy, 2015).

B. thuringiensis menghasilkan toksin yang memiliki daya racun terhadap serangga hama tertentu. Spesifitas terhadap serangga tertentu dipengaruhi oleh komponen kimiawi toksin sehingga kisaran serangga sasarannya sempit. Toksin yang dihasilkan dikenal sebagai delta toksin yang terdapat di dalam protein kristal serta tidak bersifat racun terhadap manusia dan vertebrata lainnya (Lay, 1993).

Mekanisme infeksi bakteri *Bacillus thuringiensis*

Cara kerja *B. thuringiensis* dapat diuraikan sebagai berikut: racun *B. thuringiensis* harus dimakan oleh hama serangga yang peka agar dapat efektif bekerja. Spora *B. thuringiensis* yang mengandung racun *cry* (*cry toxins*) terikat pada bagian permukaan sel perut tengah membentuk lubang-lubang yang menghancurkan kemampuan sel untuk mengendalikan pertukaran molekul.

Protoxin mengikat receptor membrane glycoprotein yang terdapat pada sel perut tengah yang mengakibatkan terjadinya pori. Kerusakan pada epitelium perut tengah berhubungan dengan berhentinya makan dan terjadinya paralisis pada serangga. Pelukaan pada perut tengah juga mengakibatkan terjadinya septosemia yang pada akhirnya mengakibatkan kematian serangga (Rahmi, 2010).

Setelah insersi ke dalam membran dan terbentuk pori terjadi influk air yang mengandung ion yang menyebabkan sel menjadi *swelling* dan akhirnya menjadi lisis. Pada akhirnya serangga akan mengalami gangguan pencernaan dengan berhentinya makan yang menyebabkan kematian larva jadi bentuk tubuhnya setelah mati yaitu menjadi mengerut dan mengering (Tarigan, 2012).

Larutan *B. thuringiensis* dan spora di semprotkan ke tanaman. *B. thuringiensis* akan menghasilkan kristal protein saat sporulasi. Kristal protein yang bersifat insektisidal ini sering disebut dengan delta-endotoksin. Kristal protein yang ada pada *B. thuringiensis* ini sebenarnya merupakan pro-toksin yang jika larut. Kristal protein tidak dapat larut pada kondisi normal, sehingga aman bagi manusia, atau hewan tingkat tinggi lainnya. Namun, dapat larut pada kondisi pH sekitar 9,5. Kondisi ini ditemukan didalam usus serangga (dalam hal ini, ulat). Hal ini lah yang menyebabkan *B. thuringiensis* merupakan agen insektisida yang spesifik. *B. thuringiensis* bekerja secara spesifik, karena hanya akan berikatan dengan reseptor dari sel usus serangga (ulat) berikatan dengan reseptor dinding sel usus dan akan membuat lubang dan menyebabkan tidak seimbangnya pH. Sehingga usus lumpuh dan serangga berhenti makan. pH usus dan darah menjadi tidak seimbang dan mengakibatkan spora berkecambah dan bakteri merusak inang (Zulfaidah, 2010).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat Dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Balai Besar Karantina Pertanian Belawan yang beralamat di Jalan Sampul No.18 Kel. Sei Putih, Kec.Medan Petisah, Kota Medan.

Waktu pelaksanaan penelitian ini pada bulan Januari 2018 sampai dengan Februari 2018.

Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan adalah *Coptotermes curvignathus* Holmgren, *B.bassiana*, *B. thuringiensis*, lapukan batang sawit, alkohol dan bahan lainnya.

Alat yang digunakan antara lain toples, serbuk kayu, handsprayer, kertas label, gelas ukur, timbangan analitik, kain kasa, pisau, gunting, kaca pembesar, erlenmeyer, kamera, alat tulis dan alat pendukung lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancang Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 7 perlakuan dengan 3 ulangan:

A₀ = tanpa perlakuan

A₁ = penggunaan *B. bassiana* dengan konsentrasi 10 g/l air.

A₂ = penggunaan *B. bassiana* dengan konsentrasi 20g/l air.

A₃ = penggunaan *B. bassiana* dengan konsentrasi 30 g/l air.

A₄ = penggunaan *B. thuringiensis* dengan konsentrasi 10 g/l air.

A₅ = penggunaan *B. thuringiensis* dengan konsentrasi 20 g/l air.

A₆ = penggunaan *B. thuringiensis* dengan konsentrasi 30 g/l air.

$$t(r-1) \geq 15$$

$$7(t-1) \geq 15$$

$$7t - 7 \geq 15$$

$$7t \geq 15 + 7$$

$$7t \geq 22$$

$$t \geq 22/7$$

$$t \geq 3,14$$

Jumlah ulangan : 3 ulangan

Jumlah unit percobaan : 21 unit

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan model rancangan :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_j$$

Dimana :

Y_{ij} = hasil pengamatan pada perlakuan ke-I dan kelompok ke-j

μ = rata-rata umum

T_i = pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_j = pengaruh acak pada perlakuan ke-I dan kelompok ke-j

Pelaksanaan Penelitian

Penyediaan Rayap

Rayap *C. curvignathus* diambil dengan metode jelajah yaitu langsung mencari pohon kelapa sawit yang terserang rayap lalu mengumpulkan rayap pekerja dan prajurit yang ditemukan, kemudian dimasukkan kedalam wadah dan di bawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian.

Penyediaan entomopatogen

Entomopatogen yang digunakan ialah *B. bassiana* yang sudah jadi dalam bentuk padat. *B. thuringiensis* yang digunakan juga yang sudah jadi dalam bentuk padat. Kedua entomopatogen tersebut didapat dari hasil pembiakan yang sudah ada dijual online.

Persiapan media perlakuan

Media yang digunakan berupa toples yang sudah disterilkan dengan menggunakan cairan anti septik agar tidak terkontaminasi dengan patogen lain. Toples tersebut kemudian diisi dengan serbuk kayu sebagai tempat tinggal rayap.

Aplikasi perlakuan

Rayap yang sudah tersedia dimasukkan ke dalam wadah yang sudah diisi dengan serbuk kayu dan sarang rayap. Setiap wadah berisi 30 ekor rayap yang terdiri dari 25 ekor rayap kasta pekerja dan 5 ekor kasta prajurit. Kemudian entomopatogen disemprotkan merata kebagian tubuh rayap serta serbuk kayu, sarang rayap sesuai dengan perlakuan masing-masing yang sudah ditentukan dengan penyemprotan 1 kali selama penelitian.

Parameter Pengamatan

Persentase mortalitas

$$P = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Persentase mortalitas larva

a : Jumlah rayap yang mati

b : Jumlah rayap yang hidup (Abbott, 1925 dalam Wulandari, 2009).

Pengamatan pada persentase mortalitas dilakukan 1 hari sekali setelah aplikasi sampai waktu 4 hari setelah aplikasi. Kemudian dihitung persentase mortalitas pada rayap tanah *C. curvignathus* pada setiap perlakuan.

Perilaku Rayap Sebelum Aplikasi

Diamati perilaku yang dilakukan rayap sebelum dilakukan pengaplikasian perlakuan menggunakan lup (kaca pembesar) .

Waktu Kematian

Dilihat hari yang dibutuhkan untuk entomopatogen membunuh *C. curvignathus*, pada pertama kali hama mati dan perlakuan yang mana yang mencapai nilai 100% kematian terlebih dahulu.

Perilaku Rayap Setelah Aplikasi

Pengamatan perilaku rayap dilakukan dengan mengamati perubahan-perubahan yang terjadi pada rayap setelah aplikasi dengan menggunakan kaca pembesar. Perilaku yang diamati meliputi gerak tubuh. Perubahan tingkah laku dan morfologi diamati setiap 1 hari setelah aplikasi sampai awal kematian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase mortalitas

Data mortalitas hama rayap tanah *C. curvignathus* pada pengamatan 1-4 hari setelah aplikasi (HSA) beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 2 sampai 9. Berdasarkan hasil analisa sidik ragam Uji Jarak Duncan (DMRT) pada taraf 1% dapat diketahui bahwa pemberian perlakuan *B. thuringensis* berpengaruh nyata terhadap mortalitas *C. curvignathus* 1-4 HSA dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rataan persentase mortalitas *C. curvignathus* pada pengamatan 1-4 HSA

Perlakuan	Persentase Mortalitas (%)			
	1 HSA	2 HSA	3 HSA	4 HSA
A ₀	0 (0,71) D	0 (0,71) G	0 (0,71) G	0 (0,71) G
A ₁	0 (0,71) D	42 (6,54) F	73 (8,59) F	95 (9,80) F
A ₂	0 (0,71) D	45 (6,79) E	74 (8,66) E	98 (9,97) E
A ₃	0 (0,71) D	51 (7,18) D	83 (9,16) D	100 (10,02) CD
A ₄	74 (8,66) C	91 (9,57) C	98 (9,97) C	100 (10,02) BC
A ₅	75 (8,72) B	94 (9,74) B	100 (10,02) AB	100 (10,02) AB
A ₆	84 (9,92) A	98 (9,97) A	100 (10,02) A	100 (10,02) A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama, berbeda nyata pada taraf 1% menurut Uji Jarak Duncan (DMRT).
Angka dalam kurung hasil dari transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$.

Berdasarkan Tabel 1. di atas dapat dilihat bahwa tingkat persentase mortalitas hama *C. curvignathus* tertinggi 1 HSA terdapat perlakuan A₆ yaitu 84% berbeda nyata dengan perlakuan A₅, dan A₄, sedangkan mortalitas yang terendah terdapat pada perlakuan A₃, A₂, A₁, dan A₀. Pada pengamatan 2 HSA tingkat persentase mortalitas hama *C. curvignathus* yang tertinggi terdapat pada

perlakuan A₆ yaitu 98% yang berbeda nyata dengan perlakuan A₅, A₄, A₃, A₂, A₁ dan A₀. Pada pengamatan 3 HSA tingkat persentase mortalitas hama *C. curvignathus* yang tertinggi terdapat pada perlakuan A₆ yaitu 100% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A₅, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A₄, A₃, A₂, A₁ dan A₀. Pada pengamatan 4 HSA tingkat persentase mortalitas hama *C. curvignathus* yang tertinggi terdapat pada perlakuan A₆ yaitu 100% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A₅, A₄, dan A₃. Tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A₂, A₁ dan A₀.

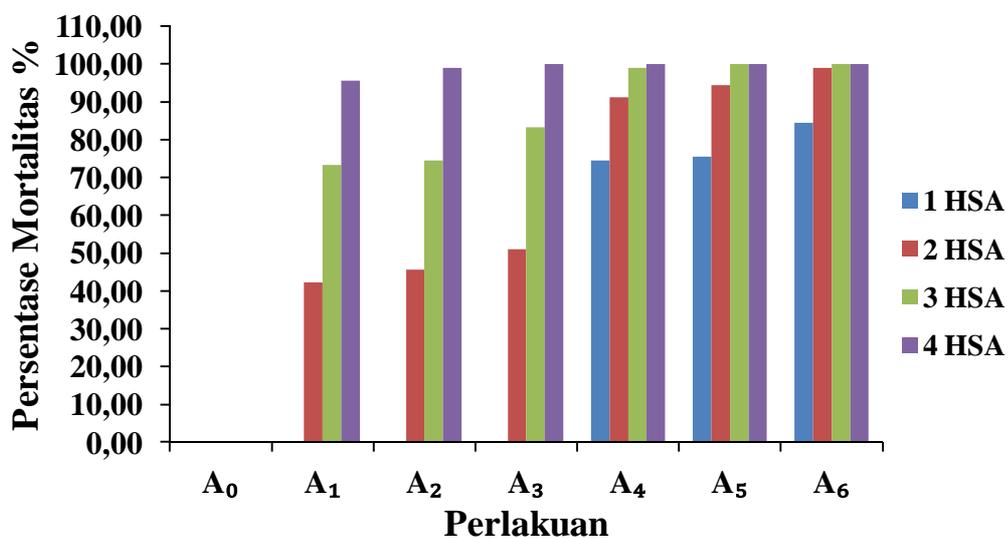
Pada Tabel .1 dilihat bahwa pada perlakuan A₆ dan A₅ menunjukkan tingkat mortalitas tertinggi dari semua perlakuan yaitu mencapai 100% pada 3 HSA. Hal ini terjadi karena *B. thuringiensis* bekerja dengan cara merusak tubuh dan juga sistem pencernaan dari hama *C. curvignathus*, yang mengakibatkan rayap tidak memiliki selera makan. Rusaknya sistem pencernaan diawali dengan masuknya *B. thuringiensis* melalui pakan yang dimakan, semakin banyak makanan yang dimakan maka semakin banyak pula *B. thuringiensis* yang masuk kedalam sistem pencernaan rayap dan mulai bekerja. Hal ini sesuai dengan (Zulfaidah, 2010) yang mengatakan *B. thuringiensis* bekerja secara spesifik, karena hanya akan berikatan dengan reseptor dari sel usus serangga, berikatan dengan reseptor dinding sel usus dan akan membuat lubang dan menyebabkan tidak seimbangnya pH pada tubuh hama. Sehingga usus lumpuh dan rayap berhenti makan. pH usus dan darah menjadi tidak seimbang dan mengakibatkan spora berkecambah dan bakteri merusak inang. Pada pengamatan 3 HSA perlakuan paling tinggi ialah pada pemberian *B. thuringiensis* 30g/l air hal ini disebabkan karena *B. thuringiensis* lebih banyak masuk kedalam tubuh rayap dan membuat pergerakan

rayap akan berkurang. Sehingga semakin banyak *B. thuringiensis* yang masuk ke dalam sistem pencernaan tubuh rayap, maka semakin cepat melakukan penyerangan di sistem pencernaannya sehingga semakin cepat pula rayapnya akan mati.

Dilihat dari data tabel .1 diatas maka bahwa *B. bassiana* A₁, A₂, A₃ merupakan perlakuan yang tingkat mortalitasnya di bawah *B. thuringiensis* hal ini dikarenakan jamur ini membutuhkan waktu untuk inkubasi jamur dan juga penetrasi ke jaringan hama yang diserang memerlukan waktu lebih lama dari pada *B. thuringiensis*.

B. thuringiensis menginfeksi hama dengan berharap hama akan memakan atau memasukan bakteri ini secara tidak sengaja saat hama tersebut makan. Entomopatogen ini sangat efektif jika digunakan pada hama yang memiliki tipe mulut mandibulata karena dengan tipe mulut yang seperti itu kemungkinan *B. thuringiensis* masuk lebih besar dan dapat mengendalikan hama. Setelah *B. thuringiensis* masuk maka dia akan merusak sistem pencernaan dengan merubah kadar pH dalam system tubuh. *B. bassiana* menginfeksi rayap cara masuk kedalam tubuh serangga, masuknya dapat melalui lubang alami (penetrasi) dan juga termakan langsung oleh hama. *B. bassiana* yang masuk kemudian mengambil alih tubuh rayap kemudian setelah masuk mengeluarkan enzim yang disebut *beauverichin* yang merupakan racun yang terbentuk dari spora yang digunakan untuk memperbanyak dirinya dan akan membuat rayap menjadi sulit untuk bergerak, kemudian hama akan lama kelamaan akan mati satu per satu.

Histogram persentase mortalitas rayap pada 1-4 HSA



Gambar 3. Histogram persentase mortalitas rayap pada 1-4 HSA

Perilaku rayap sebelum aplikasi



Gambar 4. Rayap sebelum aplikasi
 Sumber : Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Dari gambar di atas dapat di lihat bahwa perilaku rayap setelah dilakukan penghitungan jumlah dan diletakkan ke dalam toples, rayap terlihat mondar-mandir berusaha untuk sembunyi di balik pakan yang telah disediakan serta saling berkumpul. Hal ini sesuai dengan pendapat (Nandika *et al.* 2003) bahwa Dalam hidupnya rayap mempunyai beberapa perilaku penting, yaitu (1) *Trophalaksis*,

yaitu sifat rayap untuk berkumpul, saling menjilat, dan mengadakan pertukaran makanan, (2) *Cryptobiotic*, yaitu sifat rayap yang menjauhi cahaya, menyembunyikan diri dan hidup dalam tanah, (3) Kanibalisme, yaitu sifat rayap untuk memakan individu sejenis yang lemah, sakit atau dalam keadaan kekurangan makanan, (4) *Necrophagy*, yaitu sifat rayap untuk memakan bangkai sesamanya, (5) *Proctodeal feeding*, yaitu transfer mikroorganisme simbiosis pada nimfa yang baru berganti kulit melalui anus, dan (6) *Stomodeal feeding*, yaitu transfer sumber makanan melalui mulut.

Waktu Kematian

Tabel 2. Pengaruh pemberian entomopatogen terhadap waktu kematian rayap.

Perlakuan	Waktu Kematian (HSA)
A ₀	0
A ₁	2
A ₂	2
A ₃	2
A ₄	1
A ₅	1
A ₆	1

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan entomopatogen untuk mengendalikan hama memerlukan beberapa hari tergantung dari jenis dan kasta rayap yang digunakan. Waktu kematian yang paling cepat terjadi pada entomopatogen *B. thuringiensis* 30g/l air, entomopatogen tersebut hanya membutuhkan waktu 1 hari setelah aplikasi untuk mengendalikan hama *C. curvignathus* dan pada perlakuan A₆ 2 HSA merupakan waktu kematian yang mencapai 100% kematian terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan entomopatogen tersebut merupakan patogen yang menyerang sistem pencernaan. Karena

pencernaan terganggu maka hama biasanya kehilangan nafsu makan dan akan malas bergerak hal ini menyebabkan rusaknya sistem pencernaan hama hingga menyebabkan kematian pada rayap. Sedangkan *B. bassiana* membutuhkan waktu 2 hari untuk menyebabkan kematian pada rayap, dan 4 HSA merupakan waktu yang dibutuhkan entomopatogen *B. bassiana* untuk mencapai waktu kematian 100% adalah pada perlakuan A₂, A₃ dan A₄. Hal ini dikarenakan entomopatogen ini merupakan sebelum terjadi kematian jamur ini akan terlebih dahulu menginfeksi tubuh rayap, kemudian masuk melalui kutikula rayap dan berkembang di dalam tubuh rayap.

Perilaku Rayap Setelah Aplikasi



Gambar 5. Rayap yang terinfeksi *Beauveria bassiana*
Sumber : Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Pada gambar diatas dapat kita lihat dengan jelas bahwa hama *C. curvignathus* pergerakan rayap mulai lemas dan lambat pada 1 HSA, kemudian setelah mati rayap ditutupi oleh hifa hifa dari jamur *B. bassiana*. Tubuh rayap tampak hifa berwarna putih yang lama-kelamaan akan menutupi tubuh larva dan apabila disentuh tubuh larva seperti megeras dan biasanya disebut dengan mumifikasi. Jamur tersebut telah mengambil alih tubuh inangnya yang

mengakibatkan larva tersebut mati. Hal ini sesuai dengan *B. bassiana* yang mana akan terjadi mumifikasi dengan adanya spora yang menutupi badan hama yang terinfeksi oleh patogen tersebut. Hal ini sesuai dengan (Wahyudi, 2008) Serangga kemudian mati dan jamur *B. bassiana* akan terus melanjutkan pertumbuhan siklusnya dalam fase saprofitik. Setelah serangga inang mati *B. bassiana* akan mengeluarkan antibiotik, yaitu *Oosporein* yang menekan populasi bakteri dalam perut serangga inang. Pada bagian lunak dari tubuh serangga inang, jamur ini akan menembus keluar dan menampakkan pertumbuhan hifa dibagian luar tubuh serangga inang yang biasa disebut “*whitebloom*”. Hal ini juga sesuai dengan (Jumar, 2000) Spora jamur yang melekat pada permukaan kutikula larva akan membentuk hifa yang memasuki jaringan internal larva melalui interaksi biokimia yang kompleks antara inang dan jamur. Selanjutnya, enzim yang dihasilkan jamur berfungsi mendegradasi kutikula larva serangga, hifa jamur akan tumbuh ke dalam sel-sel tubuh serangga, dan menyerap cairan tubuh serangga. Hal ini akan mengakibatkan serangga mati dalam keadaan tubuh yang mengeras seperti mumi.



Gambar 6. Rayap yang terinfeksi *Bacillus thuringiensis*
Sumber : Dokumentasi Penelitian (Foto Langsung)

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa rayap yang terinfeksi oleh *B. thuringiensis* pada awal terinfeksi tubuh rayap terlihat mulai lemas akibat nafsu makan yang berkurang. Dan setelah beberapa jam rayap mengalami kematian dengan ditandai tubuh yang mulai mengalami bewarna kehitaman mengecil, berlendir dan sedikit lunak. Hal ini terjadi karena adanya enzim yang bekerja dari lambung larva yang menyebabkan larva menjadi keracunan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Tarigan, 2012) Setelah insersi ke dalam membran dan terbentuk pori terjadi influk air yang mengandung ion yang menyebabkan sel menjadi *swelling* dan akhirnya menjadi lisis. Pada akhirnya serangga akan mengalami gangguan pencernaan dengan berhentinya makan yang menyebabkan kematian larva jadi bentuk tubuhnya setelah mati yaitu menjadi mengerut dan mengering. Hal ini juga sesuai dengan (Jumar, 2000) Apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan maka bakteri ini akan membentuk fase sporulasi. Saat sporulasi terjadi, tubuhnya akan terdiri dari protein Cry yang termasuk ke dalam protein kristal kelas endotoksin delta. Apabila serangga memakan toksin tersebut maka serangga tersebut dapat mati. Hal ini sesuai menurut pendapat (Zulfaidah, 2010) bahwa *B. thuringiensis* bekerja secara spesifik, karena hanya akan berikatan dengan reseptor dari sel usus serangga (ulat) berikatan dengan reseptor dinding sel usus dan akan membuat lubang dan menyebabkan tidak seimbangnya pH. Sehingga usus lumpuh dan serangga berhenti makan. pH usus dan darah menjadi tidak seimbang dan mengakibatkan spora berkecambah dan bakteri merusak inang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Aplikasi *B. thuringiensis* dengan konsentrasi 30g/l air dapat memberikan tingkat kematian terhadap rayap pada hari 1 sebesar 84%. Pada hari ke-2 tingkat kematian terhadap rayap mencapai 96% dengan pemberian konsentrasi 30g/l air. Sedangkan pada hari ke-3 dan 4, tingkat kematian rayap telah mencapai 100% dengan konsentrasi perlakuan 30g/l air.
2. Aplikasi *B. bassiana* pada 1 hari setelah aplikasi memiliki tingkat kematian terhadap rayap 0%. Pada hari ke-2 dan 3 tingkat kematian terhadap rayap mencapai 53% dengan pemberian konsentrasi 30g/l air. Sedangkan pada hari ke-4, tingkat kematian rayap telah mencapai 100% dengan konsentrasi perlakuan 30g/l air.
3. Penggunaan entomopatogen *B. thuringiensis* lebih efektif untuk mengendalikan *C. curvignathus* dibandingkan dengan *B. bassiana* karena pada pengamatan 2 hari setelah aplikasi sudah mencapai 100%, sedangkan entomopatogen *B. bassiana* memerlukan waktu 3-4 hari.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disarankan bahwa perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan konsentrasi yang lebih sesuai di lapangan untuk melihat apakah *B. thuringiensis* mampu mengendalikan *C. curvignathus* langsung di lapangan. Serta percobaan mortalitas entomopatogen *B. bassiana* dan *B. thuringiensis* terhadap hama yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

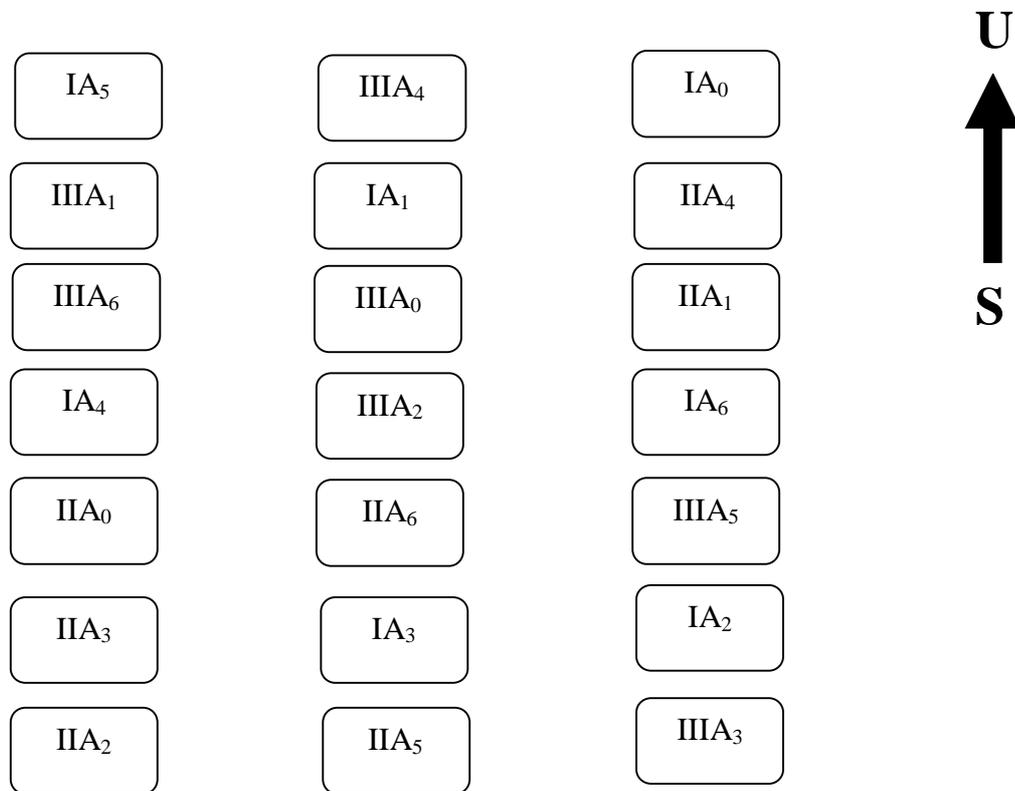
- Chamley. 2013. *Boophilus microplus* infection by *Beauveria amorpha* and *Beauveria bassiana*: SEM analysis and regulation of subtilisin-like proteases and chitinases. *Current Microbiol.* 5: 257–261.
- Deciyanto. 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan Yang Ramah Lingkungan. Status, Teknologi, dan Prospek *B. bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama (D. Soetopo dan IGAA Indrayani) Volume 6 Nomor 1, Juni 2007 29 – 46.
- Gromikora. N , Sudirman Yahya, dan Suwarto. 2014. Permodelan Pertumbuhan dan Produksi Kelapa Sawit pada Berbagai Taraf Penunasan Pelepah. *J. Agron, Indonesia* 42 (3):228 – 235.
- Hardi.T dan R. Kurniawan. 2007. Pengendalian Rayap Tanah pada Tanaman Kayu Putih dengan Ekstrak Sereh Wangi. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Universitas Nusa Bangsa.
- Hasan T. 1984. Rayap dan Pemberantasannya (Penanggulangan dan Pencegahannya). Yayasan Pembinaan Watak dan Bangsa. Jakarta.
- Hughes, S.J. 1971. *Phycomycetes, Basidiomycetes, and Ascomycetes as Fungi Imperfecti*. In: *Taxonomy of Fungi Imperfecti* (B.Kendrick, ed.) pp. 7-36. *University of Toronto Press, Toronto*.
- , S.J. 2014. *Phycomycetes, Basidiomycetes, and Ascomycetes as Fungi Imperfecti*. In: *Taxonomy of Fungi Imperfecti* (B. Kendrick, ed.), pp. 7-36. *University of Toronto Press, Toronto*.
- Jauharlina dan Hendrival. 2001. Toksisitas (LC50 dan LT50) Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (bals) Vuill terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F). *J. Agrista* 7(3):295-303.
- Jumar.2000. Entomologi Pertanian. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Lalang.E, Helda.S dan Noor.J. 2016. Inventarisasi Penyakit Bercak Daun (*Curvularia* sp.) Di Pembibitan Kelapa Sawit Pt Ketapang Hijau Lestari – 2 Kampung Abit Kecamatan Mook Manaar Bulatan Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal Agrifor* Volume XV Nomor 1. ISSN:1412–6885.
- Lay. B. M. 1993. *Serological Distribution of Bacillus thuringiensis in Indonesian* *Jurnal of Tropical Agriculture*. Bogor Agicultural Univesity. Vol 3(2) hal. 29.

- Nandika D, Rismayadi Y, Diba F. 2003. *Rayap Biologi dan Pengendaliannya*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Prasetyo, K, W. 2009. Kitosan Pengendali Rayap Ramah Lingkungan. Laporan Penelitian LIPI Biomaterial. Dalam <http://www.biomaterial.lipi.go.id/?p=140>. Diakses Desember 2017.
- Rahmi, S. 2013. Penggunaan *Bacillus thuringensis* untuk mengendalikan dan Ulat Grayak (*S. litura* Fabr.) di Laboratorium. Buletin Teknik Pertanian 15(1):37–40.
- Samy. 2015. *Bacillus thuringiensis* Pelindung Kecil Yang Mematikan. <https://lamsamyblog.wordpress.com/2015/05/30/bacillus-thuringiensis-pelindung-kecil-yang-mematikan/>. Diakses Desember 2017.
- Setiawan, Ade. 2008. Uji Efikasi Beberapa Agensia Hayati Terhadap Hama Perusak Daun Tembakau Deli Di Sampali. Departemen Ilmu Hama Dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Soepadiyo, M dan S. Haryono. 2003. Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sucipto dan R. A. Lulu. 2011. Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Sebagai Pengendali Hama Utama Ulat Krop (*Crocidolomia binotalis*) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Embryo 8(2):ISSN 0216-0188.
- Tarigan, B. 2012. Uji Efektifitas *Beauveria basianna* dan *Bacillus thuringiensis* Terhadap Ulat Api (*Setothosea asigna* Eeck) Di Laboratorium. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Tarumingkeng, R, C. 2001. Biologi dan Perilaku Rayap. Skripsi ilmiah. blogspot.com/2012/11/contoh-skripsi-pertanian.html. Diakses bulan Desember 2017.
- Untung, K. 2001. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Cetakan Ke 4. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 273 h.
- Wahyudi. 2008. Cendawan Patogen Serangga Sebagai Bahan Baku Insektisida. Pemanfaatan mikroba Dan Parasitoid Dalam Agroindustri tanaman Rempah Dan Obat. Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat (XII): 21–28pp.
- Wulandari, E, G. 2009. Uji Toksisitas untuk mengendalikan (*Coptotermes curvinangthus* Holmgren) (Isoptera:Rhinotermitidae) di Laboratorium. Fakultas Pertanian. USU Press.

- Yohanes, D. J. 2009. Pengendalian Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) dan Rayap (*Coptotermes curvignatus*) di Asian Agri Group. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit.PPKS.
- Yulis, R. S, Desita. S Agus. 2011. Pemberian Beberapa Konsentrasi Kitosan untuk Mengendalikan Hama Rayap *Coptotermes curvignatus* Holmgren (Isoptera:Rhinotermitidae) Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Yuniarti, P. 2008. Enkapsulasi Propagul Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Menggunakan Alginat dan Pati Jagung sebagai Produk Mikoinsektisida. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia 6(2):51-56.
- Zulfaidah, 2010. Strategi Pemberantasan Nyamuk Aman Lingkungan: Potensi *Bacillus thuringiensis* Isolat Madura Sebagai Musuh Alami Nyamuk *Aedes aegypti*. Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari Vol. 1 No.1 Tahun 2010 No.ISSN. 2087–3522.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian



Keterangan:

A₀= tanpa perlakuan

A₁= penggunaan *B. bassiana* dengan konsentrasi 10 g/l air.

A₂= penggunaan *B. bassiana* dengan konsentrasi 20 g/l air.

A₃= penggunaan *B. bassiana* dengan konsentrasi 30 g/l air.

A₄= penggunaan *B. thuringiensis* dengan konsentrasi 10 g/l air.

A₅= penggunaan *B. thuringiensis* dengan konsentrasi 20 g/l air.

A₆= penggunaan *B. thuringiensis* dengan konsentrasi 30 g/l air.

Lampiran 2. Persentase Mortalitas 1 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	II		
A ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₄	76,67	76,67	70,00	223,33	74,44
A ₅	80,00	70,00	76,67	226,67	75,56
A ₆	86,67	83,33	83,33	253,33	84,44
Total	243,33	230,00	230,00	703,33	234,44
Rataan	34,76	32,86	32,86	100,48	33,49

Tabel Transformasi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	II		
A ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₃	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₄	8,78	8,78	8,40	25,97	8,66
A ₅	8,97	8,40	8,78	26,15	8,72
A ₆	9,34	9,16	9,16	27,65	9,22
Total	29,92	29,17	29,17	88,25	29,42
Rataan	4,27	4,17	4,17	12,61	4,20

Lampiran 3. Sidik Ragam Mortalitas 1 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0,01
Perlakuan	6	342,66	57,11	2855,5**	4,46
Galat	14	0,29	0,021		
Total	20	342,96			
KK	7,02				
Keterangan:	** = Sangat nyata				

Lampiran 4. Persentase Mortalitas 2 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₁	40,00	43,33	43,33	126,67	42,22
A ₂	46,67	43,33	46,67	136,67	45,56
A ₃	53,33	50,00	50,00	153,33	51,11
A ₄	90,00	90,00	93,33	273,33	91,11
A ₅	96,67	93,33	93,33	283,33	94,44
A ₆	100,00	96,67	100,00	296,67	98,89
Total	426,67	416,67	426,67	1.270,00	423,33
Rataan	60,95	59,52	60,95	181,43	60,48

Tabel Transformasi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	II		
A ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁	6,36	6,62	6,62	19,61	6,54
A ₂	6,87	6,62	6,87	20,36	6,79
A ₃	7,34	7,11	7,11	21,55	7,18
A ₄	9,51	9,51	9,69	28,71	9,57
A ₅	9,86	9,69	9,69	29,23	9,74
A ₆	10,02	9,86	10,02	29,91	9,97
Total	50,67	50,11	50,70	151,48	50,49
Rataan	7,24	7,16	7,24	21,64	7,21

Lampiran 5. Sidik Ragam Mortalitas 2 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0,01
Perlakuan	6	187,59	31,27	2405,38**	4,46
Galat	14	0,18	0,013		
Total	20	187,77			

KK

4,22

Keterangan:

** = Sangat nyata

Lampiran 6. Persentase Mortalitas 3 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	II		
A ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₁	73,33	73,33	73,33	220,00	73,33
A ₂	76,67	70,00	76,67	223,33	74,44
A ₃	83,33	83,33	83,33	250,00	83,33
A ₄	100,00	96,67	100,00	296,67	98,89
A ₅	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
A ₆	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
Total	533,33	523,33	533,33	1.590,00	530,00
Rataan	76,19	74,76	76,19	227,14	75,71

Tabel Transformasi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	II		
A ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁	8,59	8,59	8,59	25,78	8,59
A ₂	8,78	8,40	8,78	25,97	8,66
A ₃	9,16	9,16	9,16	27,47	9,16
A ₄	10,02	9,86	10,02	29,91	9,97
A ₅	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
A ₆	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
Total	57,32	56,76	57,32	171,39	57,13
Rataan	8,19	8,11	8,19	24,48	8,16

Lampiran 7. Sidik Ragam Mortalitas 3 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0,01
Perlakuan	6	201,60	33,60	3733,33**	4,46
Galat	14	0,12	0,009		
Total	20	201,72			
KK	3,23				
Keterangan:	** = Sangat nyata				

Lampiran 8. Persentase Mortalitas 4 HSA

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	II		
A ₀	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₁	96,67	93,33	96,67	286,67	95,56
A ₂	100,00	96,67	100,00	296,67	98,89
A ₃	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
A ₄	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
A ₅	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
A ₆	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
Total	596,67	590,00	596,67	1.783,33	594,44
Rataan	85,24	84,29	85,24	254,76	84,92

Tabel Transformasi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	II		
A ₀	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁	9,86	9,69	9,86	29,40	9,80
A ₂	10,02	9,86	10,02	29,91	9,97
A ₃	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
A ₄	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
A ₅	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
A ₆	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
Total	60,69	60,35	60,69	181,73	60,58
Rataan	8,67	8,62	8,67	25,96	8,65

Lampiran 9. Sidik Ragam Mortalitas 4 HSA

SK	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel 0,01
Perlakuan	6	221,15	36,86	12286,67**	4,46
Galat	14	0,04	0,003		
Total	20	221,18			
KK	1,77				
Keterangan:	** = Sangat nyata				



Gambar 1. Mencari dan melakukan pencangkulan sarang rayap



Gambar 2. Mencari rayap pekerja dan prajurit di dalam sarang



Gambar 3. Rayap dikumpulkan di dalam toples



Gambar 4. Jamur *Bauveria bassiana*



Gambar 5. Bakteri *Baccillus thuringiensis*



Gambar 6. Larutan Aquades untuk penelitian



Gambar 7. Toples dan bagan penelitian



Gambar 8. Timbangan Analitik



Gambar 9. Spatula dan handsprayer



Gambar 10. Mikroskop Leica IC 80 HD dan M 80



Gambar 11. Beaker glass



Gambar 12. Termometer ruangan



Gambar 13. Penghitungan jumlah rayap per tiap unit/toples



Gambar 14. Perlakuan A1 *Beauveria bassiana* 10g/l air



Gambar 15. Perlakuan A2 *Beauveria bassiana* 20g/l air



Gambar 16. Perlakuan A3 *Beauveria bassiana* 30g/l air



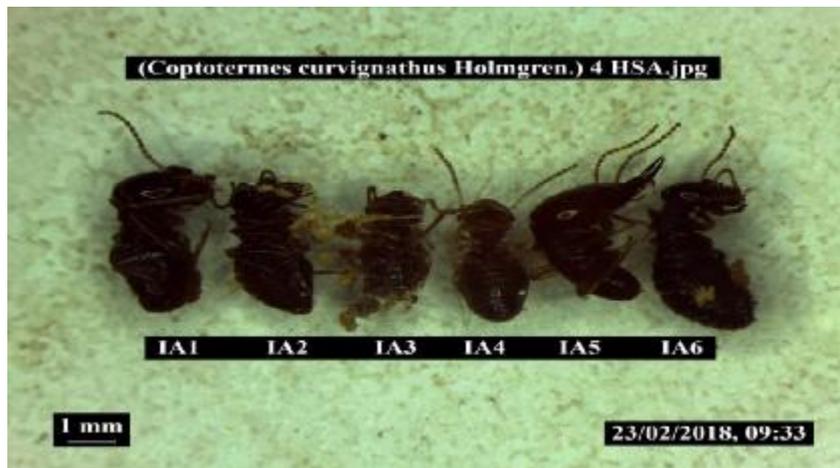
Gambar 17. Perlakuan A4 *Bacillus thuringiensis* 10g/l air



Gambar 18. Perlakuan A5 *Bacillus thuringiensis* 20g/l air



Gambar 19. Perlakuan A6 *Bacillus thuringiensis* 30g/l air



Gaambar 20. Rayap 4 HSA



Gambar 21. Dokumentasi peneliti