

UJI EFEKTIFITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN *Metarhizium anisopliae* DAN *Beauveria bassiana* UNTUK MENGENDALIKAN HAMA *Crocidolomia binotalis* PADA TANAMAN KUBIS *Brassica oleracea* DI LABORATORIUM

SKRIPSI

Oleh

ANDI ABDILLAH MANURUNG

NPM : 1304290135

Program Studi : AGROTEKNOLOGI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

**UJI EFEKTIFITAS JAMUR ENTOMOPATOGEN *Metarhizium anisopliae*
DAN *Beauveria bassiana* UNTUK MENGENDALIKAN HAMA
Crocidolomia binotalis PADA TANAMAN KUBIS *Brassica oleracea*
DI LABORATORIUM**

SKRIPSI

Oleh :

ANDI ABDILLAH MANURUNG
1304290135
AGROTEKNOLOGI

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

Komisi Pembimbing



Hadriman Khair, S.P., M.Sc.
Ketua



Hilda Svafitri Darwis, S.P., M.P.
Anggota

Disahkan Oleh
Dekan



Assoc. Prof. Ir. Anitanarni Munar, M.P.

Tanggal Lulus : 7 November 2020

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Andi Abdillah Manuring
NPM : 1304290135

Judul : Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* untuk Mengendalikan Hama *Crocidolomia binotalis* pada Tanaman Kubis *Brassica oleracea* di Laboratorium

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* untuk Mengendalikan Hama *Crocidolomia binotalis* pada Tanaman Kubis *Brassica oleracea* di Laboratorium adalah 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 (*plagiarisme*), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikianlah pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 7 November 2020

Yang menyatakan



Andi Abdillah Manuring.

RINGKASAN

Penelitian ini berjudul “**Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* untuk Mengendalikan Hama *Crocidolomia binotalis* pada Tanaman Kubis *Brassica oleracea* di Laboratorium.** Dibimbing oleh : Hadriman Khair, S.P., M.Sc. selaku Ketua komisi pembimbing dan Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. selaku anggota komisi pembimbing. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2020 di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan, Sumatera Utara dengan ketinggian tempat ± 27 mdpl. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama jenis entomopatogen yang terdiri dari 3 taraf, yaitu Kontrol (tanpa perlakuan), *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana*. Faktor kedua konsentrasi kerapatan konidia yang terdiri dari 3 jenis, yaitu 10^6 , 10^7 dan 10^8 .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* efektif dalam mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis*. Perlakuan A_2K_3 dapat mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis* dengan mortalitas 100% pada 10 HSA. Konsentrasi kerapatan spora terbaik yang dapat di-implementasi sebagai tindak pengendalian terhadap larva *Crocidolomia binotalis* adalah kerapatan spora 10^8 , yang berada pada perlakuan A_2K_3 dan A_1K_3 dengan persentase mortalitas berturut-turut adalah 100% dan 75%.

SUMMARY

This study titled "Effectiveness Test entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to Control Pests *Crocidolomia binotalis* on Cabbage *Brassica oleracea* plants in the laboratory. Supervised by: Hadriman Khair, S.P., M.Sc. as Chairman of the supervisory commission and Hilda Syafitri Darwis, S.P., M.P. as a member of the supervisory commission. The research was carried out from July 2020 at the Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan, North Sumatra with an altitude of ± 27 meters above sea level. This study used a completely randomized design (CRD) factorial with 2 factors and 3 replications. The first factor was the type of entomopathogen which consisted of 3 levels, namely Control (without treatment), *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. The second factor was the conidia density concentration which consisted of 3 types, namely 10^6 , 10^7 dan 10^8 .

The results showed that *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* were effective in controlling larvae of *Crocidolomia binotalis*. A_2K_3 treatment can control *Crocidolomia binotalis* larvae with 100% mortality at 10 HSA. The best spore density concentration that can be implemented as a control measure for *Crocidolomia binotalis* larvae is the spore density 108, which were in A_2K_3 and A_1K_3 treatments with the percentage of mortality respectively: 100% and 75%

RIWAYAT HIDUP

Andi Abdillah Manurung, dilahirkan di Medan pada tanggal 29 Juni 1995. Anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan dari Ir. H. Suronuddin Manurung dan Hj. Gustina Dewi Nasution.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar di SD Swasta Mulia Medan pada tahun 2007. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan pendidikan di SMP Swasta Mulia Medan dan tamat pada tahun 2010, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Swasta Mulia Medan pada tahun 2010 dan selesai pada tahun 2013. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi Strata 1 (S1) dengan program studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan yang pernah diikuti selama menjadi Mahasiswa di Fakultas Pertanian yaitu, mengikuti Perkenalan Kehidupan Kampus Mahasiswa Baru (PKKMB) dan masa Ta'rif (MASTA) Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (IMM) di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2013. Bergabung di Organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Agroekoteknologi (HMJ) pada tahun 2015 dan bergabung juga di Organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Perguruan Tinggi (BEM PT) pada tahun 2017. Pada tahun 2016 penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PTPN III Unit Kebun Bandar Betsy dan selanjutnya penulis melaksanakan penelitian Skripsi pada bulan Juli 2020.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penelitian dengan judul **“Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* untuk Mengendalikan Hama *Crocidolomia binotalis* pada Tanaman Kubis *Brassica oleracea* di Laboratorium”** guna melengkapi dan memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Assoc. Prof. Ir. Asritanarni Munar, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si., selaku Wakil Dekan I, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Muhammad Thamrin, S.P., M.Si., selaku Wakil Dekan III, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P., selaku Ketua Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Hadriman Khair, S.P., M.Sc., selaku Ketua Komisi Pembimbing Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Ibu Hilda Syafitri Darwis S.P., M.P. selaku Anggota Komisi Pembimbing Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua orang tua yang telah banyak memberikan dukungan moral maupun materil serta doanya kepada penulis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.
8. Seluruh rekan – rekan Agroekoteknologi Angkatan 2013 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.
9. Siti Amanah honay bunny sweety baby lovely in the world and my wife future yang telah menyemangati dan membantu penulis hingga selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak untuk kesempurnaannya.

Medan, November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang	3
Tujuan Penelitian.....	3
Hipotesis Penelitian.....	4
Kegunaan Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
Biologi Hama <i>Crocidolomia binotalis</i> Z.	5
Telur	5
Larva	6
Pupa	6
Imago	6
Gejala Serangan	7
Biologi Jamur <i>Metarhizium anisopliae</i>	8
Mekanisme Infeksi Jamur <i>Metarhizium anisopliae</i>	9
Biologi Jamur <i>Beauveria bassiana</i>	10
Mekanisme Infeksi Jamur <i>Beauveria bassiana</i>	11
BAHAN DAN METODE	13
Tempat dan Waktu	13
Bahan dan Alat	13
Metode Penelitian.....	13
Pelaksanaan Penelitian	15
Persiapan Wadah Perlakuan	15
Penyediaan Jamur Entomopatogen	15

Pemeliharaan Larva Hama <i>Crocidolomia binotalis</i>	15
Persiapan Larva	16
Aplikasi Jamur Entomopatogen	16
Parameter Pengamatan	16
Persentase Mortalitas (%)	16
Waktu Kematian (LT50)	17
Gejala Kematian	17
HASIL DAN PEMBAHASAN	18
KESIMPULAN DAN SARAN	26
Kesimpulan	26
Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	31

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
1.	Rataan Persentase Mortalitas Larva pada Pengamatan ke 1-10 HSA	18
2.	Persentase Mortalitas larva <i>Crocidolomia binotalis</i> pada pengamatan 10 HSA	22
3.	Waktu Kematian (LT50) <i>Crocidolomia binotalis</i> yang mati pada pengamatan ke 1-10 HSA.....	23

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
1.	Larva yang Terserang Jamur Entomopatogen Menunjukkan Gejala Pucat.....	24
2.	Larva <i>Crocidolomia binotalis</i> yang terserang <i>Metarhizium anisopliae</i>	24
3.	Larva <i>Crocidolomia binotalis</i> yang terserang <i>Beauveria bassiana</i>	25

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
1.	Bagan Penelitian	31
2.	Persentase Mortalitas (%) 1 HSA	32
3.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 1 HSA	32
4.	Tabel Dwi Kasta Total 1 HSA	32
5.	Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 1 HSA	33
6.	Persentase Mortalitas (%) 2 HSA	34
7.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 2 HSA	34
8.	Tabel Dwi Kasta Total 2 HSA	34
9.	Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 2 HSA	35
10.	Persentase Mortalitas (%) 3 HSA	36
11.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 3 HSA	36
12.	Tabel Dwi Kasta Total 3 HSA	36
13.	Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 3 HSA	37
14.	Persentase Mortalitas (%) 4 HSA	38
15.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 4 HSA	38
16.	Tabel Dwi Kasta Total 4 HSA	38
17.	Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 4 HSA	39
18.	Persentase Mortalitas (%) 5 HSA	40
19.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 5 HSA	40
20.	Tabel Dwi Kasta Total 5 HSA	40
21.	Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 5 HSA	41
22.	Persentase Mortalitas (%) 6 HSA	42
23.	Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 6 HSA	42
24.	Tabel Dwi Kasta Total 6 HSA	42

25. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 6 HSA	43
26. Persentase Mortalitas (%) 7 HSA	44
27. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 7 HSA	44
28. Tabel Dwi Kasta Total 7 HSA	44
29. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 7 HSA	45
30. Persentase Mortalitas (%) 8 HSA	46
31. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 8 HSA	46
32. Tabel Dwi Kasta Total 8 HSA	46
33. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 8 HSA	47
34. Persentase Mortalitas (%) 9 HSA	48
35. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 9 HSA	48
36. Tabel Dwi Kasta Total 9 HSA	48
37. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 9 HSA	49
38. Persentase Mortalitas (%) 10 HSA	50
39. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 10 HSA	50
40. Tabel Dwi Kasta Total 10 HSA	50
41. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 10 HSA	51

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman kubis adalah jenis sayuran yang sangat mudah di jumpai di Negara Indonesia. Tanaman kubis memiliki nama latin *Brassica oleracea L.* Di Indonesia kubis sering juga disebut kol. Di Indonesia kubis yang banyak dibudidayakan adalah kubis yang berjenis gepeng dan bulat berwarna putih, dengan memiliki kandungan vitamin dan mineral yang cukup banyak seperti A, B, C, D, Kalium, Kalsium, Fosfor dan Zat besi serta dapat menangkal radikal bebas yang sangat penting untuk dikonsumsi (Barroroh, 2012).

Luas panen tanaman kubis dinegara Indonesia pada tahun 2008-2009 mencapai 66.000 ha/tahun dengan hasil produksi 1,33 juta ton/tahun. Usaha untuk meningkatkan produksi hasil tanaman sering kali terdapat gangguan hama dan penyakit tanaman, maka dapat terjadi rugi besar bahkan gagal panen bisa terjadi apabila serangan hama tersebut tidak dikendalikan dengan baik. Kehilangan hasil produksi akibat adanya serangan hama cukup tinggi yaitu mencapai 100% oleh hama *Pluttela xylostella*. Kerusakan yang terjadi pada daun akan terbentuk lubang yang memiliki diameter 0,5 cm, lalu daun tersebut berlubang dan jika serangan hama cukup tinggi, maka tanaman kubis atau kol akan gagal membentuk krop dan terjadi gagal panen (Kristanto *dkk.*, 2013).

Agar petani dapat menghasilkan produksi maksimal dalam budidaya tanaman kubis atau kol ini perlu diperhatikannya persiapan pada saat penanaman dan pengelolaan pasca panen dengan baik. Tanaman kol yang dibudidayakan dengan baik dapat menghasilkan produksi 30-40 ton/ha. Untuk menghasilkan

produksi yang tinggi maka ada pasti kendala seperti serangan pada hama *Crocidolomia binotalis*. Negara Malaysia jika pengendalian hama tidak menggunakan Insektisida, maka bisa kehilangan hasil 87,5% dan dinegara Indonesia bisa mencapai 100% (Setiawati *dkk.*, 2018).

Hama *Crocidolomia binotalis* disebut petani dengan nama ulat Krop. Ulat ini juga dapat menyerang sawi, lobak, kubis, dan tanaman lainnya. Siklus hidup hama ini sempurna, larvanya memiliki warna hijau dan dipunggungnya tampak bentuk garis-garis berwarna hijau muda dan pada bagian bawah ada semacam rambut-rambut dengan warna hitam. *Crocidolomia binotalis* dapat bergerak ke seluruh bagian tanaman, panjang dari hama ini yaitu 18 mm. Ulat krop dapat juga menyerang titik tumbuh tanaman, sehingga tanaman muda tidak dapat membentuk tunas baru dan dapat menyebabkan tanaman mati (Pracaya, 2009).

Pengendalian ulat Krop masih banyak dilakukan dengan menggunakan Insektisida kimia. Pengendalian yang dilakukan dengan Insektisida telah banyak menimbulkan masalah lingkungan seperti munculnya hama sekunder, resistensi, pencemaran air, tanah dan apabila terkena langsung kewanusiaan maka dapat menyebabkan keracunan. Untuk mengurangi penggunaan pestisida di lahan pertanian, maka perlu adanya cara pengendalian lain yang aman untuk di aplikasikan dan lebih ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan agens hayati seperti jamur entomopatogen (Tobing *dkk.*, 2015).

Beberapa manfaat yang terdapat pada jamur entomopatogen untuk mengendalikan hama yaitu dapat membentuk spora yang tahan lama di lingkungan walaupun dalam kondisi yang sangat tidak menguntungkan, relative mudah diproduksi, relative sangat aman, bersifat selektif, dan akan sangat kecil

terjadinya resistensi, selanjutnya jamur entomopatogen memiliki kapasitas reproduksi tinggi dan dapat membuat siklus hidup pendek (Raharjo, 2016).

Berbagai jenis cendawan entomopatogen yang telah digunakan untuk mengendalikan hama antara lain entomopatogen *Beauveria bassiana*, entomopatogen *Metarhizium anisoplae* dan entomopatogen *Lecanicillium sp.* (*Verticillium sp.*). Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Lecanicillium sp.* adalah cendawan yang sudah diketahui keefektifannya dalam mengendalikan berbagai serangga hama (Anggarawati dkk., 2017).

Metarhizium anisoplae merupakan jamur entomopatogen yang termasuk dalam divisi *Deuteromycotina : Hyphomycetes*. Jamur ini biasa disebut dengan *green muscardine fungus* dan telah lama difungsikan sebagai agens hayati dan jamur ini menginfeksi beberapa jenis serangga yaitu, dari ordo Homoptera, Hemiptera, Isoptera, Coleoptera dan Lepidoptera (Prayogo dkk., 2010).

Beauveria bassiana dari beberapa penelitian mengungkapkan bahwa jamur ini menghasilkan toksin (racun) yang mengakibatkan paralisis secara agresif pada larva dan imago serangga. Berbagai jenis racun yang telah berhasil diisolasi dari *Beauveria bassiana* yaitu *beauvericine*, *beauverolide*, *isorolide* dan zat warna serta asam oksalat (Sianturi dkk., 2014).

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui efektifitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisoplae* dalam mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis* di laboratorium.

Hipotesis Penelitian

1. Perbedaan jenis jamur entomopatogen akan memberikan perbedaan dalam mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis*.
2. Perbedaan konsentrasi jamur entomopatogen akan memberikan perbedaan dalam mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis*.
3. Adanya interaksi antara jenis jamur entomopatogen dan konsentrasi jamur entomopatogen dalam mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis*.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Sebagai bahan informasi bagi semua pihak yang membutuhkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Biologi Hama *Crocidolomia binotalis* Z.

Menurut Setiawati (2017), Ulat Crop diklasifikasikan sebagai berikut :

Kindom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Family	: Pyralidae
Genus	: <i>Crocidolomia</i>
Spesies	: <i>Crocidolomia binotalis</i> Zell

Serangga ini tersebar di Afrika Selatan, Asia Tenggara, Australia dan Kepulauan Pasifik. Serangga ini juga dapat menyerang tanaman dari family Cruciferae seperti kubis, brokoli, lobak, kubis bunga, sawi, petsai, selada air dan sawi jabung. Hama *C. Binotalis* terkadang saling bergantian menjadi hama utama dengan *Plutella xylostella* (Permadi, 2010).

Telur

C. binotalis bertelur sebanyak 330-1.400 butir. Telur diletakkan secara berkelompok yang terletak pada bagian bawah permukaan daun yang berukuran 3 mm x 5 mm. Setiap kelompok masing-masing berjumlah 30 -50 butir telur. Telur berbentuk pipih membulat. Telur yang baru diletakkan berwarna hijau, 2 hari kemudian berubah warna menjadi kuning kehijau-hijauan, lalu menjelang saat penetasan berwarna hitam kehijau-hijauan. Telur-telur ini diletakan oleh ngengat betina setiap saat, dengan masa penetasan sekitar 4 hari (Sudarmono, 2013).

Larva

Telur yang baru menetas memiliki warna hijau agak kekuning-kuningan dengan kepala berwarna coklat. Setelah ulat tumbuh dengan sempurna warnanya menjadi coklat sampai hijau gelap, dengan membentuk garis-garis pada tubuhnya. Ulat ini mengalami 5 instar, dengan lama hidup 14 hari (Sudarmono, 2013).

Larva yang baru keluar dari telurnya berbentuk silindris dan tubuhnya memiliki warna kuning muda pucat transparan dan kepalanya berwarna kehitaman. Terdiri dari 5 instar dan biasanya ditemukan berkelompok pada bagian bawah daun. Sisa daun yang dimakan oleh kelompok larva muda biasanya tampak bercak putih, terdiri dari warna lapisan epidermis permukaan atas daun yang tersisa tidak ikut dimakan dan kemudian daun berlubang setelah lapisan epidermis kering. Ketika telah mencapai instar ketiga selanjutnya larva memencar dan mulai menyerang daun lebih dalam dan sering kali masuk ke pucuk tanaman serta menghancurkan titik tumbuh. Apabila serangan ini terjadi pada kubis yang telah membentuk krop, maka larva instar ketiga menggerek ke bagian krop dan merusak tanaman ini. Daur hidup dari telur hingga dewasa lamanya 38-48 hari (Permadi dan Sastrosiswojo, 2011).

Pupa

Pupa hama ini berwarna coklat kemerah-merahan. Pupa betina memiliki ukuran lebih besar, panjang 14 mm dan lebarnya 3,2 mm, sedangkan pada pupa jantan panjangnya 10-13 mm, pupa ini berada didalam tanah, masa hidup pupa sekitar 9 hari (Sudarmono, 2013).

Imago

Secara umum, ngengat jantan berukuran lebih besar dari ngengat betinanya. Ngengat jantan berukuran 20-25 mm dan ngengat betina 8-11 mm. Pada betina dan

jantan memiliki warna coklat pada bagian sayap. Pada umumnya jantan mempunyai warna yang lebih cerah. Ngengat akan bersembunyi pada siang hari ditubuh pohon dan aktif pada malam hari. Imago mempunyai sayap dengan bintik putih dan sekumpulan sisik berwarna kecoklatan. Imago betina dapat bertahan hidup selama 16-24 hari. Pengendalian dapat dilakukan secara mekanis dengan mengumpulkan larva dengan tangan (Wahyuni, 2014).

Gejala serangan

Ulat Krop kubis (*Crocidolomia binotalis*) dapat menyerang titik tumbuh sehingga sering juga disebut ulat jantung kubis. Ukurannya kecil memiliki warna hijau lebih besar dari ulat tritip. Jika sudah besar ulat ini berbentuk garis-garis kecoklatan dan hama ini malas untuk bergerak. Larva yang muda bergerombol dipermukaan bawah daun kubis dan meninggalkan bercak putih pada daun yang dimakan. Larva instar ketiga sampai instar kelima memencar dan menyerang pucuk tanaman kubis sehingga menghancurkan titik tumbuh. Akibatnya tanaman kubis mati atau batang kubis membentuk cabang dan krop yang kecil-kecil. *Crocidolomia binotalis* dikenal hama yang sangat rakus secara berkelompok dapat menghabiskan seluruh daun dan hanya meninggalkan tulang daun saja. Pada populasi tertinggi terdapat kotoran berwarna hijau bercampur dengan benang-benang sutera. Ulat Krop juga masuk dan memakan Krop sehingga tidak dapat dipanen sama sekali (Ahmad, 2010).

Larva yang muda memakan daun dan meninggalkan lapisan epidermis, kemudian daun berlubang setelah lapisan epidermis kering. Setelah mencapai instar ketiga larva memencar dan menyerang bagian yang lebih dalam menggerak ke dalam krop dan menghancurkan titik tumbuh sehingga tanaman dapat segera mati.

Crocidolomia binotalis ditandai adanya kumpulan kotoran pada daun kubis dan krop menjadi berlubang-lubang yang menyebabkan kualitas hasil panennya menurun. Serangan utama *C. binotalis* adalah pada bagian dalam yang terlindungi daun hingga mencapai titik tumbuh. Misalkan serangan ini ditambah lagi dengan serangan penyebab penyakit, tanaman dapat mati karena bagian dalamnya menjadi busuk meskipun dari luar kelihatannya masih baik (Santosa, 2014).

Biologi Jamur *Metarhizium anisopliae*

Menurut Rachma (2016), klasifikasi jamur *Metarhizium anisopliae* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Eumycota
Filum : Ascomycota
Kelas : Sordariomycetes
Ordo : Hypocreales
Famili : Clavicipitaceae
Genus : *Metarhizium*
Spesies : *Metarhizium anisopliae*

M. anisopliae biasanya juga disebut dengan Green Muscardine Fungus dan tersebar diseluruh 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).

Pertumbuhan koloni jamur ini memiliki warna putih lalu berubah menjadi hijau gelap. Miselium jamur berdiameter 1,98-2,97 μm . Konidia tersusun dengan tegak, dipenuhi dengan adanya konidia bersel satu berwarna hialin. Konidia mempunyai bentuk bulat silinder dengan ukuran 9,0-9,9 μm (Sianturi *dkk.*, 2014).

Konidiofor tersusun rapat dengan struktur seperti sporokium yang mendukung beberapa "*phialidae*", sering kali tersusun seperti susunan lilin "*phialidae*" dengan bentuk silindris. Pada ujung dibentuk konidia dalam rantai konidia satu sel yang berdinding halus, tidak bewarna dan berbentuk silindris "oval" (Simbolon, 2010).

Mekanisme Infeksi Jamur *Metarhizium anisopliae*

Metarhizium anisopliae mengadakan penetrasi ke tubuh hama melalui dinding tubuh diantara toraks, kapsul kepala dan diruas-ruas tubuh. Mekanisme penetrasi dimulai dengan pertumbuhan konidia pada kutikula, maka dari itu hifa mengeluarkan enzim yang membantu dalam menguraikan kutikula serangga. Umumnya penetrasi kutikula berlangsung 12-24 jam. Di dalam epidermis, miselium berkembang dan mencapai haemocoel (rongga tubuh) serangga dalam waktu 1-2 hari. Aktivitas yang terjadi pada peredaran hemolimf selanjutnya dirusak sehingga hemolimf menjadi lebih kental dan warnanya lebih pucat, pergerakannya lambat dan akhirnya berhenti. Tingkat kemasaman (pH) meningkat, terjadi paralisis dan akhirnya serangga mati (Prayogo, 2005 dalam Sianturi dkk., 2014).

Infeksi yang dilakukan *M. anisopliae* terhadap larva dapat dilihat dari perubahan warna menjadi kecoklatan atau hitam pada kutikula serangga. Infeksi yang terjadi ketika serangga mati akan menjadi lebih keras dan serangga ditutupi oleh hifa dari jamur ini yang kemudian berubah menjadi hijau sesuai dengan spora yang menjadi dewasa (Sianturi dkk., 2014).

Jamur *M. anisopliae* dengan aktivitas membunuh larva karena menghasilkan *desmethyl destruxin*, *cyclopeptida* dan *destruxin* A, B, C, D, E. Setelah dipertimbangkan *Destruxin* sekarang menjadi bahan insektisida generasi baru. Efek *destruxin* berpengaruh pada organella sel target (retikulum, endoplasma, membran

nukleus dan mitokondria) menyebabkan paralisa sel dan kelainan fungsi lambung tengah, jaringan otot, hemocyt dan tubulus malphigi (Widiyanti, 2014).

Jamur atau entomopatogen ini dilaporkan mampu menyebabkan kematian serangga yang memiliki jenis *Brevipalpus phoenicis* pada tanaman teh 90% dengan kerapatan spora 10^8 konidia/ml (Magalhes *dkk.*, 2005 dalam Gusmara, 2011). Berdasarkan (Benjamin *dkk.*, 2002 dalam Gusmara, 2011) 4×10^9 konidia/ml mampu membunuh serangga dewasa *Ixodes scapularis* dengan hasil 96%. Hasil penelitian (Mulyono, 2007 dalam Suprayogi *dkk.*, 2015) mencoba jamur ini yang diaplikasikan kepada larva *Oryctes rhinoceros* dengan konsentrasi 10^8 menyebabkan tingkat kematian larva mencapai 81,61%, selanjutnya (Suprayogi *dkk.*, 2015) yang menunjukkan penggunaan jamur ini pada konsentrasi 10^7 menyebabkan mortalitas *Spodoptera litura* sebesar 83,33%.

Biologi Jamur *Beauveria bassiana*

Menurut Pratiwi (2017) Klasifikasi *Beauveria bassiana* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Filum : Ascomycota
Kelas : Ascomycetes
Ordo : Hypocreales
Famili : Clavicipitaceae
Genus : Beauveria
Spesies : *Beauveria bassiana*

Entomopatogen ini juga dikenal sebagai penyakit *white muscardine* karena miselium dan konidia (spora) yang dihasilkan berwarna putih, tumbuh secara zig-

zag dan berbentuk oval (Soetopo, 2017). Pada konidia jamur ini akan tumbuh suatu tabung yang makin lama makin panjang mirip seuntai benang dan pada suatu waktu benang itu mulai bercabang. Cabang-cabang yang timbul akan selalu tumbuh menjauhi hifa utama atau hifa yang pertama, maka cabang-cabang tersebut akan saling bersentuhan. Titik sentuh akan terjadi lisis dinding sel (anastomosis), protoplasma akan mengalir ke semua sel hifa. Miselium yang terbentuk akan membentuk suatu koloni dan semakin banyak (Gandjar, 2016).

Miselium memiliki ciri bersekat dan berwarna putih, didalam tubuh serangga yang terinfeksi jamur ini terdiri atas banyak sel, dengan ukuran diameter 4 μm , sedangkan diluar tubuh serangga ukurannya lebih kecil, yaitu 2 μm . Hifa fertil terdapat pada cabang yang tersusun melingkar dan biasanya menggelembung atau menebal. Konidia akan menempel pada ujung dan sisi konidiofor atau cabang-cabangnya (Utomo, 2014).

Konidia jamur ini bersel satu berbentuk oval agak membulat sampai dengan bulat telur dengan warna hialin yang berdiameter 2-3 μm . Spora dihasilkan dalam bentuk simpodial dari sel-sel induk yang terhenti pada ujungnya. Pertumbuhan pada konidia diinisiasi oleh sekumpulan konidia. Spora tumbuh dengan ukuran yang lebih panjang karena akan berfungsi sebagai titik tumbuh..Pertumbuhan selanjutnya dimulai dibawah konidia berikutnya, setiap saat konidia dihasilkan pada ujung hifa dan dipakai terus, selanjutnya ujungnya akan terus tumbuh (Brady, 1979 dalam Masyitah, 2016).

Mekanisme Infeksi Jamur *Beauveria bassiana*

Entomopatogen *B. bassiana* menginfeksi inang serangga melalui kontak fisik seperti menempelkan konidia pada tubuh serangga. Perkecambahan konidia akan mengeluarkan enzim yaitu, lipolitik, kitinase, amilase dan protease, selanjutnya

enzim-enzim tersebut mampu menghidrolisis kompleks protein didalam integumen. Konidia jamur menyerang dan menghancurkan kutikula, maka hifa tersebut mampu menembus dan masuk serta berkembang didalam tubuh serangga. Mekanisme infeksi yang terjadi secara mekanik adalah infeksi terjadi melalui tekanan yang disebabkan oleh konidium *B. bassiana* yang tumbuh secara mekanik infeksi jamur ini berawal dari penetrasi miselium pada kutikula lalu berkecambah dan membentuk apresorium, kemudian menyerang epidermis dan hipodermis, kemudian hifa menyerang jaringan dan berkembang biak di dalam haemolymph (Clarkson dan Chamley, 1996 dalam Masyitah, 2016).

Jamur *Beauveria bassiana* ialah salah satu entomopatogen yang telah terbukti efektif dalam mengendalikan berbagai jenis serangga. (Daud, 2004 dalam Sianturi dkk., 2014) melaporkan bahwa jamur *B. bassiana* dengan konsentrasi 10^6 konidia/ml dapat menyebabkan kematian hama *Darna catenata* pada tanaman kelapa sebesar 98%, *Hypothenemus hampei* pada tanaman kopi sebesar 79%, *Heliothis armigera* pada tanaman tomat sebesar 83%, dan pada *Plutella xylostella* pada tanaman kubis sebesar 70% (Khasanah, 2008) dan pada larva *S. litura* sebesar 48% (Budi dkk., 2013).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Tempat penelitian ini dilakukan di Jl. Binjai Km. 10,8 Gg. Sama dan di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan.

Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Juli 2020.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Cendawan *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Crocidolomia binotalis*, daun kubis, Alkohol 98% dan Aquadest.

Alat yang digunakan adalah Stoples, tabung reaksi, kain kasa, gunting, pisau, karet gelang, kertas label, timbangan, handsprayer, pinset, label nama, hemasitometer dan mikroskop.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan :

Faktor pertama Jenis entomopatogen yang terdiri dari 3 taraf, yaitu :

A_0 = Kontrol (tanpa perlakuan)

A_1 = *Metarhizium anisopliae*

A_2 = *Beauveria bassiana*

Faktor kedua konsentrasi kerapatan konidia yang terdiri dari 3 jenis, yaitu :

K_1 = 10^6 /ml

K_2 = 10^7 /ml

K_3 = 10^8 /ml

Jumlah kombinasi perlakuan adalah $3 \times 3 = 9$ kombinasi, yaitu :

A_1K_1	A_1K_2	A_1K_3
A_2K_1	A_2K_2	A_2K_3
A_3K_1	A_3K_2	A_3K_3

Jumlah ulangan di peroleh dengan menggunakan rumus, yaitu :

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

$$(9 - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$8 (r - 1) \geq 15$$

$$8r \geq 15 + 8$$

$r = 2.87$ dibulatkan menjadi 3 ulangan

jumlah ulangan = 3 ulangan

jumlah perlakuan = 9 perlakuan

jumlah keseluruhan = 27 perlakuan

Model linier yang digunakan adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Hasil dari pengamatan faktor A (jenis entomopatogen) pada taraf ke – j dan faktor K (media substrat) pada taraf ke – k dalam ulangan ke – i

μ = Efek dari nilai tengah

ρ_i = Efek dari ulangan ke – i

α_j = Efek dari faktor A (jenis entomopatogen) pada taraf ke – j

β_k = Efek dari faktor K (media substrat) pada taraf ke – k

$(\alpha\beta)_{ik}$ = Efek interaksi dari faktor A (jenis entomopatogen) pada taraf ke – j dan faktor K (media substrat) pada taraf ke – k

ϵ_{ijk} = Efek error dari faktor A (jenis entomopatogen) taraf ke – j dan faktor K (media substrat) taraf ke – i serta ulangan ke - i

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Wadah Perlakuan

Wadah yang digunakan berupa toples yang sudah disterilkan dengan menggunakan clorox 1 %, dengan cara wadah toples direndam pada larutan clorox 1 % selama 1 menit setelah itu wadah toples diangkat dan dicuci menggunakan aquades dengan 2 kali pencucian kemudian dikering anginkan.

Penyediaan Jamur Entomopatogen

Jamur yang digunakan dalam penelitian ini adalah jamur *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* yang didapat dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan.

Persiapan Jamur Entomopatogen

Jamur *M. anisopliae* dan *B. bassiana* yang didapat dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan kemudian di perbanyak pada media PDA. Selanjutnya media di encerkan sesuai dengan perlakuan yang dibutuhkan yaitu dengan kerapatan konidia 10^6 , 10^7 dan 10^8 dengan metode Total Plate Count (TPC).

Pemeliharaan Larva Hama *Crocidolomia binotalis*

Larva *Crocidolomia binotalis* yang disediakan didapat dari hasil pembiakan dengan menggunakan metode rearing. Larva *Crocidolomia binotalis* diambil dari areal pertanaman kubis kemudian larva *Crocidolomia binotalis* di pelihara pada tanaman kubis yang ditanam di polibag, kemudian tanaman kubis yang di polibag disungkup. Selanjutnya larva *Crocidolomia binotalis* tersebut akan mengalami

metamorfosis menjadi pupa. Setelah beberapa hari pupa akan menjadi imago, dimana pada tahap ini imago diberikan pakan madu selanjutnya imago akan bertelur, selama \pm 4-6 hari telur-telur tersebut akan menetas. Kemudian larva di pelihara hingga instar 2 – 3 sebagai serangga uji yang dibutuhkan.

Persiapan Larva

Larva yang digunakan adalah instar 2 atau 3, larva tersebut di ambil dari tempat pemeliharaan dan kemudian dimasukkan ke dalam toples yang telah berisi pakan larva. Masing-masing toples berisikan 5 larva.

Aplikasi Jamur Entomopatogen

Aplikasi jamur entomopatogen dilakukan dengan cara penyemprotan menggunakan hand sprayer, penyemprotan dilakukan satu hari setelah *Crosidolomia Binotalis* yang telah diletakkan pada toples perlakuan.

Parameter Pengamatan

Persentase Mortalitas (%)

Pengamatan dilaksanakan dengan menghitung larva yang mati maupun jumlah larva yang hidup setelah hari aplikasi. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai larva mati 100 %. Pengamatan dihitung dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan :

M : Mortalitas larva

a : jumlah larva yang mati

b : jumlah larva yang hidup

Waktu Kematian (LT50)

Pengamatan dengan melihat hari keberapa larva *Crosidolomia binotalis* mengalami kematian sebanyak 50% pada populasi larva yang diuji setelah diaplikasikan dengan jamur entomopatogen dan diamati juga perlakuan yang mana terlebih dahulu mencapai nilai kematian 100%.

Gejala Kematian

Pengamatan gejala kematian ini dilakukan setiap hari setelah jamur entomopatogen diaplikasikan ke larva *Crosidolomia binotalis*. Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati perubahan yang ada pada larva dan terinfeksi oleh jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Mortalitas (%)

Persentase mortalitas pada pengamatan 1 sampai 10 hari setelah aplikasi (HSA) dan sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 2 sampai 8. Berdasarkan hasil analisa sidik ragam. Uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 1% diketahui bahwa jenis entomopatogen dan konsentrasi kerapatan kondia berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas (Tabel 1).

Tabel 1. Rataan Persentase Mortalitas Larva pada Pengamatan ke 1-10 HSA.

Perlakuan	Pengamatan ke -									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A ₀ K ₁	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71) BC	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71) D	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)
A ₁ K ₁	0,00 (0,71)	4,17 (1,67)	4,17 (1,67) BC	12,50 (3,12)	16,67 (3,60)	25,00 (4,94) C	37,50 (6,16)	41,67 (6,48)	45,83 (6,76)	54,17 (7,35)
A ₂ K ₁	0,00 (0,71)	4,17 (1,67)	8,33 (2,64) B	16,67 (4,09)	20,83 (4,57)	29,17 (5,42) BC	33,33 (5,79)	41,67 (6,48)	50,00 (7,07)	54,17 (7,32)
A ₀ K ₂	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71) BC	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71) D	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	4,17 (1,67)	4,17 (1,67)
A ₁ K ₂	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	4,17 (1,67) BC	12,50 (3,12)	20,83 (4,57)	29,17 (5,42) BC	33,33 (5,79)	37,50 (6,11)	50,00 (7,07)	75,00 (8,67)
A ₂ K ₂	0,33 (1,67)	8,33 (2,64)	16,67 (4,09) A	29,17 (5,42)	37,50 (6,16)	45,83 (6,79) B	54,17 (7,38)	62,50 (7,94)	70,83 (8,44)	79,17 (8,90)
A ₀ K ₃	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71) BC	0,00 (0,71)	0,00 (0,71)	0,00 (0,71) D	4,17 (1,67)	4,17 (1,67)	4,17 (1,67)	4,17 (1,67)
A ₁ K ₃	0,33 (1,67)	8,33 (2,64)	20,83 (4,57) A	29,17 (5,42)	37,50 (6,16)	45,83 (6,79) B	50,00 (7,11)	58,33 (7,66)	66,67 (8,19)	75 (8,67)
A ₂ K ₃	8,33 (2,64)	20,83 (4,57)	37,50 (6,16) A	50,00 (7,11)	58,33 (7,66)	66,67 (8,16) A	70,83 (8,44)	83,33 (9,15)	91,67 (9,60)	100 (10,02)

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

Berdasarkan tabel 1 pada pengamatan 1 HSA dapat dilihat bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki notasi yang menjelaskan perbedaan pengaruh dengan perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada pengamatan 1 HSA di lampiran 2, diketahui bahwa perlakuan dan interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter persentase mortalitas, meskipun terdapat perbedaan rata-rata antara perlakuan A_2K_3 dengan A_0K_1 .

Pada pengamatan 2 HSA dapat dilihat bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki notasi yang membedakan pengaruh antar perlakuan. Pada pengamatan 2 HSA, diketahui bahwa mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan A_2K_3 dengan nilai 20,83%.

Perlakuan A_2K_3 , A_1K_3 , dan A_2K_2 merupakan perlakuan terbaik pada 3 HSA, dengan nilai berturut-turut adalah 37,50%, 20,83%, dan 16,67%. Perlakuan A_2K_3 , A_1K_3 , dan A_2K_2 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Namun, perlakuan A_1K_2 dan A_1K_1 , tetapi berbeda tidak nyata A_2K_1 .

Selanjutnya, pada 4 HSA diketahui bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki notasi yang menjelaskan perbedaan pengaruh dengan perlakuan lainnya. Data terendah pada pengamatan terdapat pada A_0K_1 , A_2K_1 dan A_0K_1 dengan nilai 0,00%.

Pada pengamatan 5 HSA dapat dilihat bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki notasi yang membedakan pengaruh antar perlakuan. Pada pengamatan 2 HSA, diketahui bahwa mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan A_2K_3 dengan nilai 58,33%.

Pada pengamatan 6 HSA diketahui bahwa perlakuan A_2K_3 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Data terendah pada pengamatan terdapat pada A_0K_1 , A_0K_2 dan A_0K_3 dengan nilai 0,00%. Perlakuan A_1K_3 dan A_2K_2 berbeda tidak nyata

dengan perlakuan A_1K_2 dan A_2K_1 . Data tertinggi pada pengamatan ini terdapat pada perlakuan A_2K_3 dengan nilai 66,67%.

Pada pengamatan 7 HSA diketahui bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki notasi yang membedakan pengaruh antar perlakuan. Data tertinggi pada pengamatan ini terdapat pada perlakuan A_2K_3 dengan nilai 70,83%.

Pada pengamatan 8 HSA diketahui bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki notasi yang menjelaskan perbedaan pengaruh dengan perlakuan lainnya. Data terendah pada pengamatan terdapat pada A_0K_1 dan A_0K_2 dengan nilai 0,00%. Data tertinggi pada pengamatan ini terdapat pada perlakuan A_2K_3 dengan nilai 83,33%.

Pada pengamatan 9 HSA diketahui bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki notasi yang membedakan pengaruh antar perlakuan. Data terendah pada pengamatan terdapat pada A_0K_1 dengan nilai 0,00%.

Pada pengamatan 10 HSA diketahui bahwa seluruh perlakuan tidak memiliki notasi yang menjelaskan perbedaan pengaruh dengan perlakuan lainnya. Data terendah pada pengamatan terdapat pada A_0K_1 dengan nilai 0,00%. Data tertinggi pada pengamatan ini terdapat pada perlakuan A_2K_3 dengan nilai 100%.

Berdasarkan tabel 1 pengamatan 1 sampai 10 HSA, perlakuan A_2K_3 secara umum menunjukkan persentase mortalitas tertinggi yaitu 100%, sedangkan A_0K_1 menunjukkan persentase mortalitas terendah yaitu 0%. Hal ini disebabkan karena larva *Crosidolomia binotalis* yang diaplikasikan *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi kerapatan konidia 10^8 setelah diaplikasi lebih merata pada jenis entomopatogen dan konsentrasi kerapatan konidia tersebut.

Beauveria bassiana merupakan entomopatogen yang membentuk apresorium yang mampu melakukan penetrasi langsung ke dalam epidermis serta

berkembang baik pada hemolimfa serangga. Hal ini sesuai dengan (Tantawizal dkk, 2015) yang menyatakan bahwa konidia yang telah berkecambah membentuk tabung kecambah, kemudian menembus integumen serangga dan penetrasi ke dalam haemosel lalu setelah masuk ke dalam haemosel, cendawan membentuk tubuh hifa yang kemudian berkembang dalam haemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lain seperti jaringan lemak, trakea, dan saluran pencernaan.

Selain itu, penyebab mortalitas yang cukup baik yang ditunjukkan oleh perlakuan terhadap larva diduga akibat aktivitas enzim protease yang dihasilkan *Beauveria bassiana* yang diketahui mampu menguraikan atau memecah molekul protein. Selain protease, entomopatogen ini juga menghasilkan khitinase yang mampu mendegradasi kitin. Sebab, seperti yang diketahui kutikula (kulit larva) serangga disusun dari protein matriks kompleks dan kitin. Hal ini sesuai dengan (Aror, 2017) yang menyatakan bahwa hifa *Beauveria bassiana* mengeluarkan enzim-enzim khitinase dan protease yang dapat menghancurkan kutikula pada integument, hifa masuk ke dalam tubuh inang. Keterkaitan antara enzim degradasi yang dihasilkan *Beauveria bassiana* ternyata dapat meningkatkan mortalitas pada larva uji.

Selain mampu menghasilkan beberapa enzim pendegradasi kutikula serangga, ternyata *Beauveria bassiana* menghasilkan toksin yang sering disebut beauvericin yang mampu membuat gangguan fungsi hemolimfa dan membuat pembengkakan yang disertai pengerasan pada larva uji. Hal ini sesuai dengan (Soetopo dan Iga, 2007) yang menyatakan bahwa *B. bassiana* memproduksi toksin yang disebut juga beauvericin (Kučera dan Samšínáková, 1968) yang dapat

membuat gangguan pada fungsi hemolimfa dan nukleus serangga dan mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan pada serangga yang terinfeksi.

Berbeda dengan *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* secara umum memiliki tingkat infeksi yang cukup rendah, terlebih pada kerapatan dengan nilai yang cukup kecil. Virulensi *Metarhizium anisopliae* yang cukup rendah ini diduga akibat ekologi hidup jamur ini yang menyukai habitat di tanah sehingga akan lebih efektif apabila diaplikasikan dekat dengan tanah, sebab jamur ini dapat bertahan. Hal ini sesuai dengan (Kapriyanto dkk, 2013). yang menyatakan bahwa jamur *M. anisopliae* lebih dikenal sebagai jamur yang berhabitat di tanah (*soil fungi*) sehingga lebih mapan jika diaplikasikan dalam bentuk konidia dalam tanah.

Selanjutnya, perbedaan mortalitas tiap perlakuan pada pengamatan 10 HSA beserta notasinya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Persentase Mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* pada pengamatan 10 HSA.

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Rataan
A ₀	0,00	4,17	4,17	2,78 C
A ₁	54,17	75,00	75,00	68,06 B
A ₂	54,17	79,17	100,00	77,78 A
Rataan	36,11 C	52,78 B	59,72 A	

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa perlakuan A₂ berbeda nyata dengan perlakuan A₁ dan A₀. Hal ini sesuai dengan (Masyitah dkk., 2017) yang menyatakan bahwa tingkat virulensi, media tumbuh, vabilitas dan patogenitas jamur entomopatogen sangat dapat menentukan keberhasilan cendawan dalam proses menginfeksi inang hama.

Selanjutnya perlakuan K₃ berbeda nyata dengan perlakuan K₂ dan K₁. Hal ini sesuai dengan (Ardiyanti *dkk.*, 2013) yang menyatakan bahwa, semakin banyak spora yang terdapat pada tubuh serangga, semakin besar juga peluang jamur untuk tumbuh dan berkembang pada tubuh serangga, maka selanjutnya spora mematikan serangga.

Waktu Kematian (LT50)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat dilihat bahwa waktu kematian yang dialami oleh larva *Crocidolomia binotalis* yang dianalisis dengan menggunakan analisis probit pada 1-10 HSA (Tabel 3).

Tabel 3. Waktu Kematian (LT50) *Crocidolomia binotalis* yang mati pada pengamatan ke 1-10 HSA.

Perlakuan	Jumlah Larva Seluruhnya	Waktu Kematian (Hari)
A ₀ K ₁	8	~
A ₁ K ₁	8	9,51
A ₂ K ₁	8	9,391
A ₀ K ₂	8	18,814
A ₁ K ₂	8	8,352
A ₂ K ₂	8	6,444
A ₀ K ₃	8	26,883
A ₁ K ₃	8	6,661
A ₂ K ₃	8	4,454

Berdasarkan tabel 2 data yang diambil adalah rata-rata jumlah kematian larva *Crocidolomia binotalis* terhadap jenis entomopatogen *Beauveria bassiana* pada taraf konsentrasi kerapatan konidia 10⁶, 10⁷ dan 10⁸. Waktu kematian tercepat terjadi pada perlakuan A₂K₃ mampu mengendalikan larva *C. binotalis* selama 4,454 hari dengan mortalitas larva yaitu 8 larva, sedangkan waktu kematian terlama yaitu A₁K₁ yang membutuhkan waktu 9,51 hari. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kerapatan konidia yang digunakan, maka semakin banyak pula spora yang ada sehingga semakin banyak pula spora yang akan menempel

pada serangga inang. Hal ini sesuai dengan (Hasibuan dkk, 2013) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kerapatan konidia yang digunakan, maka semakin banyak spora yang dikandungnya sehingga semakin banyak spora yang menempel pada serangga inang, yang selanjutnya akan menyebabkan kematian pada serangga tersebut.

Gejala Kematian

Dilihat dari penelitian yang dilakukan, maka tampak perubahan menjelang kematian pada larva *Crocidolomia binotalis* yakni berwarna hijau pucat tanda serangan entomopatogen sudah memasuki integumen serangga (Gambar 1).



Gambar 1. Larva yang terserang jamur entomopatogen menunjukkan gejala pucat.
Sumber : Dokumbentasi Penelitian (2020).

Serangan lebih lanjut, dapat dilihat bahwa larva yang terserang entomopatogen (A_1K_3) memiliki ciri-ciri kaku pada seluruh bagian tubuhnya (Gambar 2)



Gambar 2. Larva *Crocidolomia binotalis* yang terserang *Metarhizium anisopliae*..
Sumber : Dokumentasi Penelitian (2020).

Hal ini sesuai dengan (Arsi, 2020) menyatakan bahwa ciri-ciri serangga yang terserang jamur entomopatogen adalah pertama bergerak lambat, kemudian serangga tersebut mati, serangga yang mati tubuhnya keras dan kaku.

Pada perlakuan A₂K₃, terlihat gejala pembungkusan larva akibat hifa *B. bassiana* pada seluruh tubuh berwarna keputihan. Saat gejala awal, akumulasi hifa tidak terlalu banyak, tetapi tetap terlihat menyelubungi permukaan tubuh larva. Hal ini sesuai dengan (Lapinangga dan Yosefus., 2014) menyatakan bahwa bagian lunak yang terdapat pada tubuh serangga inang, maka cendawan ini akan menembus keluar dan menampakkan pertumbuhan hifa dibagian luar tubuh serangga inang yang biasa disebut “white bloom” yang akan serangga sasaran baru (Gambar 3).



Gambar 3. Larva *Crocidolomia binotalis* yang terserang *Beauveria bassiana*.
Sumber : Dokumentasi Penelitian (2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah :

1. Jamur *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* efektif dalam mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis*.
2. Perlakuan A₂K₃ dapat mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis* dengan mortalitas 100% pada 10 HSA.
3. Konsentrasi kerapatan spora terbaik yang dapat di-implementasi sebagai tindak pengendalian terhadap larva *Crocidolomia binotalis* adalah kerapatan spora 10⁸, yang berada pada perlakuan A₂K₃ dan A₁K₃ dengan persentase mortalitas berturut-turut adalah 100% dan 75%.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan kedua entomopatogen ini dalam satu perlakuan dengan menganggap konsentrasi kerapatan spora yang digunakan adalah 10⁸ untuk mengetahui tingkat efektivitas dan potensi apabila kedua entomopatogen ini digabungkan, karena kedua entomopatogen ini dinilai sangat berpotensi untuk dapat digunakan secara umum pada kisaran jenis hama yang cukup luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. 2010. Laporan Hama Ulat Crop (*Crocidolomia binotalis* Zell.) (Lepidoptere : Pyralidae) pada Kubis (*Brassica oleracea* L.). Dizited by IPB e-repository copy right.
- Anggarawati, S., Santoso, T., dan Anwar, R. 2017. Penggunaan Cendawan Entomopatogen *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin Dan *Lecanicillium Lecanii* (Zimm) Zare & Gams Untuk Mengendalikan *Helopeltis Antonii* Sign (Hemiptera: Miridae). *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol. 08 No. 3, Hal 197-202.
- Aror, APF. 2017. Pemanfaatan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (balsamo) vuillemin terhadap larva *Plutella xylostella* (L.) di laboratorium. SKRIPSI. Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi.
- Arsi, Yulia P., Suparman SHK., dan Bambang G. 2020. Eksplorasi, isolasi dan identifikasi jamur entomopatogen yang menginfeksi serangga hama. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis* 1(2): 70-76.
- Ardiyanti, AT. Gatot M. dan Toto H. 2015. Uji Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin pada Jangkrik (*Gryllus* sp.) (Orthoptera: Gryllidae). *Jurnal HPT* 3(3):43-51
- Barroroh, I. 2012. Pemanfaatan Bakteriofage Sebagai Agens Pengendalian Hayati Busuk Hitam Pada Kubis. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Budi, A. S., A. Afandhi dan Retno D. Puspitarini. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada Larva *Spodoptera Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal HPT* Volume 1 Nomor 1 April 2013.
- Gandjar, Indrawati. 2016. Mikologi Dasar dan Terapan. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Gusmara, B. H. 2011. Pembuatan dan Pengujian Formula *Metarhizium majus* UICC 295 dengan Media Pembawa Substrat Beras (*Oriza sativa*) Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hasibuan, R., Herlina L., Lestari W. dan Purnomo. 2013. Pertumbuhan jamur *Beauveria bassiana* (bals) vuill dan patogenisitasnya terhadap hama kutu daun kedelai (*Aphis glycines matsumura*). *Jurnal Agrotek Tropika* 1(3): 283-288.

- Kapriyanto, Nanang TH., dan Saifuddin H. 2013. Patogenisitas isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* entomopatogen terhadap larva uret famili *Scarabaieda*. Berkala Ilmiah Pertanian.
- Kristanto SP, Sutjipto, Soekarto. 2013. Pengendalian hama pada tanaman kubis dengan sistem tanam tumpangsari. Berkala Ilmiah Pertanian 1(1): 7-9.
- Lapinangga, NJ. dan Yosefus FL. 2016. Efektivitas cendawan entomopatogen isolat lokal terhadap hama kumbang ubi jalar *Cylas formicarius fabricus*. *Partner* 21(2): 317- 327.
- Masyitah, I, Suzanna FS. dan Irda S. 2016. Potensi Jamur Entomopatogen Untuk Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera Litura* F.) (Lepidoptera : Noctuidae) Pada Tanaman Tembakau Di Rumah Kasa. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Permadi, A.H., Sastrosiswojo, S. 2010. Kubis. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Hortikultura Lembang. Lembang.
- Pracaya. 2009. Hama dan Penyakit Tanaman. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pratiwi, D. 2017. Patogenisitas Empat Isolat Cendawan Beauveria Bassiana Terhadap Hama Helopeltis Spp. Dan Riptortus Linearis Di Laboratorium. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Prayogo, Y., Tengkan dan Marwoto.. 2010. Prospek Cendawan Entomopatogen *Metarhiziumanisopliae* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. *J. Litbang Pertanian*. 24(1): 19-23.
- Rachma, P. I. 2016. Pengaruh Kombinasi Cendawan *Metarhizium anisopliae* dengan Ekstrak Biji Jarak terhadap Mortalitas *Helopeltis* spp. di Laboratorium. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Raharjo, R. I. 2016. Perbanyakkan *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin Menggunakan Teknik Dua Fase. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Santosa, J dan Sartono, S. 2014. Laporan Penelitian Kajian Insektisida Hayati terhadap Daya Bunuh Ulat *Plutella xylostella* dan *Crocidolomia binotalis* pada Tanaman Kubis Crop. Balai Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pertanian RI. Jakarta.
- Sastrosiswojo, S. 2011. Perpaduan pengendalian secara hayati dan kimiawi hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L.: Lepidoptera: Yponomeutidae) pada tanaman kubis. Disertasi. Universitas Padjadjaran.
- Setiawati S., 2017. Efikasi Ekstrak Daun Mengkudu Terhadap Mortalitas Larva *Crocidolomia Binotalis* Zell. *Skripsi*. Universitas Lampung.

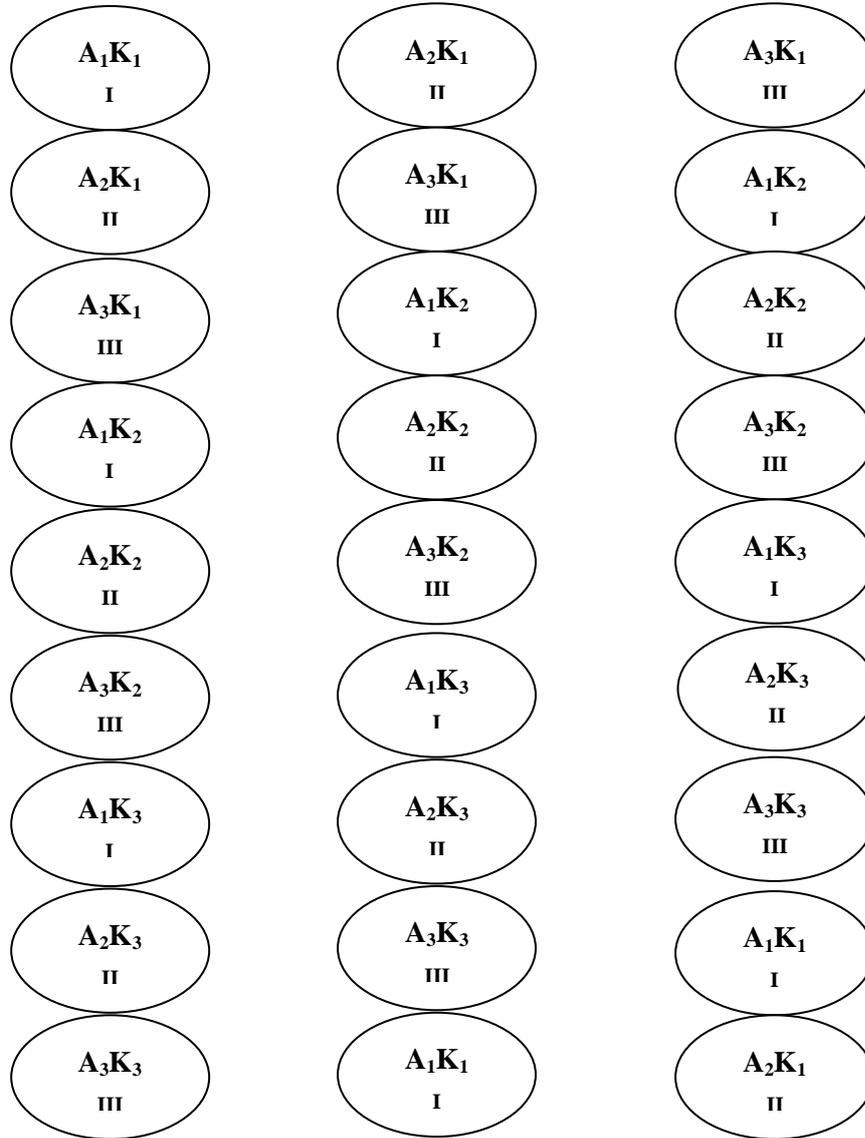
- Setiawati, S., Hasibuan, R., Nuryasin dan Purnomo. 2018. Efikasi Ekstrak Daun Mengkudu Terhadap Mortalitas Larva *Crociodolomia Binotalis* Zell. *Jurnal Agrotek Tropika*, Vol. 9 No. 2 Hal. 99-104.
- Sianturi, N. B., Y. Pangestiningih dan L. Lubis. 2014. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarhizium anisopliae* (Metch) terhadap *Chilo sacchariphagus* Boj. (Lepidoptera : Pyralidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. Vol.2, No.4 : 1607-1613.
- Simbolon, M. O. 2010. Pengaruh Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo dan *Metarhizium Anisopliae* (Metch.) Sorokin dan Ketahanan Beberapa Varietas Tanaman Cabai Terhadap Hama *Thrips* Spp. Di Lapangan. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Soetopo, D. dan Iga I. 2007. Status teknologi dan prospek *Beauveria bassiana* untuk pengendalian serangga hama tanaman perkebunan yang ramah lingkungan. *Perspektif* 6(1): 29-46.
- Soetopo dan Indrayani, 2017. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* untuk Pengujian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan. *Perspektif*, 6(1): 29-46.
- Sudarmono. 2013. Pengendalian serangga Hama Sayuran dan Palawija. Kanisius. Jakarta.
- Suprayogi, Marheni dan S. Oemry. 2015. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Kepik Hijau (*Nezara viridula* L.) (Hemiptera ; Pentatomidae) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) di Rumah Kasa. *Jurnal Online Agroekoteknologi* .ISSN No. 2337- 6597. Vol.3, No.1 : 320 - 327 Desember 2015.
- Tantawizal, Alfi I. dan Yusmani P. 2015. Potensi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (balsamo) vuillemin untuk mengendalikan hama boleng *Cylas formicarius* f. Pada tanaman ubijalar. *Buletin Palawija* 29 : 46-53.
- Tobing, S. S. L, Marheni dan Hasanuddin. 2015. Uji Efektivitas *Metarhizium anisopliae* Metch. dan *Beauveria bassiana* Bals. terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) di Rumah Kasa. *Jurnal Agroekoteknologi*. Vol.4. No.1, Desember 2015. (553) :1659 – 1665. E-ISSN No. 2337- 6597
- Utomo dan Pardede. 2014. Pengaruh Musim pada Hipobiose *Haemonchus contortus* dan Fluktuasi Populasi Nematoda Saluran Pencernaan Domba di Indramayu, Jawa Barat. hlm. 171–192. Prosiding Seminar. Nasional Hasil Penelitian Perguruan Tinggi.

Wahyuni, S. 2014. Perkembangan Hama dan Penyakit Kubis dan Tomat pada Tiga Sistem Budidaya Pertanian di Desa Sukagalih Kecamatan Megamendung Kabupaten Bogor. Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.

Widiyanti, N. L. P. M dan S. Muyadihardja. 2014. Uji Toksisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Media Litbang Kesehatan* 14 (3): 25-30.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian



Keterangan :

A₁ : Kontrol (tanpa perlakuan)

A₂ : *Metarhizium anisopliae*

A₃ : *Beauveria bassiana*

K₁ : 10⁶

K₂ : 10⁷

K₃ : 10⁸

Lampiran 2. Persentase Mortalitas (%) 1 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₂ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₀ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₂ K ₂	0	0	12,5	12,50	4,17
A ₀ K ₃	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₃	12,5	0	0	12,50	4,17
A ₂ K ₃	12,5	0	12,5	25,00	8,33
Total	25,00	0,00	25,00	50,00	
Rataan	2,78	0,00	2,78		1,85

Lampiran 3. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 1 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₂ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₀ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₂ K ₂	0,71	0,71	3,61	5,02	1,67
A ₀ K ₃	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₃	3,61	0,71	0,71	5,02	1,67
A ₂ K ₃	3,61	0,71	3,61	7,92	2,64
Total	12,16	6,36	12,16	30,69	
Rataan	1,35	0,71	1,35		1,14

Lampiran 4. Tabel Dwi Kasta Total 1 HSA

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	2,12	2,12	6,36	2,12
A ₁	2,12	2,12	5,02	9,26	3,09
A ₂	2,12	5,02	7,92	15,06	5,02
Total	6,36	9,26	15,06	30,69	
Rataan	2,12	3,09	5,02		

Lampiran 5. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 1 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	11,82	1,48	1,58	tn	2,51	3,71
A	2	4,36	2,18	2,33	tn	3,55	6,01
K	2	4,36	2,18	2,33	tn	3,55	6,01
PxK	4	3,11	0,78	0,83	tn	2,93	4,58
Galat	18	16,80	0,93				
Total	26	28,63					

Keterangan :
 tn : tidak nyata
 * : nyata
 ** : Sangat nyata
 KK : 9,02%

Lampiran 6. Persentase Mortalitas (%) 2 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	0	0	12,5	12,50	4,17
A ₂ K ₁	0	12,5	0	12,50	4,17
A ₀ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₂ K ₂	12,5	0	12,5	25,00	8,33
A ₀ K ₃	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₃	12,5	12,5	0	25,00	8,33
A ₂ K ₃	25	25	12,5	62,50	20,83
Total	50,00	50,00	37,50	137,50	
Rataan	5,56	5,56	4,17		5,09

Lampiran 7. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 2 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	0,71	0,71	3,61	5,02	1,67
A ₂ K ₁	0,71	3,61	0,71	5,02	1,67
A ₀ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₂ K ₂	3,61	0,71	3,61	7,92	2,64
A ₀ K ₃	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₃	3,61	3,61	0,71	7,92	2,64
A ₂ K ₃	5,05	5,05	3,61	13,71	4,57
Total	16,50	16,50	15,06	48,07	
Rataan	1,83	1,83	1,67		1,78

Lampiran 8. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	2,12	2,12	6,36	2,12
A ₁	5,02	2,12	7,92	15,06	5,02
A ₂	5,02	7,92	13,71	26,64	8,88
Total	12,16	12,16	23,74	48,07	
Rataan	4,05	4,05	7,91		

Lampiran 9. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 2 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	41,64	5,20	3,94	**	2,51	3,71
A	2	23,00	11,50	8,70	**	3,55	6,01
K	2	9,94	4,97	3,76	*	3,55	6,01
PxK	4	8,70	2,17	1,64	tn	2,93	4,58
Galat	18	23,79	1,32				
Total	26	65,43					

Keterangan :
 tn : tidak nyata
 * : nyata
 ** : Sangat nyata
 KK : 8,62%

Lampiran 10. Persentase Mortalitas (%) 3 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	0	0	12,5	12,50	4,17
A ₂ K ₁	12,5	12,5	0	25,00	8,33
A ₀ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₂	12,5	0	0	12,50	4,17
A ₂ K ₂	25	12,5	12,5	50,00	16,67
A ₀ K ₃	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₃	25	12,5	25	62,50	20,83
A ₂ K ₃	37,5	37,5	37,5	112,50	37,50
Total	112,50	75,00	87,50	275,00	
Rataan	12,50	8,33	9,72		10,19

Lampiran 11. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 3 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	0,71	0,71	3,61	5,02	1,67
A ₂ K ₁	3,61	3,61	0,71	7,92	2,64
A ₀ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₂	3,61	0,71	0,71	5,02	1,67
A ₂ K ₂	5,05	3,61	3,61	12,26	4,09
A ₀ K ₃	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₃	5,05	3,61	5,05	13,71	4,57
A ₂ K ₃	6,16	6,16	6,16	18,49	6,16
Total	26,30	20,52	21,96	68,78	
Rataan	2,92	2,28	2,44		2,55

Lampiran 12. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	2,12	2,12	6,36	2,12 C
A ₁	5,02	5,02	13,71	23,74	7,91 B
A ₂	7,92	12,26	18,49	38,67	12,89 A
Total	15,06	19,40	34,32	68,78	
Rataan	5,02 C	6,47 B	11,44 A		

Lampiran 13. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 3 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	93,70	11,71	10,77	**	2,51	3,71
A	2	58,10	29,05	26,70	**	3,55	6,01
K	2	22,68	11,34	10,42	**	3,55	6,01
PxK	4	12,92	3,23	2,97	*	2,93	4,58
Galat	18	19,58	1,09				
Total	26	113,28					

Keterangan :
tn : tidak nyata
* : nyata
** : Sangat nyata
KK : 6,53 %

Lampiran 14. Persentase Mortalitas (%) 4 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	0	12,5	25	37,50	12,50
A ₂ K ₁	25	12,5	12,5	50,00	16,67
A ₀ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₂	25	12,5	0	37,50	12,50
A ₂ K ₂	37,5	25	25	87,50	29,17
A ₀ K ₃	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₃	25	25	37,5	87,50	29,17
A ₂ K ₃	50	50	50	150,00	50,00
Total	162,50	137,50	150,00	450,00	
Rataan	18,06	15,28	16,67		16,67

Lampiran 15. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 4 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	0,71	3,61	5,05	9,36	3,12
A ₂ K ₁	5,05	3,61	3,61	12,26	4,09
A ₀ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₂	5,05	3,61	0,71	9,36	3,12
A ₂ K ₂	6,16	5,05	5,05	16,26	5,42
A ₀ K ₃	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₃	5,05	5,05	6,16	16,26	5,42
A ₂ K ₃	7,11	7,11	7,11	21,32	7,11
Total	31,25	30,14	29,80	91,20	
Rataan	3,47	3,35	3,31		3,38

Lampiran 16. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	2,12	2,12	6,36	2,12
A ₁	9,36	9,36	16,26	34,99	11,66
A ₂	12,26	16,26	21,32	49,84	16,61
Total	23,74	27,75	39,70	91,20	
Rataan	7,91	9,25	13,23		

Lampiran 17. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 4 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	132,86	16,61	13,22	**	2,51	3,71
A	2	108,54	54,27	43,20	**	3,55	6,01
K	2	15,32	7,66	6,10	**	3,55	6,01
PxK	4	9,00	2,25	1,79	tn	2,93	4,58
Galat	18	22,61	1,26				
Total	26	155,47					

Keterangan :
 tn : tidak nyata
 * : nyata
 ** : Sangat nyata
 KK : 6,10 %

Lampiran 18. Persentase Mortalitas (%) 5 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	0	25	25	50,00	16,67
A ₂ K ₁	25	25	12,5	62,50	20,83
A ₀ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₂	25	25	12,5	62,50	20,83
A ₂ K ₂	37,5	37,5	37,5	112,50	37,50
A ₀ K ₃	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₃	37,5	37,5	37,5	112,50	37,50
A ₂ K ₃	62,5	50	62,5	175,00	58,33
Total	187,50	200,00	187,50	575,00	
Rataan	20,83	22,22	20,83		21,30

Lampiran 19. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 5 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	0,71	5,05	5,05	10,81	3,60
A ₂ K ₁	5,05	5,05	3,61	13,71	4,57
A ₀ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₂	5,05	5,05	3,61	13,71	4,57
A ₂ K ₂	6,16	6,16	6,16	18,49	6,16
A ₀ K ₃	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₃	6,16	6,16	6,16	18,49	6,16
A ₂ K ₃	7,94	7,11	7,94	22,98	7,66
Total	33,19	36,71	34,65	104,55	
Rataan	3,69	4,08	3,85		3,87

Lampiran 20. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	2,12	2,12	6,36	2,12
A ₁	10,81	13,71	18,49	43,00	14,33
A ₂	13,71	18,49	22,98	55,18	18,39
Total	26,63	34,32	43,60	104,55	
Rataan	8,88	11,44	14,53		

Lampiran 21. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 5 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	167,86	20,98	23,88	**	2,51	3,71
A	2	143,47	71,74	81,65	**	3,55	6,01
K	2	16,03	8,02	9,12	**	3,55	6,01
PxK	4	8,36	2,09	2,38	tn	2,93	4,58
Galat	18	15,81	0,88				
Total	26	183,67					

Keterangan :
 tn : tidak nyata
 * : nyata
 ** : Sangat nyata
 KK : 4,76 %

Lampiran 22. Persentase Mortalitas (%) 6 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	12,5	25	37,5	75,00	25,00
A ₂ K ₁	25	37,5	25	87,50	29,17
A ₀ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₂	25	37,5	25	87,50	29,17
A ₂ K ₂	50	37,5	50	137,50	45,83
A ₀ K ₃	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₃	50	37,5	50	137,50	45,83
A ₂ K ₃	75	50	75	200,00	66,67
Total	237,50	225,00	262,50	725,00	
Rataan	26,39	25,00	29,17		26,85

Lampiran 23. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 6 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	3,61	5,05	6,16	14,82	4,94
A ₂ K ₁	5,05	6,16	5,05	16,26	5,42
A ₀ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₂	5,05	6,16	5,05	16,26	5,42
A ₂ K ₂	7,11	6,16	7,11	20,38	6,79
A ₀ K ₃	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₃	7,11	6,16	7,11	20,38	6,79
A ₂ K ₃	8,69	7,11	8,69	24,48	8,16
Total	38,73	38,94	41,29	118,95	
Rataan	4,30	4,33	4,59		4,41

Lampiran 24. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	2,12	2,12	6,36	2,12 C
A ₁	14,82	16,26	20,38	51,46	17,15 B
A ₂	16,26	20,38	24,48	61,13	20,38 A
Total	33,20	38,76	46,98	118,95	
Rataan	11,07 C	12,92 B	15,66 A		

Lampiran 25. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 6 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	206,66	25,83	59,60	**	2,51	3,71
A	2	189,85	94,93	219,01	**	3,55	6,01
K	2	10,68	5,34	12,32	**	3,55	6,01
PxK	4	6,13	1,53	3,53	*	2,93	4,58
Galat	18	7,80	0,43				
Total	26	214,46					

Keterangan :
tn : tidak nyata
* : nyata
** : Sangat nyata
KK : 3,14 %

Lampiran 26. Persentase Mortalitas (%) 7 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	37,5	37,5	37,5	112,50	37,50
A ₂ K ₁	37,5	37,5	25	100,00	33,33
A ₀ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₂	37,5	37,5	25	100,00	33,33
A ₂ K ₂	50	50	62,5	162,50	54,17
A ₀ K ₃	0	12,5	0	12,50	4,17
A ₁ K ₃	50	50	50	150,00	50,00
A ₂ K ₃	75	62,5	75	212,50	70,83
Total	287,50	287,50	275,00	850,00	
Rataan	31,94	31,94	30,56		31,48

Lampiran 27. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 7 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	6,16	6,16	6,16	18,49	6,16
A ₂ K ₁	6,16	6,16	5,05	17,38	5,79
A ₀ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₂	6,16	6,16	5,05	17,38	5,79
A ₂ K ₂	7,11	7,11	7,94	22,15	7,38
A ₀ K ₃	0,71	3,61	0,71	5,02	1,67
A ₁ K ₃	7,11	7,11	7,11	21,32	7,11
A ₂ K ₃	8,69	7,94	8,69	25,32	8,44
Total	43,52	45,66	42,12	131,30	
Rataan	4,84	5,07	4,68		4,86

Lampiran 28. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	2,12	5,02	9,26	3,09
A ₁	18,49	17,38	21,32	57,19	19,06
A ₂	17,38	22,15	25,32	64,84	21,61
Total	37,99	41,65	51,65	131,30	
Rataan	12,66	13,88	17,22		

Lampiran 29. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 7 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	216,93	27,12	60,30	**	2,51	3,71
A	2	201,67	100,83	224,23	**	3,55	6,01
K	2	11,11	5,56	12,36	**	3,55	6,01
PxK	4	4,15	1,04	2,30	tn	2,93	4,58
Galat	18	8,09	0,45				
Total	26	225,02					

Keterangan :
 tn : tidak nyata
 * : nyata
 ** : Sangat nyata
 KK : 3,04 %

Lampiran 30. Persentase Mortalitas (%) 8 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	37,5	50	37,5	125,00	41,67
A ₂ K ₁	50	37,5	37,5	125,00	41,67
A ₀ K ₂	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₂	50	37,5	25	112,50	37,50
A ₂ K ₂	62,5	62,5	62,5	187,50	62,50
A ₀ K ₃	0	12,5	0	12,50	4,17
A ₁ K ₃	50	62,5	62,5	175,00	58,33
A ₂ K ₃	87,5	75	87,5	250,00	83,33
Total	337,50	337,50	312,50	987,50	
Rataan	37,50	37,50	34,72		36,57

Lampiran 31. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 8 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	6,16	7,11	6,16	19,44	6,48
A ₂ K ₁	7,11	6,16	6,16	19,44	6,48
A ₀ K ₂	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₂	7,11	6,16	5,05	18,32	6,11
A ₂ K ₂	7,94	7,94	7,94	23,81	7,94
A ₀ K ₃	0,71	3,61	0,71	5,02	1,67
A ₁ K ₃	7,11	7,94	7,94	22,98	7,66
A ₂ K ₃	9,38	8,69	9,38	27,45	9,15
Total	46,92	49,02	44,76	140,70	
Rataan	5,21	5,45	4,97		5,21

Lampiran 32. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	2,12	5,02	9,26	3,09
A ₁	19,44	18,32	22,98	60,74	20,25
A ₂	19,44	23,81	27,45	70,70	23,57
Total	40,99	44,25	55,45	140,70	
Rataan	13,66	14,75	18,48		

Lampiran 33. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 8 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	258,15	32,27	59,99	**	2,51	3,71
A	2	241,60	120,80	224,56	**	3,55	6,01
K	2	12,78	6,39	11,88	**	3,55	6,01
PxK	4	3,77	0,94	1,75	tn	2,93	4,58
Galat	18	9,68	0,54				
Total	26	267,83					

Keterangan :
 tn : tidak nyata
 * : nyata
 ** : Sangat nyata
 KK : 3,21 %

Lampiran 34. Persentase Mortalitas (%) 9 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0	0	0	0,00	0,00
A ₁ K ₁	37,5	62,5	37,5	137,50	45,83
A ₂ K ₁	62,5	50	37,5	150,00	50,00
A ₀ K ₂	0	0	12,5	12,50	4,17
A ₁ K ₂	62,5	50	37,5	150,00	50,00
A ₂ K ₂	75	75	62,5	212,50	70,83
A ₀ K ₃	0	12,5	0	12,50	4,17
A ₁ K ₃	62,5	75	62,5	200,00	66,67
A ₂ K ₃	100	87,5	87,5	275,00	91,67
Total	400,00	412,50	337,50	1150,00	
Rataan	44,44	45,83	37,50		42,59

Lampiran 35. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 9 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	6,16	7,94	6,16	20,27	6,76
A ₂ K ₁	7,94	7,11	6,16	21,21	7,07
A ₀ K ₂	0,71	0,71	3,61	5,02	1,67
A ₁ K ₂	7,94	7,11	6,16	21,21	7,07
A ₂ K ₂	8,69	8,69	7,94	25,32	8,44
A ₀ K ₃	0,71	3,61	0,71	5,02	1,67
A ₁ K ₃	7,94	8,69	7,94	24,56	8,19
A ₂ K ₃	10,02	9,38	9,38	28,79	9,60
Total	50,81	53,93	48,77	153,51	
Rataan	5,65	5,99	5,42		5,69

Lampiran 36. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	5,02	5,02	12,16	4,05
A ₁	20,27	21,21	24,56	66,04	22,01
A ₂	21,21	25,32	28,79	75,31	25,10
Total	43,60	51,54	58,37	153,51	
Rataan	14,53	17,18	19,46		

Lampiran 37. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 9 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	273,25	34,16	35,18	**	2,51	3,71
A	2	258,39	129,19	133,08	**	3,55	6,01
K	2	12,15	6,08	6,26	**	3,55	6,01
PxK	4	2,71	0,68	0,70	tn	2,93	4,58
Galat	18	17,47	0,97				
Total	26	290,73					

Keterangan :
tn : tidak nyata
* : nyata
** : Sangat nyata
KK : 4,13 %

Lampiran 38. Persentase Mortalitas (%) 10 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₁ K ₁	62,50	62,50	37,50	162,50	54,17
A ₂ K ₁	75,00	50,00	37,50	162,50	54,17
A ₀ K ₂	0,00	0,00	12,50	12,50	4,17
A ₁ K ₂	87,50	75,00	62,50	225,00	75,00
A ₂ K ₂	87,50	87,50	62,50	237,50	79,17
A ₀ K ₃	0,00	12,50	0,00	12,50	4,17
A ₁ K ₃	75,00	87,50	62,50	225,00	75,00
A ₂ K ₃	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
Total	487,50	475,00	375,00	1337,50	
Rataan	54,17	52,78	41,67		49,54

Lampiran 39. Data Pengamatan Persentase Mortalitas Setelah Transformasi $\sqrt{(y+0,5)}$ 10 HSA.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
A ₀ K ₁	0,71	0,71	0,71	2,12	0,71
A ₁ K ₁	7,94	7,94	6,16	22,04	7,35
A ₂ K ₁	8,69	7,11	6,16	21,96	7,32
A ₀ K ₂	0,71	0,71	3,61	5,02	1,67
A ₁ K ₂	9,38	8,69	7,94	26,01	8,67
A ₂ K ₂	9,38	9,38	7,94	26,70	8,90
A ₀ K ₃	0,71	3,61	0,71	5,02	1,67
A ₁ K ₃	8,69	9,38	7,94	26,01	8,67
A ₂ K ₃	10,02	10,02	10,02	30,07	10,02
Total	56,22	57,54	51,19	164,95	
Rataan	6,25	6,39	5,69		6,11

Lampiran 40. Tabel Dwi Kasta Total

A/K	K ₁	K ₂	K ₃	Total	Rataan
A ₀	2,12	5,02	5,02	12,16	4,05 C
A ₁	22,04	26,01	26,01	74,05	24,68 B
A ₂	21,96	26,70	30,07	78,73	26,24 A
Total	46,12	57,73	61,10	164,95	
Rataan	15,37 C	19,24 B	20,37 A		

Lampiran 41. Daftar Sidik Ragam Persentase Mortalitas 10 HSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F Tabel		
					0,05	0,01	
Perlakuan	8	323,28	40,41	36,32	**	2,51	3,71
A	2	306,83	153,42	137,89	**	3,55	6,01
K	2	13,72	6,86	6,17	**	3,55	6,01
PxK	4	2,72	0,68	0,61	tn	2,93	4,58
Galat	18	20,03	1,11				
Total	26	343,31					

Keterangan :
tn : tidak nyata
* : nyata
** : Sangat nyata
KK : 4,27%