

**PENGARUH BERBAGAI BIOPESTISIDA DALAM MENEKAN  
HAMA SERTA APLIKASI BERBAGAI BIOAKTIVATOR  
UNTUK MENINGKATKAN HASIL BUNGA KOL  
(*Brassica oleraceae* L.)**

**OLEH:**

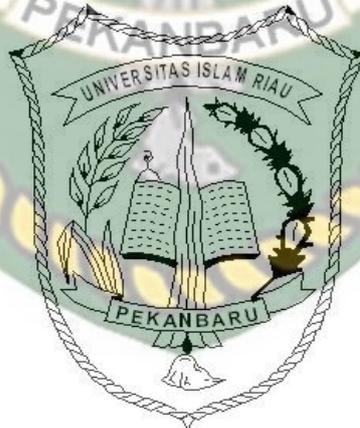
**CHUSRIN IRWANSYAH**

**204121008**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**TESIS**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar magister Pertanian*



**PROGRAM MAGISTER PASCASRJANA AGRONOMI  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2022**

**PENGARUH BERBAGAI BIOPESTISIDA DALAM MENEKAN  
HAMA SERTA APLIKASI BERBAGAI BIOAKTIVATOR  
UNTUK MENINGKATKAN HASIL BUNGA KOL  
(*Brassica oleraceae* L.)**

**PENELITIAN**

**NAMA : CHUSRIN IRWANSYAH**

**NPM : 204121008**

**PROGRAM STUDI : AGRONOMI**

**MENYETUJUI**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr. Ir. Saripah Ulpah, M.Sc**

**Dr. Ir. T. Edy Sabli, M.Si**

**Ketua Program Studi Agronomi**

**Dr. Ir. Saripah Ulpah, M.Sc**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis tentang “Pengaruh Berbagai Biopestisida dalam Menekan Hama serta Aplikasi Berbagai Bioaktivator untuk Meningkatkan Hasil Bunga Kol (*Brassica oleraceae* L)”

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr. Ir. Saripah Ulpah, M.Sc selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. T. Edi Sabli M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan hingga selesai dalam penulisan tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Direktur, Ibu Ketua Program Studi Agronomi, Bapak dan Ibu Dosen serta tidak lupa kepada karyawan Tata Usaha Pasca Sarjana Universitas Islam Riau. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua yang telah memberi dukungan dan semangat serta teman-teman yang telah banyak membantu dalam penulisan tesis ini.

Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun untuk perbaikan dan kesempurnaan tesis ini. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca baik dalam dunia pendidikan maupun dalam pengaplikasiannya dalam sehari-hari.

Pekanbaru, April 2022

Penulis

## ABSTRAK

Pengaruh Berbagai Biopestisida dalam Menekan Hama serta Aplikasi Berbagai Bioaktivator untuk Meningkatkan Hasil Bunga Kol (*Brassica oleraceae* L)” dibawah bimbingan Dr. Ir. Saripah Ulpah, M.Sc selaku pembimbing I dan Dr. Ir. H. T. Edi Sabli, M.Si selaku pembimbing II. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh pemberian bioaktivator dan biopestisida terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bunga kol.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah jenis bioaktivator yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa bioaktivator, EM4, *Tricoderma*, Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA). Faktor kedua adalah biopestisida yang terdiri dari 5 taraf yaitu tanpa biopestisida, ekstrak pinang muda, *Metarhizium*, *Beauveria bassiana* insektisida bahan aktif abamektin juga sebagai kontrol. Parameter yang diamati ialah laju pertumbuhan relatif (LPR)(g/hari), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), berat bunga (g), berat bunga ekonomis (g), berat tajuk basah (g), volume akar (ml), umur muncul hama (hari), jenis dan jumlah hama, intensitas serangan(%) dan persentase tanaman mati(%). Data dianalisis secara statistik dan dilanjutkan BNJ taraf 5%.

Hasil analisis statistik menunjukkan secara interaksi berbagai bioaktivator dan biopestisida berpengaruh nyata terhadap parameter laju pertumbuhan relatif berat bunga, berat bunga ekonomis dan berat tajuk basah. Kombinasi terbaik yaitu bioaktivator cendawan mikoriza arbuskula dan abamektin. Pengaruh utama berbagai bioaktivator nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, persentase tanaman mati dengan perlakuan terbaik pemberian cendawan mikoriza arbuskula. Pengaruh utama berbagai biopestisida tidak berpengaruh nyata namun pemberian abamektin nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, umur muncul hama, jumlah hama *Plutella* dan intensitas serangan hama *plutella*.

**Kata Kunci:** bioaktivator, biopetisida, bunga kol, abamektin, *Plutella*

## ABSTRACT

“The effect of Various Bioinsecticides in Controlling Pest and Application of Various Bioactivators to Increase Yield of Cauliflower (*Brassica oleraceae* L.)” supervised by Dr. Ir. Saripah Ulpah. M.Sc as main supervisor and Dr. Ir. H. T. Edi Sabli, M.Si as co-supervisor. The objective of the study was to evaluate the interaction effect of application various bioinsecticides and bioactivators on the growth and yield of cauliflower.

The experimental design used was a factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of two factors. The first factor was type of bioactivators consisted of 4 levels: No bioactivator as control, EM4, *Trichoderma*, Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF). The second factor was biopesticide which consists of 5 levels: no biopesticide (control 1), young betel nut extract, *Metarhizium*, *Beauveria bassiana* and abamectin (control 2). Parameters observed were relative growth rate (g/day), plant height (cm), number of leaves, curd weight (g), economic curd weight (g), fresh shoot weight (g), root volume (ml), time of pests presence (days), main number of pests, degree of infestation (%), presence of secondary pests, percentage of dead plants (%), and analysis of leaf nutrient uptake. The data were analyzed using Analyses of Variance and followed by HSD at 5% .

The results showed that there was interaction between biopesticides and bioactivators on parameters Relative Growth Rate, curd weight, economic curd weight, and fresh shoot weight. Combination giving the best value was arbuscular mycorrhizal bioactivator and abamectin. The main effect of various bioactivators had a significant effect on the parameters of plant height, number of leaves, root volume, percontation of dead plants with the best treatment being arbuscular mycorrhizal fungi. The main effect of various biopesticides was not significant but the application of abamectin was significant on plant height, number of leaves, root volume, day of pest presence, number of *Plutella xylostella* and degree of infestation.

**Key words:** bioactivator, biopesticide, cauliflower, abamectin, *Plutella xylostella*.

## DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR TABEL .....	iii
DAFTAR LAMPIRAN .....	iv
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian.....	5
C. Manfaat Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
III. BAHAN DAN METODE .....	18
A. Tempat dan Waktu .....	18
B. Bahan dan Alat .....	18
C. Rancangan Percobaan.....	18
D. Pelaksanaan Penelitian.....	20
E. Parameter Pengamatan.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
a. Laju Perumbuhan Relatif.....	26
b. Tinggi Tanaman .....	29
c. Jumlah Daun .....	32
d. Berat Bunga .....	34
e. Berat Ekonomis Bunga.....	36
f. Berat Tajuk Basah .....	36
g. Volume Akar.....	40
h. Umur Muncul Hama.....	42
i. Jenis dan Jumlah Hama .....	43
j. Intensitas Serangan.....	48
k. Persentase Tanaman Mati.....	50
V. PENUTUP .....	53
RINGKASAN.....	54
DAFTAR PUSTAKA .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan berbagai biopestisida dan berbagai bioaktivator....	19
2. Data skala kerusakan tanaman.....	25
3. Rata-rata laju pertumbuhan relatif dengan berbagai biopestisida dan berbagai bioaktivator (g/hari) .....	26
4. Rata-rata tinggi tanaman dengan berbagai biopestisida dan berbagai bioaktivator (cm).....	29
5. Rata-rata jumlah daun dengan berbagai biopestisida dan bioaktivator dan biopestisida (helai).....	33
6. Rata-rata berat bunga dengan berbagai biopestisida dan berbagai bioaktivator (g) .....	34
7. Rata-rata berat bunga ekonomis dengan berbagai biopestisida dan bioaktivator (g) .....	36
8. Rata-rata berat tajuk basah dengan berbagai biopestisida dan bioaktivator (g) .....	38
9. Rata-rata volume akar dengan berbagai biopestisida dan berbagai bioaktivator (ml) .....	40
10. Rata-rata umur muncul hama dengan berbagai biopestisida dan berbagai bioaktivator (hari) .....	42
11. Rata-rata jenis dan jumlah hama <i>plutella xylostella</i> dengan berbagai biopestisida dan berbagai bioaktivator .....	44
12. Jenis hama dan jumlah tanaman yang terserang hama .....	46
13. Jenis penyakit dan jumlah tanaman yang terserang penyakit .....	47
14. Rata-rata berat intensitas serangan berbagai biopestisida dan bioaktivator (%).....	49
15. Rata-rata persentasi tanaman mati dengan berbagai bioaktivator dan berbagai biopestisida (%) .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal Kegiatan Penelitian Tahun 2021 .....	63
2. Deskripsi Tanaman Bunga kol.....	64
3. Ekstrak Pinang Muda .....	65
4. Denah (Layout) Percobaan Menurut Rancangan Acak Lengkap Faktorial .	66
5. Daftar Analisis Anova.....	67
6. Dokumentasi Penelitian.....	70



## DAFTAR GAMBAR

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Grafik pemberian bioaktivator terhadap tinggi tanaman.....	36
2. Grafik pemberian biopestisida terhadap tinggi tanaman.....	37
3. Kondisi daun di sebabkan oleh hama plutella daundisempron abamektin daun dengan bioaktivator daun tapan bioaktibator.....	52
4. Penyakit akar gada dan busuk hitam pada tanaman bunga kol .....	55
5. Tanaman bunga kol terserang hama lundi dan spodoptera .....	59



## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sayuran merupakan pangan penting bagi penduduk Indonesia yang diperlukan setiap hari sebagai sumber asupan vitamin dan mineral. Salah satu jenis sayuran yang dikenal luas dan banyak dikonsumsi ialah bunga kol. Bunga kol mempunyai peranan penting bagi kesehatan manusia karena mengandung vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan oleh tubuh, sehingga permintaan terhadap sayuran ini terus meningkat (Marliah, 2013). Bunga kol dikenal sebagai sayuran yang memiliki cita rasa yang enak dan lezat sebagai makanan yang digemari oleh masyarakat.

Bunga kol merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai komersial dan prospek tinggi di Indonesia, dikarenakan tanaman ini mempunyai nilai ekonomi dan sosial yang tinggi. Selain itu, tanaman ini memiliki manfaat dan kandungan gizi yang baik untuk kesehatan. Dalam 100 g bunga kol mengandung protein 2,4 g; lemak 0,2 g; karbohidrat 4,9 g; kalsium 22,0 mg; fosfor 72,0 g; Zn 1,1 g; Vitamin A 90,0 mg; Vitamin B 10,1 mg; vitamin C 69,0 mg dan air 91,7 g (Rukmana, 2014). Selain mengandung zat tersebut, bunga kol juga mengandung sejumlah senyawa sianohidroksibutena, sulfran, dan liberin yang membantu merangsang pembentukan glutathione, zat yang diperlukan untuk menonaktifkan zat beracun di dalam tubuh manusia

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Provinsi Riau pada tahun 2017 produksi bunga kol sebesar 2 ton. Namun pada tahun 2018 dan tahun 2019 tidak terdapat data produksi bunga kol di Riau. Dari data di atas dapat kita simpulkan bahwasanya budidaya bunga kol terutama di Riau masih dapat untuk ditingkatkan,

mengingat untuk mencukupi kebutuhan bunga kol masih bergantung kepada provinsi tetangga yaitu Sumatra Barat.

Dalam melakukan budidaya tanaman bunga kol, perlu di perhatikan kondisi yang menjadi syarat tumbuh tanaman ini. Meskipun jenis sayuran ini umumnya ditanam di dataran tinggi, namun hasil penelitian Isworo (2019) Menunjukkan terdapat varietas bunga kol yang dapat dibudidayakan di Pekanbaru. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan potensi produksi di kawasan ini adalah dengan menekan faktor pembatas produksi seperti hama dan ketersediaan hara pada tanah.

Ketersediaan hara bagi tanaman disuatu lahan tertentu dipengaruhi baik secara kimiawi, fisik maupun secara biologi. Bioaktivator merupakan berbagai jenis mikroorganisme yang berperan meningkatkan aktivitas penguraian bahan organik menjadi senyawa atau unsur yang lebih sederhana. Penambahan bahan bioaktivator memungkinkan peningkatan hasil produksi serta menekan patogen tanaman didalam tanah. Dari penguraian oleh bioaktivator tersebut maka hara akan lebih tersedia dan mudah diserap oleh tanaman. Hasil penelitian Utomo (2010) menunjukkan bahwa pemberian bioaktivator nyata meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang dan luas daun *Artocarpus communis*. Disamping itu, penggunaan bioaktivator juga dilaporkan meningkatkan biomassa dan aktivitas mikroba tanah, mengurangi penyakit, larva serangga, biji gulma, dan volume bahan organik kompleks, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Ardi, 2011). Berbagai macam bioaktivator yang tersedia secara komersiel diantaranya yaitu EM4, cendawan *Tricoderma* dan cendawan *mikoriza arbuskula* (CMA).

Effective mikroorganisme 4 (EM4) merupakan formulasi yang sudah di kenal luas oleh masrakat petani. Larutan EM4 ini berisi mikroorganisme

fermentasi. Jumlah mikroorganisme fermentasi di dalam em4 sangat banyak, sekitar 80 genus. Dari sekian banyak mikroorganisme ada empat golongan pokok yang menjadi komponen utama, yaitu bakteri fotosintetik, *Laktobasilus* sp, *Streptomyces* sp, ragi. Hasil penelitian yang di lakukan oleh Hilman (2000) menunjukkan aplikasi EM4 yang di inkorporasikan ke dalam bahan organik tanah pada tanaman cabai, tomat, kubis dan bawang merah memberikan hasil lebih baik dari pada tanpa pemberian EM4.

Genus *Trichoderma* merupakan jamur tanah yang dikenal bekerja aktif dalam mempercepat proses pengomposan menjaga kesuburan tanah serta akan tetap hidup dan aktif didalam kompos. Spesies *T. harzianum* disamping sebagai organisme pengurai juga berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Cendawan *T. harzianum* memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman dan hasil produksi tanaman (Herlina dan Pramesti, 2004).

Cendawan *Mikoriza arbuskula* merupakan fungi yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Fungi ini dikenal dapat meningkatkan serapan beberapa unsur hara tanaman, khususnya unsur fosfor (P), meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, memproduksi hormon pertumbuhan dan dapat memberi perlindungan tanaman dari patogen akar dan unsur toksik. Sebaliknya cendawan mendapatkan pasokan karbon hasil fotosintesis tanaman inang dan lingkungan untuk tempat hidupnya.

Selain ketersediaan hara pada tanah, serangan hama juga mempengaruhi produksi tanaman bunga kol. Salah satu hama yang sering merusak tanaman bunga kol adalah ulat pada daun (*Plutella xylostella* L). Dwirani (2012) mengatakan bahwa hama ulat *Plutella* merupakan salah satu hama utama tanaman

kubis-kubisan. Hama ini dapat menurunkan hasil panen 30-40%, bahkan pada beberapa kasus dapat mengakibatkan gagal panen. Pada tanaman hortikultura, biaya produksi untuk pengendalian hama dapat mencapai 40%, bahkan bisa lebih. Apabila tidak dilakukan pengendalian, kerusakan kubis oleh hama tersebut dapat meningkat dan hasil panen dapat menurun baik kuantitas maupun kualitasnya (Kristanto dkk, 2013)

Penggunaan pestisida kimia yang berlebihan dapat menyebabkan hama menjadi kebal, peledakan hama baru, penumpukan residu bahan kimia di dalam hasil panen, terbunuhnya musuh alami, pencemaran lingkungan oleh residu bahan kimia. Oleh karena itu perlu dicari cara pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang lebih aman dan ramah lingkungan (Ketut dan Widnyana, 2011). Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mengendalikan OPT adalah dengan penggunaan biopestisida yang berasal dari lingkungan sekitar.

Biopestisida (pestisida alami/pestisida hayati) adalah pestisida yang terbuat dari bahan-bahan alami seperti tumbuh-tumbuhan maupun dari mikroorganisme yang berpotensi untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang bersifat ramah lingkungan. Berbagai jenis tumbuhan diketahui mengandung senyawa metabolik sekunder yang potensial menjadi biopestisida misalnya buah pinang. Dari berbagai jenis mikroorganisme yang secara alami berperan sebagai patogen serangga, jamur dari genus *Metarhizium* dan *Beauveria* merupakan jamur yang sudah dikenal potensial dalam menekan hama.

Pinang (*Areca catechu* L.) adalah tanaman sejenis palma yang tumbuh di daerah Pasifik, Afrika, dan Asia khususnya Indonesia. Bagian dari tanaman pinang yang paling banyak digunakan sebagai insektisida nabati yaitu biji pinang

muda karena bahan aktif yang paling tinggi ditemukan pada buah pinang masih muda (Haditomo, 2010). Biji pinang mengandung bahan aktif arekolin sejenis alkaloid, yang dapat menyebabkan kelumpuhan dan terhentinya pernafasan serangga (Eri, dkk., 2013).

Cendawan *M. anisopliae* bersifat parasit dan bersifat saprofit didalam tanah dengan bertahan pada sisa-sisa tanaman. Cendawan *M. anisopliae* banyak digunakan untuk mengatasi larva pada serangga. Adapun larva yang terserang cendawan *M. anisopliae* menjadi lemas dan mati kaku. Larva yang mati tampak memar berwarna kecoklat-coklatan. Miselium cendawan kemudian tumbuh dan muncul ke seluruh permukaan integumen serangga yang mati yang pada awalnya berwarna putih, dan beberapa hari kemudian seluruh permukaan integumen tersebut tertutup konidia cendawan berwarna hijau (Sunardi, dkk., 2013).

Jamur *B. bassiana* memiliki kisaran inang serangga yang sangat luas, meliputi ordo Lepidoptera, Coleoptera, dan Hemiptera. Selain itu, infeksiya juga sering ditemukan pada serangga- serangga Diptera maupun Hymenoptera. Salah satu keuntungan penggunaan jamur *B. bassiana* untuk pengendalian hayati adalah dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai tingkat perkembangan serangga hama mulai dari telur, larva, pupa dan imago (Trizelia, dkk., 2007).

Berdasarkan apa yang telah dikemukakan, maka dilakukan penelitian tentang “Pengaruh Berbagai Biopestisida Dalam Menekan Hama serta Aplikasi Berbagai Bioaktivator untuk Meningkatkan Hasil Bunga Kol (*Brassica oleraceae* L.)”

## B. Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh interaksi berbagai biopestisida dan aplikasi berbagai bioaktivator untuk meningkatkan hasil bunga kol (*Brassica oleraceae* L.)
2. Untuk mengetahui pengaruh utama berbagai biopestisida dalam menekan hama dan meningkatkan hasil bunga kol (*Brassica oleraceae* L.)
3. Untuk mengetahui pengaruh utama berbagai bioaktivator dalam meningkatkan hasil bunga kol (*Brassica oleraceae* L.)

## C. Manfaat

1. Sebagai bahan dalam penulisan tesis syarat untuk memperoleh gelar magister
2. Pemanfaatan berbagai biopestisida dalam menekan hama serta aplikasi berbagai bioaktivator untuk meningkatkan hasil bunga kol (*Brassica oleraceae* L.)
3. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi khususnya kepada masyarakat bahwa penggunaan berbagai biopestisida dalam menekan hama serta aplikasi berbagai bioaktivator untuk meningkatkan hasil bunga kol (*Brassica oleraceae* L.)

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat al-A'raaf ayat 58 yang artinya "Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah, dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mungulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur" (QS. Al-A'raaf: 58).

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Yunus ayat 61 yang artinya "Kamu tidak berada dalam suatu keadaan dan tidak membaca suatu ayat dari Al-Qur'an dan kamu tidak mengerjakan suatu pekerjaan melainkan Kami menjadi saksi atasmu diwaktu kamu melakukannya. Tidak luput dari pengetahuan Tuhanmu biarpun sebesar zarah (atom) dibumi ataupun dilangit. Tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)" (QS. Yunus: 61).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa zarah sebagai wujud zat atau substansi materi terkecil yang disebutkan dalam Al-Qur'an merupakan suatu petunjuk bahwa Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu baik yang besar maupun yang kecil seperti keberadaan mikroorganisme yang hidup dibumi sesuai dengan fungsinya masing-masing. Walaupun sangat kecil, mikroorganisme memiliki manfaat bagi kehidupan makhluk hidup lainnya salah satunya berperan dalam memacu pertumbuhan tanaman contohnya mikroorganisme yang sudah terkemas dalam kemasan EM4, CMA dan *Trichoderma*.

Pada ayat diatas telah dijelaskan bahwa kita harus mensyukuri dan merawat apa yang telah Allah ciptakan. Allah telah mengeluarkan dari bumi ini

beraneka ragam tumbuh – tumbuhan yang mendatangkan manfaat bagi manusia, seperti tanaman bunga kol yang memiliki manfaat untuk kesehatan tubuh.

Bunga kol termasuk ke dalam: Kingdom : Plantae, Divisi : Spermatophyta, Sub divisi : Angiospermae, Kelas : Dicotyledoneae, Ordo : Rhoadales, Famili : Cruciferae, Genus : Brassica, Spesies : Brassica oleraceae var. botrytis. Menurut sejarah, kubis liar dari tipe Brassica oleraceae var. Sylvestris, pertama kali dijumpai tumbuh di sepanjang Pantai Laut Mediterania dan disepanjang Atlantik, Benua Eropa. Kubis dan kale berasal dari Benua Eropa bagian Barat, sedangkan bunga kol dan brokoli berasal dari Mediterania. Bunga kol pertama kali dijumpai pada tahun 1544 (Zulkarnain 2013).

Bunga kol merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai komersial dan prospek tinggi di Indonesia, dikarenakan tanaman ini mempunyai nilai ekonomi dan sosial yang tinggi. Selain itu, tanaman ini memiliki manfaat dan kandungan gizi yang baik untuk kesehatan. Dalam 100 g bunga kol mengandung protein 2,4 g, lemak 0,2 g, karbohidrat 4,9 g, kalsium 22,0 mg, fosfor 72,0 g, Zn 1,1 g, Vitamin A 90,0 mg, Vitamin B 10,1 mg, vitamin C 69,0 mg dan air 91,7 g (Rukmana, 2014).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Provinsi Riau pada tahun 2017 produksi bunga kol sebesar 2,00 ton. Namun pada tahun 2018 dan tahun 2019 tidak terdapat data produksi bunga kol di Riau. Dari data di atas dapat kita simpulkan bahwasannya budidaya bunga kol terutama di Riau masih berpotensi, mengingat untuk mencukupi kebutuhan bunga kol masih bergantung kepada provinsi tetangga yaitu Sumatra barat. Dalam melakukan budidaya tanaman bunga kol, Menurut Susilo dan Renda (2012), budidaya bunga kol memiliki peluang

usaha yang sangat baik karena permintaan yang tinggi, masa panen yang relatif singkat dan teknik budidaya yang sederhana

Menurut Sunarjono dan Rismunandar (2013) bunga kol memiliki perakaran tunggang (*radix primaria*) dan akar serabut. Akar tunggang tumbuh ke pusat bumi (ke arah dalam), sedangkan akar serabut tumbuh ke arah samping (horizontal), menyebar, dan dangkal 20 cm-30 cm. Dengan perakaran yang dangkal tersebut, tanaman akan dapat tumbuh dengan baik apabila ditanam pada tanah yang gembur dan porous.

Daun bunga kol menurut Cahyono (2001) berbentuk bulat telur (oval) dengan bagian tepi daun bergerigi, agak panjang seperti daun tembakau dan membentuk celah - celah yang menyirip agak melengkung ke dalam daun tersebut berwarna hijau dan tumbuh berselang - seling pada batang tanaman. Daun memiliki tangkai yang agak panjang dengan pangkal daun yang menebal dan lunak. Daun - daun yang tumbuh pada pucuk batang sebelum massa bunga tersebut berukuran kecil dan melengkung ke dalam melindungi bunga yang sedang atau mulai tumbuh.

Bunga (*curd*) terdiri dari bakal bunga yang belum mekar, tersusun atas lebih dari 5000 kuntum bunga dengan tangkai pendek, sehingga tampak membulat padat dan tebal berwarna putih bersih atau putih kekuning - kuning. Diameter massa bunga bunga kol dapat mencapai lebih dari 20 cm dan memiliki berat antara 0,5 kg – 1,3 kg, tergantung varietas dan kecocokan tempat tanam (Pracaya, 2000).

Buah dan biji tanaman bunga kol dapat menghasilkan buah yang mengandung banyak biji. Buah tersebut terbentuk dari hasil penyerbukan bunga yang terjadi karena penyerbukan sendiri ataupun penyerbukan silang dengan

bantuan hama lebah madu. Buah berbentuk polong, berukuran kecil dan ramping, dengan panjang antara 3 cm – 5 cm. Di dalam buah tersebut terdapat biji berbentuk bulat kecil, berwarna coklat kehitam – hitaman. Biji – biji tersebut dapat dipergunakan sebagai benih perbanyak tanaman (Cahyono, 2001).

Penanaman bunga kol dilakukan dengan jarak tanam 50 x 50 cm. Waktu tanam yang baik adalah pada pagi dan sore, karena pada saat itu intensitas sinar matahari dan temperatur udara tidak terlalu tinggi. Bunga kol merupakan tanaman sayuran yang membutuhkan pemeliharaan intensif. Penyiraman merupakan kegiatan yang paling penting dalam pemeliharaan tanaman bunga kol terutama pada saat pertumbuhan vegetatif dan generatif. Kegiatan pokok pemeliharaan tanaman juga diarahkan pada penyulaman penyiangan, dan pengendalian hama dan penyakit (Bintoro, 2011)

Kesuburan tanah adalah kualitas tanah dalam hal kemampuannya untuk menyediakan unsur hara yang cocok dalam jumlah yang cukup serta dalam keseimbangan yang tepat dalam lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan suatu spesies tanaman (Xiaolin, dkk., 2012). Syarif (2014) mengatakan bahwa unsur hara yang cukup tersedia akan memacu tinggi tanaman, merangsang pertumbuhan sistem perakaran, meningkatkan hasil produksi dan meningkatkan pertumbuhan daun sehingga dapat meningkatkan proses fotosintesis

Keberadaan fauna tanah sangat di pengaruhi oleh kondisi tanah, salah satunya adalah adanya bahan organik dalam tanah (Putra, 2012). Keberadaan fauna dapat di jadikan parameter dari kualitas tanah, fauna yang digunakan sebagai bio indicator kesuburan tanah tentunya memiliki jumlah yang relative melimpah (Ibrahim, 2014). Menurut Hanafiah (2013) kesuburan tanah juga di pengaruhi oleh ketersediaan hara. Rendahnya ketersediaan hara mencerminkan

kesuburan tanah sehingga keberadaan makrofauna tanah sebagai perombak bahan organik sangat menentukan ketersediaan hara dalam menyuburkan tanah.

Bioaktivator berasal dari bahasa Inggris *bioactivator* yang artinya bahan aktif biologi digunakan untuk meningkatkan aktifitas proses komposting. Pada dasarnya, di dalam bioaktivator terdapat berbagai jenis mikroorganisme yang diharapkan dapat mempercepat proses komposting dan meningkatkan kualitas kompos (Wahyono, 2010)

Hasil penelitian Budi (2009) menunjukkan bahwa pemberian bioaktivator nyata meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang dan luas daun *Artocarpus communis*. Disamping itu, penggunaannya dapat meningkatkan biomassa dan aktivitas mikroba tanah, mengurangi penyakit, biji gulma, dan volume bahan buangan sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Ardi, 2013)

Produk EM4 pertanian merupakan produk bakteri fermentasi bahan organik tanah yang dapat menyuburkan tanah dan menyehatkan tanah. Terbuat dari hasil seleksi alami mikroorganisme fermentasi dan sintetik di dalam tanah yang di kemas dalam medium cair (Anonim, 2013).

Jalaludin, dkk (2016) menyatakan bahwa EM4 adalah campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) terdiri dari kultur campuran beberapa mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Effective mikroorganisme 4 (EM4) mengandung spesies terpilih dari mikroorganisme utamanya yang bersifat fermentasi, yaitu bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.), Jamur fermentasi (*Saccharomyces* sp), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp.) dan Actinomycetes (Jalaludin dkk., 2013) Hasil penelitian pupuk hayati dalam bentuk EM4 yang diinkorporasikan ke dalam bahan organik tanah pada tanaman cabai, tomat, kubis dan bawang merah

memberikan hasil lebih baik dari pada tanpa pemberian EM4 (Hilman, 2000). Sebanyak 10 ml EM4 dicampur dengan 1 liter air dan disemprotkan/siram/kocor setiap 1 minggu sekali berguna untuk menjaga kesuburan dan meningkatkan daya tahan terhadap hama dan penyakit. (EM4 Indonesia, 2013).

*Trichoderma harzianum* adalah salah satu jenis fungi atau jamur yang dapat menghasilkan beberapa enzim selulosa serta enzim yang lainnya yang dapat mendegradasi kompleks polisakarida (Febrianti, 2018). Penggunaan jamur *T. harzianum* merupakan alternatif dalam meningkatkan mikroba tanah yang akan mempercepat proses pengomposan, menjaga kesuburan tanah serta mikroba akan tetap hidup dan aktif di dalam kompos. Spesies *T. harzianum* disamping sebagai organisme pengurai juga berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Cendawan *T. harzianum* memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman dan hasil produksi tanaman (Herlina dan Pramesti, 2004).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nubuwwah (2015) menyatakan bahwa perlakuan bioaktivator dengan dosis 1,25 ton/ha menggunakan media daun kopi dan tanah dengan perbandingan 3:1 memperoleh hasil penambahan tinggi tanaman karena pengaruh bioaktivator menunjukkan bahwa *T. harzianum* memiliki peran dalam penyediaan hormon pertumbuhan.

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan penyerapan hara oleh tanaman adalah dengan menggunakan bioteknologi yakni dengan pemanfaatan jasad hidup yang dapat menambat unsur hara nitrogen atau melarutkan fosfat dalam bentuk tersedia bagi tanaman, salah satunya adalah cendawan mikoriza arbuskula. Menurut Musfal (2010) cendawan mikoriza arbuskula melalui akar eksternalnya menghasilkan senyawa glikoprotein glomalin

dan asam-asam organik yang akan mengikat butir-butir tanah menjadi agregat mikro, melalui proses mekanis oleh hifa eksternal, agregat mikro akan membentuk agregat makro yang mudah diserap tanaman.

Cendawan mikoriza arbuskula (CMA) mampu meningkatkan serapan hara, baik hara makro maupun hara mikro, sehingga penggunaan CMA dapat dijadikan sebagai alat biologis untuk mengurangi dan mengefisienkan penggunaan pupuk buatan. Efisiensi pemupukan meningkat dengan adanya CMA di akar tanaman, karena CMA dapat memperpanjang dan memperluas akar, maka serapan hara tanaman pun meningkat sehingga hasil tanaman juga akan meningkat (Husein, dkk., 2002)

CMA mempunyai kemampuan spesifik dalam meningkatkan penyerapan unsur P dari bentuk P yang sukar larut, baik P yang terdapat secara alami maupun yang berasal dari pupuk. Pada tanah-tanah marginal, ketersediaan P juga tergolong rendah. Mosse (1981) menyatakan bahwa pada tanaman yang diinokulasi dengan CMA, kandungan unsur hara lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanaman yang tidak di inokulasi CMA. Pemberian CMA 10g/tanaman dapat memberikan pengaruh terbaik pada volume akar, serapan N dan bobot segar crud bunga kol (Amran dan Nosa, 2018)

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman *Crucivera* adalah gangguan ulat *Plutella xylostella* yang menyerang tanaman bunge kol; yang umumnya juga menyerang tanaman keluarga kubiskubisan. *Plutella xylostella* dikenal sebagai ulat tritip atau black diamond, merupakan hama yang penting pada tanaman sayuran yang dapat merusak tanaman sejak fase larva yaitu memakan daging daun tanaman yang muda tetapi kulit ari biasanya tidak dimakan sehingga daun kelihatan noda-noda putih dan sering disebut juga hama putih. Jika kulit ari yang

diserang menjadi kering daunnya dan kelihatan akan berlubang-lubang (Xie dkk, 2011). Hama *P. xylostella* termasuk serangga hama yang bersifat oligofag, yaitu serangga yang hanya menyerang jenis tanaman dari satu famili, baik tanaman budidaya maupun tumbuhan liar (gulma) (Hendrival & Khaidir, 2012)

Menurut Fitriyani (2009) melaporkan bahwa produksi dan produktivitas kubis di Indonesia tahun 2003-2010 belum menunjukkan peningkatan yang memuaskan bahkan kecenderungan terus menurun, rendahnya tingkat produktivitas kubis di Indonesia disebabkan oleh beberapa kendala akibatnya banyak petani kehilangan hasil yang cukup besar disebabkan oleh hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) dengan mencapai kerugian sebesar 79.81% hasil produksi.

Pada tanaman kubis terdapat mustard oil glucoside dengan senyawa kimia aktif allyl isothiocyanate yang berperan sebagai perangsang makan dan perangsang oviposisi *P. xylostella* (Herlinda 2004) sehingga tanaman ini merupakan inang dari hama *P. xylostella*.

Wei Peng (2014) dari kedokteran tradisional cina melakukan penelitian tentang kandungan dari biji pinang dengan proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol ekstrak biji pinang didapatkan hasil bahwa ekstrak biji pinang mengandung banyak sekali bahan aktif dimana bahan aktif terbesar adalah tannin yang mencapai 15% pada buah pinang yang masih muda dan menurun dengan bertambahnya usia biji pinang. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Corel, dkk (2011) didapatkan bahwa tannin bekerja sebagai insektisida dengan cara membentuk ikatan protein-tannin complex dan bekerja dengan cara menghambat enzim  $\alpha$ -amylase sehingga serangga tidak makan (anti feeding) serta merusak kutikula serangga (Moctezuma, 2014).

Dalam penelitian Eri, dkk., (2013) diketahui bahwa ekstrak biji buah pinang juga dapat menyebabkan kematian pada ulat grayak (*Spodoptera litura F.*) Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi ekstrak biji buah pinang 20% dapat mematikan 50% ulat krop kubis dalam kisaran waktu 2,2 hari setelah aplikasi (HSA). Hasil penelitian Melli dkk (2013) menyimpulkan bahwa konsentrasi ekstrak biji pinang 50 g/l air efektif mengendalikan hama kepik hijau (*N. viridula L.*) karena menyebabkan waktu awal kematian tercepat yaitu 95,75 jam, LT50 tercepat yaitu 148,75 jam dan mortalitas total sebesar 97,5% .

Ada beberapa jenis spesies jamur yang layak dapat dipertimbangkan menjadi insektisida biologis sebagai produk komersial. Diantaranya adalah *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium*, dan *Hirsutella thompsonii*. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa *Beauveria bassiana* menghasilkan racun (toksin) yang dapat mengakibatkan paralisis secara agresif pada larva dan imago serangga. Beberapa jenis racun yang telah berhasil diisolasi dari *B. bassiana* antara lain *beauvericine*, *beauverolide*, *isorolide* dan zat warna serta asam oksalat (Mahr, 2003).

Hasil penelitian Purwaningsih, dkk., (2014) menyatakan bahwa aplikasi *Beauveria bassiana* dosis 100 g/14 l dengan interval 14 hari sekali efektif menekan atau mengendalikan populasi hama wereng batang coklat dan hama walang sangit. Di Indonesia jamur *B. bassiana* telah diuji-coba untuk pengendalian hama penggerek bubuk buah kopi, *Hyphotenemus hampei* dan penggerek buah kakao, *Conopomorpha cramerella* dan berbagai jenis hama tanaman pertanian lainnya tetapi belum memberikan hasil yang nyata (Sembel, dkk., 1992).

Klasifikasi jamur *M. anisopliae* menurut Alexopoulos, dkk., (1979), adalah sebagai berikut: Kingdom: Mycetes Division: Amastigomycotina Class: Deuteromycetes Ordo: Moniliales Familia: Moniliaceae Genus: *Metarhizium* Species: *Metarhizium anisopliae*. *Metarhizium anisopliae* adalah salah satu cendawan entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina: Hyphomycetes.

Cendawan ini biasa disebut dengan green muscardine fungus dan tersebar luas di seluruh dunia. Cendawan *M. anisopliae* telah lama digunakan sebagai agen hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Isoptera (Strack, 2003). Pertumbuhan awal dari cendawan entomopatogen *M. anisopliae* berwarna keputihan kemudian berubah menjadi hijau kegelapan dengan bertambahnya umur (Prayogo, 2005). Formulasi *Metarhizium* yang dijual secara komersial, penggunaannya direkomendasikan sebanyak 100 gram yang dilarutkan ke dalam 14 liter air kemudian dimasukkan ke dalam tengki dengan cara disaring lalu disprotkan secara rata ke tanaman (Anonim, 2021)

### III. BAHAN DAN METODE

#### A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution, KM 11 No.113, Perhentian Marpoyan, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan terhitung dari bulan Agustus 2021 sampai Oktober 2021 (Lampiran 1).

#### B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih bunga kol Varietas Pertiwi (Lampiran 2), Bokashi daun ketapang, insektisida bahan aktif abamektin (abamektin), pinang muda, formulasi *Metarizium anisopliae*, formulasi *Beauveria bassiana*, EM4, formulasi CMA, *Trichoderma*, polybag ukuran 5 x 10 cm. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, timbangan analitik, kamera, dan alat – alat tulis.

#### C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah bioaktivator yang terdiri dari 4 taraf perlakuan. Faktor kedua adalah biopestisida yang terdiri dari 5 taraf perlakuan sehingga diperoleh 20 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan terdiri dari 3 ulangan sehingga di dapat 60 satuan percobaan. Setiap plot terdiri dari 8 tanaman dan 2 tanaman sebagai sampel pengamatan, sehingga jumlah keseluruhan 480 tanaman.

Adapun faktor perlakuannya adalah sebagai berikut:

Faktor aplikasi jenis Biopestisida adalah :

- P0 : Tanpa aplikasi biopestisida
- P1 : Abamektin (2 ml/liter)
- P2 : Ekstrak pinang muda (50 g/liter)
- P3 : Metarizium (8 g/liter)
- P4 : *Beauveria bassiana* (8 g/liter)

Faktor aplikasi jenis Bioaktivator adalah :

- A0 : Tanpa aplikasi bioaktivator
- A1 : EM4 (50 ml/L/tanaman)
- A2 : *Trichoderma harzianum* (30 g/ tanaman)
- A3 : Cendawan mikoriza arbuskula (10 g/tanaman)

Adapun kombinasi perlakuan biopestisida dan bioaktivator dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan biopestisida dan bioaktivator pada tanaman bunga kol

Biopestisida (P)	Bioaktivator (A)			
	A0	A1	A2	A3
P0	A0P0	A1P0	A2P0	A3P0
P1	A0P1	A1P1	A2P1	A3P1
P2	A0P2	A1P2	A2P2	A3P2
P3	A0P3	A1P3	A2P3	A3P3
P4	A0P4	A1P4	A2P4	A3P4

Dari hasil pengamatan masing–masing perlakuan dianalisa secara statistik menggunakan analisis ragam (Anova). Apabila F hitung lebih besar dari F tabel maka dilanjutkan dengan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5 %.

#### D. Pelaksanaan Penelitian

##### 1. Persiapan lahan.

Luas lahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 18 m x 14,5 m. Pengolahan lahan pertama yaitu lahan dibersihkan dari rumput yang mengganggu selama proses penelitian. Lahan yang sudah bersih ditaraktor dengan bajak singkal bertujuan untuk membalikkan tanah.

##### 2. Pembuatan Plot

Pembuatan plot dilakukan seminggu setelah pengolahan tanah pertama dengan cara lahan dicangkul dengan mencacah bongkahan-bongkahan tanah sampai gembur. Lahan yang sudah gembur lalu diratakan serta dibuat plot ukuran 2.5 m x 1 m, tinggi 30 cm sebanyak 60 plot dengan jarak antar plot 50 cm.

##### 3. Pemasangan label

Pemasangan label dilakukan 1 minggu sebelum pemberian perlakuan. Sebelum dilakukan pemasangan label, terlebih dahulu masing-masing kode perlakuan ditulis pada selembar seng plat berukuran 10 cm x 20 cm yang telah ditempelkan kayu penyangga dan dicat. Lalu label dipasang menurut *layout* penelitian.

##### 4. Persemaian

Tempat persemaian diberi naungan 2 x 1 m, naungan dipasang untuk menghindari terkena cahaya dan air hujan secara langsung. Persemaian dilakukan di polybag ukuran 8 x 12 cm dengan media persemaian tanah lapisan atas dan kompos dengan perbandingan 1:1. Kemudian tiap polybag diisi dengan satu benih, lalu disiram menggunakan handsprayer. Setelah bibit berumur 21 hari setelah semai (hss) dan sudah muncul 4-5 helai daun dipindahkan ke media tanam.

## 5. Penanaman

Bibit yang digunakan dalam penelitian ini berumur 21 hss. Pemilihan bibit bunga kol yakni bibit dengan pertumbuhannya subur, tegak, daunnya tidak rusak, memiliki 4-5 helai daun dan sehat (tidak terserang hama dan penyakit). Cara menanam bibit adalah dengan merobek polybag dan bibit dikeluarkan dengan cara membalikkan polybag yang dilakukan dengan hati-hati tanpa merusak akar. Satu bibit ditanam di dalam lubang tanam dan segera disiram disiram sampai tanah menjadi basah. Penanaman dilakukan pada sore hari pada saat keadaan cuaca tidak panas.

## 6. Pemberian perlakuan

### a. Bioaktivator

Bioaktivator diberikan saat penanaman, pemberian dilakukan sesuai dengan dosis perlakuan yaitu: (A0) tanpa pemberian bioaktivator, (A1) bioaktivator EM4, (A2) bioaktivator trichoderma dan (K3) bioaktivator CMA. Pemberian bioaktivator EM4 dilakukan dengan cara melarutkan 10 ml EM4 ke dalam 1 liter air, selanjutnya disiramkan di sekitar perakaran sebanyak 50 ml. Pemberian trichoderma dilakukan dengan cara menaburkan disekitar perakaran sebanyak 30 g/tanaman. Bioaktivator mikoriza arbuskula diberikan dengan cara menaburkan ke daerah perakaran sebanyak 10 g/tanaman

### b. Biopestisida

Biopestisida diberikan saat setelah tanam. Pemberian biopestisida sesuai dengan dosis perlakuan yaitu: (P0) tanpa pemberian biopestisida, (P1) abamektin (P2) biopestisida pinang muda, (P3) biopestisida *Metarhizium*, (P4) biopestisida *Beauveria bassiana*. Abamektin diberikan berdasarkan anjuran produk yaitu 2 ml/l. Pemberian biopestisida pinang muda sebanyak 50 gram dalam 1 liter air lalu disemprotkan secara merata. Penyemprotan perlakuan dengan cara melarutkan 8

gram *Metarhizium* kedalam 1 liter air. *Beauveria bassiana* disemprotkan ke tanaman dengan cara melarutkan 8 gram ke dalam 1 liter air. Penyemprotan dilakukan dengan cara mengkalibrasi terlebih dahulu untuk menentukan volume yang diaplikasikan.

## 7. Pemeliharaan

### a. Penyiraman

Penyiraman yang dilakukan 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari, penyiraman dilakukan dengan menggunakan gembor. Ketika turun hujan dengan intensitas yang cukup tinggi tidak dilakukan penyiraman. Penyiraman dilakukan hingga akhir penelitian.

### b. Penyiangan

Penyiangan adalah kegiatan membersihkan tumbuhan yang tumbuh liar pada lahan penelitian. Rerumputan yang tumbuh diareal penelitian dibersihkan secara manual menggunakan tangan ataupun cangkul. Penyiangan dilakukan pada tanaman dari umur 7 hss hingga penelitian selesai.

### c. Pembumbunan

Pembumbunan dilakukan dengan cara menambahkan tanah pada pangkal batang. Pembumbunan dilakukan satu kali yaitu pada saat tanaman berumur 35 HSS, yang bertujuan untuk memperkokoh batang tanaman.

## 8. Panen

Panen bunga kol dilakukan setelah menunjukkan kriteria panen yaitu saat gumpalan bunga telah mencapai ukuran maksimal dan padat. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong pangkal bunga kol. Pemanenan dilakukan pada sore hari untuk mengurangi penyusutan kuantitas bunga.

## E. Parameter Pengamatan

### 1. Laju Pertumbuhan Relatif(LPR)

Pengamatan dilakukan dengan cara membongkar tanaman sampel, kemudian dibersihkan dan dikeringkan oven pada 70<sup>0</sup>c selama 48 jam dan di timbang menggunakan timbangan analitik. Pengamatan di lakukan 3 kali, yaitu pada saat tanaman berumur 7, 14 dan 21. Hasil yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel. LPR dihitung dengan rumus berikut:

$$LPR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1}$$

W = berat kering tanaman

W1 = Berat kering tanaman saat pengambilan awal

W2 = Berat kering tanaman saat pengambilan akhir

T = Umur tanaman

T1 = Waktu pengambilan awal

T2 = Waktu pengambilan akhir

Ln = Natural log

### 2. Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman diamati pada saat tanaman telah berumur 2 minggu, kemudian dilanjutkan 1 minggu sekali sampai tanaman muncul bunga. Pengukuran tinggi tanaman mulai dari pangkal tanaman sampai ujung titik daun tertinggi. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

### 3. Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun dihitung pada saat tanaman bunga kol telah membentuk daun sempurna mulai dari satu minggu setelah tanam, satu minggu sekali sampai

tanaman berbunga. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

#### 4. Berat Bunga Ekonomis (g)

Pengukuran berat bunga dilakukan pada saat panen dengan cara menimbang bunga beserta 5 daun teratas dari setiap tanaman per sampel. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

#### 5. Berat Bunga (g)

Pengukuran berat bunga dilakukan pada saat panen dengan cara menimbang bunga dari setiap tanaman per sampel. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

#### 6. Berat Tajuk Basah (g)

Perhitungan berat basah dilakukan pada akhir penelitian dengan cara memisahkan tajuk dengan akar kemudian ditimbang beratnya. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

#### 7. Volume Akar.

Pengamatan volume akar tanaman dilakukan diakhir penelitian terhadap tanaman sampel. Sampel yang akan diamati dibongkar dari plot kemudian dibersihkan dari tanah yang menempel. Setelah akar bersih lalu dimasukkan gelas ukur yang telah disiapkan dan diisi air sebanyak 200 ml, pertambahan volume air didalam gelas ukur menandakan jumlah volume akar. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

#### 8. Umur Muncul Hama (hari)

Pengamatan umur muncul hama dilakukan mulai tanaman sudah pindah tanam dan dilakukan setiap hari. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel.

## 9. Jenis dan Jumlah Hama

Pengamatan dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan menghitung jumlah hama yang menyerang tanaman bunga kol selama penelitian. Data yang di peroleh sajikan dalam bentuk tabel

## 10. Intensitas Serangan

Intensitas serangan variabel pengamatan berikutnya adalah kategori skala kerusakan pada daun tanaman yang didasarkan pada pengamatan secara kualitatif yang selanjutnya dibuat nilai skala (skoring) pengamatan di lakukan saat panen. Intensitas serangan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$IS = \frac{\sum (n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

IS : intensitas Serangan;

n : jumlah daun rusak tiap kategori serangan;

v : nilai skala tiap kategori serangan (tabel 2)

Z : nilai skala tertinggi kategori serangan;

N : jumlah daun yang diamati

Tabel 2. Skala kerusakan tanaman

skor	nilai	katagori
0	0	normal
1	>0-25%	ringan
2	>25-50%	sedang
3	>50-75%	berat
4	>75%	sangat berat

## 11. Persentase Tanaman Mati.

Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah tanaman yang mati pada saat penelitian. Data yang di peroleh sajikan dalam bentuk tabel

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Laju Pertumbuhan Relatif

Hasil pengamatan terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5), menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi dan utama memberikan pengaruh yang nyata, Rata-rata laju pertumbuhan relatif tanaman setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3 .

Tabel 3. Rata-rata laju pertumbuhan relatif (g/hari) dengan perlakuan bioaktivator dan biopestisida

Umur tanaman (hst)	Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
		Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
7-14	Kontrol (P0)	0,0517 e	0,0705 de	0,0796 d	0,0767 d	0,0696c
	Abamektin (P1)	0,0769 d	0,1165 ab	0,1215 ab	0,1297 a	0,1111 a
	Pinang muda (P2)	0,0528 e	0,0784 d	0,0805 d	0,0847 d	0,0741c
	Metharizium (P3)	0,0545 e	0,0873 d	0,1043 c	0,1104 b	0,0891b
	Beauvaria (P4)	0,0531 e	0,0804 d	0,0825 d	0,0867 d	0,0757c
	Rerata	0,0578c	0,0866b	0,0936a	0,0977a	
KK = 6,50%		BNJ A = 0,0053 P = 0,0064			BNJ AP = 0,0169	
Umur tanaman (HST)	Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
		Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
14-21	Kontrol (P0)	0,0593d	0,0715d	0,0873cd	0,0777 cd	0,0739c
	Abamektin (P1)	0,0846cd	0,1255b	0,1348a	0,1420 a	0,1217a
	Pinang muda (P2)	0,0605d	0,0921cd	0,0915cd	0,0957c	0,0849b
	Metharizium (P3)	0,0689d	0,0970c	0,1059bc	0,1128 bc	0,0961b
	Beauvaria (P4)	0,0575d	0,0922cd	0,0901cd	0,0991c	0,0847b
	Rerata	0,0661b	0,0956b	0,1019a	0,1055a	
KK = 7,78		BNJ P = 0,0084 A = 0,0070			BNJ AP = 0,0222	

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Pengambilan sampel untuk mendapatkan data LPR hanya dapat dilakukan 3 kali yaitu pada umur 7-14, 14-21 hst. Hal ini disebabkan banyaknya tanaman yang mati akibat tingginya curah hujan pada bulan september pada minggu pertama dan ke dua pada umur 8 hst dan 16 hst sehingga menyebabkan lahan penelitian menjadi tergenang.

Pada Tabel 3 pengamatan 7-14 hst menunjukkan bahwa secara interaksi perlakuan berbagai bioaktivator dan biopestisida berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman bunga. Laju pertumbuhan relatif terbaik pada kombinasi perlakuan bioaktivator cendawan mikoriza arbuskula dan abamektin (P1A3) dengan laju pertumbuhan relatif yaitu 0,1297 g/hari, tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan *Trichoderma* dan abamektin (P1A2), EM4 dan abamektin (P1A1) namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Hasil analisa statistik diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan abamektin yang dikombinasikan dengan bioaktivator lainnya memberikan pengaruh yang relatif tinggi dalam hal laju pertumbuhan relatif. Hal ini menunjukkan insektisida berbahan aktif abamektin menghasilkan biomassa yang lebih besar dari perlakuan lainnya. Ini mengindikasikan insektisida berbahan aktif abamektin mampu menekan hama yang memakan tanaman, dalam hal ini adalah hama *plutella xylostella*

*Plutella xylostella* merupakan hama utama pada tanaman kubis-kubisan dengan tingkat serangan mulai dari sedang hingga berat. Menurut pendapat Niken (2017) Serangan hama *P. xylostella* membuat petani terpukul, karena tingkat kerusakan tanaman hingga 90%. Serangan ini bisa mengakibatkan serangan yang signifikan terutama dapat menurunkan kualitas produksi.

Kombinasi terbaik berikutnya ialah bioaktivator CMA dengan biopestisida *Metarhizium*, diikuti oleh perlakuan bioaktivator *Trichoderma* dan *Metarhizium* yang lebih tinggi dari semua perlakuan kombinasi biopestisida pinang muda dan biopestisida *Beauveria bassiana* dengan semua kombinasi bioaktivator.

Laju pertumbuhan relatif terendah diperoleh pada perlakuan tanpa bioaktivator (A0) dengan semua kombinasi biopestisida yang digunakan kecuali abamektin. Hal ini menunjukkan bioaktivator yang digunakan, baik EM4, *Trichoderma*, dan CMA masih menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan relatif dibandingkan kontrol. Insektisida berbahan aktif abamektin meskipun tanpa kombinasi bioaktivator masih dapat meningkatkan pertumbuhan.

Pada tabel 3 pengamatan 14-21 hst menunjukkan bahwa secara interaksi perlakuan berbagai bioaktivator dan biopestisida berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman bunga kol. Laju pertumbuhan relatif terbaik pada kombinasi perlakuan bioaktivator CMA dan abamektin (P1A3) dengan laju pertumbuhan relatif yaitu 0,1420 g/hari dan tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan *Trichoderma* dan abamektin (P1A2) namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan abamektin dibutuhkan oleh tanaman dalam penguraian bahan organik di dalam tanah serata penambah unsur hara han mengurangi serangan hama sehingga menunjukkan hasil terbaik terhadap laju pertumbuhan relatif tanaman bunga kol.

Hasil dari fotosintesis sangat berpengaruh dalam peningkatan pertumbuhan relatif, semakin banyak hasil fotosintesis maka semakin besar pula pertumbuhan tanaman. Unsur hara hasil penguraian dari bioaktivator seperti Ca dan Mg dapat mempercepat proses fotosintesis, dimana unsur tersebut merupakan unsur yang sangat diperlukan dalam sintesis klorofil yang akan menentukan

berlangsungnya proses fotosintesis tanaman (Handoyo dkk, 2014). Lakitan (2012) menyatakan fotosintesis dipengaruhi oleh kecepatan penyerapan unsur hara di dalam tanaman melalui akar.

### B. Tinggi Tanaman (cm)

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5), menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman, namun pengaruh utama nyata terhadap tinggi tanaman. Rata-rata tinggi tanaman setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata tinggi tanaman (cm) dengan perlakuan biopestisida dan bioaktivator

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	27.35	28.43	28.25	29.67	28.43 b
Abamektin (P1)	31.03	33.03	33.45	34.23	32.94 a
Pinang muda (P2)	27.72	30.01	31.66	32.58	30.49 ab
Metharizium (P3)	29.44	32.40	32.69	33.37	31.98 a
Beauvaria (P4)	28.44	31.18	31.96	33.79	31.34 a
Rerata	28.80 b	31.01 a	31.60 a	32.73 a	
	KK = 7,40%	BNJ P = 2,68	BNJ A = 2,36		

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

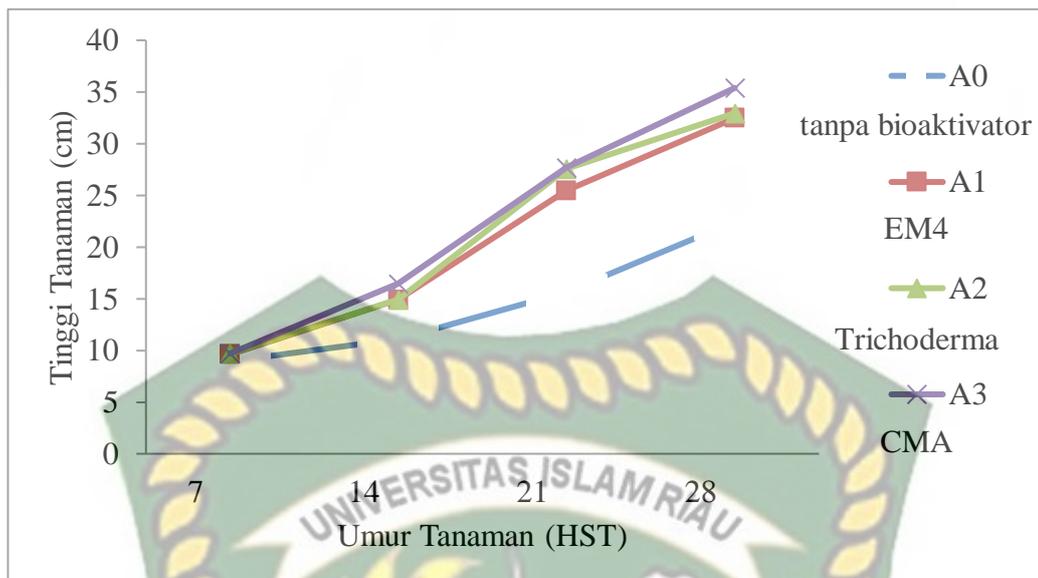
Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pengaruh utama bioaktivator memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bunga kol, dengan perlakuan terbaik bioaktivator CMA (A3) dengan rata-rata jumlah daun yaitu 35,39 cm . Perlakuan A3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A2 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, hasil rata-rata tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan A0 (tanpa pemberian perlakuan) dengan tinggi tanaman

22,46 cm. Hal ini dikarenakan CMA membantu dalam menyediakan unsur hara tambahan yang mudah diserap oleh tanaman, seperti unsur N dan P yang berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif serta menjaga perakaran agar tetap sehat dan meminimalisir serangan dari patogen yang dapat merusak perakaran.

Prinsip kerja CMA adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan hara (Marsia, 2015). Hifa eksternal dari mikoriza arbuskula membantu mendekatkan unsur hara dari zona rhizosfer pada tanaman inang sehingga penyerapan hara lebih optimal dan pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi lebih cepat, mikoriza arbuskula juga berperan dalam menstimulus pembentukan hormon-hormon pertumbuhan tanaman seperti sitokinin dan auksin. Hormon sitokinin dan auksin ini berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga menyebabkan peningkatan tinggi tanaman (Talanca, 2010)

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pengaruh utama biopestisida tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bunga kol, namun pemberian perlakuan terbaik yaitu bahan aktif abamektin (P1) dengan rata-rata tinggi tanaman yaitu 35,85 cm. Perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, hasil rata-rata tinggi tanaman terendah terdapat pada perlakuan P0 (tanpa pemberian perlakuan) dengan jumlah daun 25,07 cm.

Untuk melihat lebih jelas pengaruh pemberian biopestisida dan bioaktivator terhadap tinggi tanaman bunga kol dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Grafik pemberian bioaktivator terhadap tinggi tanaman

Dari Gambar 1 dapat di jelaskan bahwasanya pemberian bioaktivator berpengaruh dalam membantu pertumbuhan tanaman bunga kol. Salah satu fungsi dari bioaktivator ialah malapukan bahan organik yang ada sehingga mudah diserap oleh tanaman. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan bioaktivator CMA, meskipun demikian parameter tinggi tanaman terhadap pelakuan *Trichoderma* dan EM4 tidak terlalu jauh dan memiliki keunggulan masing-masing. Nasution dkk (2013) menyatakan bahwa CMA adalah simbiosis antara fungi tanah dan akar tanaman yang memiliki banyak manfaat dalam bidang pertanian diantaranya adalah membantu meningkatkan status hara NPK bagi tanaman meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, penyakit dan kondisi tidak menguntungkan lainnya.

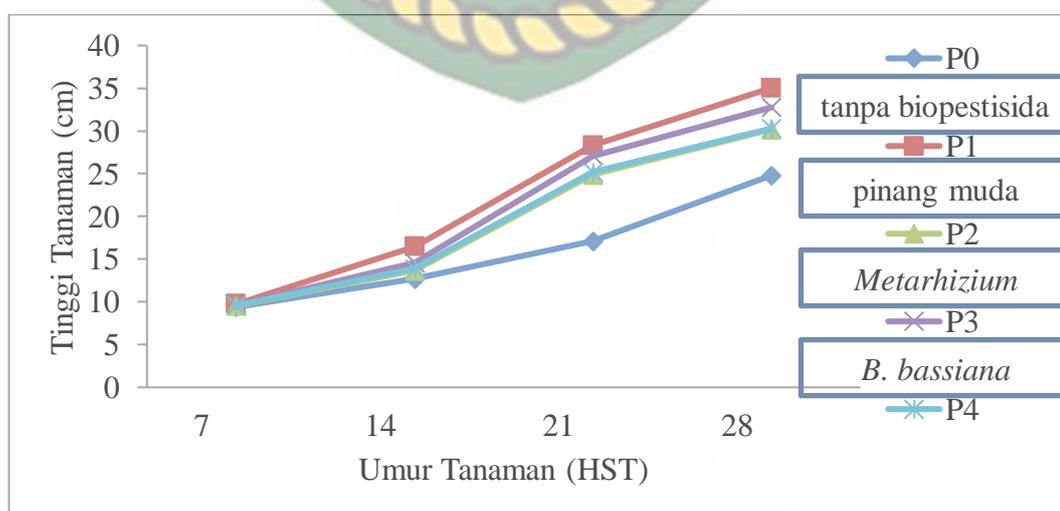
Selain itu ternyata bioaktivator *Trichoderma* dan EM4 memiliki keunggulan diantaranya *Trichoderma* diketahui memiliki kemampuan sebagai biodekomposisi yang baik, mampu memproduksi asam organik, seperti glicinic, citric atau asam fumaric, yang menurunkan pH tanah, dan solubilisasi phospat, mikronutrient dan kation mineral seperti besi, mangan, dan magnesium, yang

bermanfaat untuk metabolisme tanaman serta metabolit yang meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produksi hormon pertumbuhan tanaman, juga sebagai agen biokontrol yang melawan jamur Phytopatogen dan beberapa strain dapat memproduksi antibiotik, memparasit jamur lain serta antagonistik terhadap banyak patogen tanaman (Sriwati Rina *et al*, 2013).

Sementara untuk EM4 yang dilarutkan disemprotkan/siram/kocor setiap 1 minggu sekali berguna untuk menjaga kesuburan dan meningkatkan daya tahan terhadap hama dan penyakit. (Anonim, 2013).

Lingga dan Marsono (2013), menyebutkan bahwa unsur nitrogen sangat penting untuk pertumbuhan vegetatif tanaman karena dapat merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, khususnya batang, cabang dan daun. Sedangkan fosfor berperan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.

Pramudika dkk (2014) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik yang tinggi dapat menambah unsur hara esensial dan juga dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah bagi tanaman terutama unsur N yang fungsi utamanya ialah untuk perkembangan vegetatif tanaman.



Gambar 2. Grafik pemberian biopestisida terhadap tinggi tanaman

Dari Gambar 2 dapat kita simpulkan bahwasanya pertumbuhan tinggi tanaman dipengaruhi oleh keadaan tanaman yang sehat. Ini dikarenakan abamektin membantu dalam membasmi hama yang merusak tanaman. Kerusakan pada tanaman akan mempengaruhi fotosintesis dan pengalokasian unsur hasil fotosintesis sehingga menghambat pertumbuhan tanaman.

Abamektin memiliki sistem kerja yaitu kontak, lambung dan sistemik dengan secara bersamaan, sehingga cara kerja menjadi optimal, efektif dan efisien. Oleh karena itu efektivitas penggunaan pestisida jenis ini bisa lebih tinggi saat penumpasan hama. Cara kerja abamektin pada hama yaitu mengganggu fungsi jalan transmisi pada saraf dan neuromuskular sehingga membuat hama terkontaminasi bisa mati secara perlahan.

Hal yang perlu diperhatikan ialah penggunaan bahan pestisida kimia tidak dapat menyeleksi hama yang ada di lingkungan sekitar bahkan hama predator juga dapat mati jika terkena dari pestisida tersebut. Pemberian perlakuan pinang muda tidak memiliki perbedaan jika di dibandingkan dengan control atau tanpa pemberian perlakuan. Hal ini dikarenakan sifat dari ekstrak pinang muda adalah benda cair dan tidak adanya perekat sehingga sangat mudah terjadinya penguapan olah paparan sinar matahari dan mudah tercuci oleh siraman air. Jika dibandingkan dengan perlakuan *Metarhizium* dan *B.bassiana* maka akan terdapat hasil yang berbeda dibandingkan kontrol. Ini dikarenakan bioaktivator tersebut adalah makhluk hidup, sehingga tidak mudah terjadi penguapan namun mudah tercuci karena tidak adanya bahan perekat pada bioaktivator tersebut.

### C. Jumlah Daun

Hasil pengamatan terhadap jumlah daun tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5), menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator

dan biopestisida secara interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata, namun pengaruh utama perlakuan bioaktivator dan biopestisida memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun. Rata-rata jumlah daun setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata jumlah daun (helai) dengan perlakuan biopestisida dan bioaktivator

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	14,67	17,17	17,67	18,33	16,96c
Abamektin (P1)	18,33	24,03	24,02	27,03	23,35a
Pinang muda (P2)	16,01	20,08	21,35	22,96	20,10b
Metharizium (P3)	16,50	21,83	22,02	23,76	21,03b
Beauvaria (P4)	16,33	20,93	21,85	23,69	20,70b
rerata	16,37c	20,81b	21,38b	23,16a	
	KK = 8,23%	BNJ P = 2,09	BNJ A = 1,75		

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pengaruh utama bioaktivator memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah daun bunga kol, dengan perlakuan terbaik bioaktivator CMA (A3) dengan rata-rata jumlah daun yaitu 23,16 helai. Perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, hasil rata-rata jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan A0 (tanpa pemberian perlakuan) dengan jumlah daun 16,37. Hal ini disebabkan karena CMA mampu menyediakan unsur hara P yang dibutuhkan oleh tanaman untuk memenuhi pertumbuhan vegetatif. Tanaman membutuhkan daun yang segar agar fotosintesis berjalan secara maksimal. Menurut Anggarini (2012) Mikoriza adalah suatu bentuk hubungan simbiosis mutualistik (saling menguntungkan) antara cendawan/jamur (mykes) dan perakaran (rhiza) tanaman.

Mikoriza mempunyai kemampuan untuk berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman (pertanian, kehutanan, perkebunan dan tanaman pakan) dan membantu dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara (terutama fosfor). Prinsip kerja dari mikoriza menurut Masria (2015) ini adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan unsur hara sehingga mampu menambah jumlah daun tanaman.

Pada parameter tanaman terjadi simbiosis mutualisme antara peran CMA dengan tanaman. CMA membantu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dan akar tanaman sebagai tempat berkembangnya CMA tanpa merusak perakarannya sehingga jangkauan pelapukan bahan organik lebih luas.

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pengaruh utama biopestisida tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah daun bunga kol, namun pemberian perlakuan terbaik bahan aktif abamektin (P1) dengan rata-rata jumlah daun yaitu 23,35 helai. Perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, hasil rata-rata jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan P0 (tanpa pemberian perlakuan) dengan jumlah rata-rata 16,96 helai.

Hal ini disebabkan tingginya kandungan dari abamektin yang menyebabkan tingginya angka mortalitas pada hama sehingga tanaman menjadi lebih sehat dan dalam berfotosintesis menjadi lebih sempurna. Biopestisida adalah pestisida berbahan aktif yang mempunyai kemampuan dalam mengendalikan hama, ramah lingkungan dan mudah terurai sehingga aman bagi lingkungan. Hasil analisis pada tabel 5 menunjukkan bahwa biopestisida mampu dalam mempertahankan jumlah

daun karena hama yang menyerang pada daun masih dapat di kendalikan meskipun tidak semaksimal pemberian abamektin.

#### D. Berat Bunga

Hasil pengamatan terhadap berat bunga tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5) menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat bunga. Rata-rata berat bunga setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata berat bunga (g) dengan perlakuan bioaktivator dan biopestisida

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	180,37 c	208,25 c	210,27 c	203,59 c	200,62 c
Abamektin (P1)	201,76 c	261,36 ab	279,99 ab	285,15 a	257,07 a
Pinang muda (P2)	191,59 c	233,72 bc	237,18 bc	241,28 bc	225,94 b
Metharizium (P3)	200,92 c	238,69 bc	239,41 bc	245,88 b	231,22 b
Beauvaria (P4)	195,65 c	235,46 bc	238,56 bc	242,99 bc	228,17 b
Rerata	194,06 b	235,50 a	241,08 a	243,78 a	
KK = 4,77%    BNJ P = 12,71    BNJ A = 10,66    BNJ PA = 33,71					

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa secara interaksi perlakuan berbagai bioaktivator dan biopestisida berpengaruh nyata terhadap berat bunga tanaman bunga kol. Berat bunga terbaik pada kombinasi perlakuan bioaktivator CMA dan abamektin (P1A3) dengan dengan rata-rata yaitu 285,15 g, tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan *Trichoderma* dan abamektin (P1A2), EM4 dan abamektin (P1A1) namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini hama merupakan faktor pembatas utama

dari produksi bunga kol yaitu berat bunga yang dihasilkan. Kombinasi yang melibatkan insektisida berbahan aktif abamektin dan bioaktivator (EM4, *Trichoderma*, CMA) nyata meningkatkan bera bunga kol dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Data ini menunjukkan bahwa diperlukan kontribusi dari bioaktivator dalam mengkompensasi kerusakan oleh hama. Sedangkan perlakuan kombinasi *Metarhizium* dengan CMA dapat meningkatkan hasil panen meskipun lebih rendah dari perlakuan semua bioaktivator dengan insektisida abamektin. Efendi dkk (2017) menjelaskan bahwa bioaktivator seperti CMA didalam tanah dapat merombak bahan organik menjadi unsur hara yang mudah diserap tanaman, sehingga dapat memacu tinggi tanaman, merangsang pertumbuhan sistem perakaran, meningkatkan hasil produksi, dan meningkatkan pertumbuhan daun sehingga dapat meningkatkan proses fotosintesis.

Hasil penelitian Sasli (2013) menyimpulkan bahwa pupuk hayati CMA yang dihasilkan bisa meningkatkan pertumbuhan dan hasil serta mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk fosfat. Salah satu cara dalam meningkatkan unsur P ialah dengan menambahkan mikoriza. Selain memiliki kelebihan dalam mengendalikan hama sehingga produktivitas meningkat ternyata biopestisida memiliki kelemahan diantaranya cepat terurai sehingga aplikasinya harus lebih sering, daya racun rendah, kurang praktis. tidak tahan lama, dan ketersediaan di toko masih terbatas. Meskipun demikian biopestisida cukup mampu menekan biaya produksi usahatani, karena biaya produksi yang sangat murah dan proses pembuatan yang membutuhkan alat dan bahan sederhana.

Waktu penyemprotan pada tanaman juga dapat mengaktifkan terhadap serangan hama. Menurut Tasirilotik (2015) penyemprotan pestisida lebih efektif dilakukan pada daun, saat stomata membuka maksimal, sehingga pestisida yang

larut dalam air akan lebih mudah masuk. Sehingga, penyemprotan pestisida sebaiknya dilakukan pada pagi hari saat stomata membuka maksimal. Meskipun abamektin memberikan hasil yang berpengaruh terhadap berat ekonomis, namun penggunaan bahan kimia tersebut harus diperhatikan karena bisa merusak kesehatan manusia dan juga ekosistem alam.

#### E. Berat Bunga Ekonomis

Hasil pengamatan terhadap berat bunga ekonomis tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5), menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi memberikan pengaruh yang nyata nyata terhadap berat bunga ekonomis. Rata-rata berat bunga ekonomis setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata berat bunga ekonomis (g) dengan perlakuan biopestisida dan bioaktivator

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	Em4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	143,05 d	174,18 c	175,54 c	183,52 bc	169,07 c
Abamektin (P1)	177,70 c	206,29 ab	207,56 ab	210,75 a	200,58 a
Pinang muda (P2)	174,85 c	193,32 b	194,78 b	194,21 b	189,29 b
Metharizium (P3)	177,21 c	194,29 b	195,31 b	200,00 ab	191,70 b
Beauvaria (P4)	175,25 c	193,39 b	194,16 b	194,93 b	189,43 b
Rerata	169,61 b	192,30 a	193,47 a	196,68 a	
KK = 2,64 %    BNJ P = 5,78    BNJ A = 4,85    BNJ PA = 15,34					

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa secara interaksi perlakuan berbagai bioaktivator dan biopestisida berpengaruh nyata terhadap berat bunga ekonomis tanaman bunga kol. Berat bunga ekonomis terbaik pada kombinasi perlakuan bioaktivator CMA dan abamektin (P1A3) dengan dengan rata-rata yaitu 210,75 g,

tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan *Trichoderma* dan abamektin (P1A2), EM4 dan abamektin (P1A1) namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini dikarenakan fungsi dari bioaktivator yaitu membantu menguraikan bahan organik yang ada di dalam tanah sehingga mudah diserap oleh tanaman. Kesuburan tanah dapat diperbaiki melalui pemberian bahan organik. bahan organik juga dapat memberikan energi dan makanan bagi mikroorganisme yang merombak bahan organik menjadi unsur hara seperti N, P, dan K.

Menurut Musfal (2010) CMA melalui akar eksternalnya menghasilkan senyawa glikoprotein glomalin dan asam –asam organik yang akan mengikat butir-butir tanah menjadi agregat mikro melalui proses mekanis oleh hifa eksternal. Agregat mikro akan membentuk agregat makro yang mudah di serap oleh tanaman. Semakin banyak unsur hara yang mudah di serap oleh tanaman maka tanaman akan menjadi lebih subur. Menurut Ikroma dkk (2018) kegiatan fotosintesis yang semakin tinggi dilakukan oleh daun maka semakin besar pula hasil fotosintesis yang didistribusikan ke massa bunga sehingga bunga menjadi lebih berat.

Jika dibandingkan dengan hasil deskripsi (700 gram) maka hasil penelitian ini masih jauh yaitu hanya 210 g. Hal ini disebabkan karena tingginya serangan hama yang menyerang bagian daun tanaman serta kurang tercukupinya kebutuhan unsur hara tambahan yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga dapat menurunkan produksi baik secara kualitas maupun kuantitas. faktor lainnya yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas ialah faktor eksternal misalnya suhu, iklim dan lainnya. Terhambatnya fase vegetatif juga akan mempengaruhi terhadap fase generatif bunga kol . peralihan dari fase vegetatif ke generatif sebagian ditentukan juga oleh genotip serta faktor luar seperti suhu, air, pupuk dan cahaya matahari.

Suharno (2006) berpendapat bahwa serangan hama akan berpengaruh terhadap hasil dimana serangan tinggi akan menurunkan hasil baik secara kualitas maupun kuantitas.

#### F. Berat Segar Tajuk

Hasil pengamatan terhadap berat basah tajuk tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5), menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi nyata terhadap berat segar tajuk. Rata-rata berat segar tajuk setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata berat segar tajuk (g) dengan perlakuan bioaktivator dan biopestisida

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	323,41 d	382,43 c	385,81 c	387,11 c	369,69 c
Abamektin (P1)	379,46 c	467,65 ab	487,55 ab	495,91 a	457,64 a
Pinang muda (P2)	366,44 c	427,05 b	431,97 b	435,49 b	415,24 b
Metharizium (P3)	378,13 c	432,98 b	434,71 b	445,88 b	422,93 b
Beauveria (P4)	370,89 c	428,85 b	432,73 b	437,92 b	417,60 b
Rerata	363,67 c	427,79 b	434,55 ab	440,46 a	

KK = 2,68% BNJ P = 13,01 BNJ A = 10,92 BNJ PA = 34,52

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa secara interaksi perlakuan berbagai bioaktivator dan biopestisida berpengaruh nyata terhadap berat tajuk basah tanaman bunga kol. Berat tajuk basah terbaik pada kombinasi perlakuan bioaktivator CMA dan abamektin (P1A3) dengan dengan rata-rata yaitu 495,91 g, tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan *Trichoderma* dan abamektin (P1A2), EM4 dan abamektin (P1A1) namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini disebabkan terpenuhinya unsur hara yang di butuhkan oleh

tanaman, akibatnya dalam pembelahan sel menjadi meningkat baik dari tinggi tanaman maupun jumlah daun sehingga meningkat pula biomassa pada tanaman.

Menurut Roidi dkk (2016) pertumbuhan berat basah merupakan hasil aktifitas metabolik tanaman. Kandungan N dan P yang dihasilkan dari penguraian bahan organik oleh bioaktivator mendukung meningkatnya pertumbuhan tanaman bunga kol. Siswanto dkk (2015) menyatakan bahwa unsur P berfungsi untuk mempercepat perkembangan perakaran, menambah daya tahan terhadap hama, dan penyakit, berperan terhadap pembelahan sel dan metabolisme tanaman sehingga mendorong laju pertumbuhan tanaman.

Pemberian CMA membantu tanaman dalam mengurai dalam penyerapan tanaman, Menurut Azmi (2017) tanaman akan tumbuh dengan subur apabila elemen (unsur hama) yang dibutuhkan tersedia cukup dan unsur hara tersebut tersedia dalam bentuk yang dapat di serap oleh tanaman.

Daun merupakan dapur dari tanaman, sehingga jika daun sempurna maka fotosintesis akan semakin banyak. Serangan hama yang tidak langsung di kendalikan akan berpotensi menurunkan hasil fotosintesis yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman selain itu hasil fotosintesis yang rendah akan menurunkan biomassa dari tanaman.

#### **G. Volume Akar**

Hasil pengamatan terhadap volume akar tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5) menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata, namun pengaruh utama perlakuan bioaktivator dan biopestisida nyata terhadap volume akar. Rata-rata volume akar setelah di uji lanjut bnj pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata volume akar ( $cm^3$ ) dengan perlakuan biopestisida dan bioaktivator

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	9,65	11,70	12,30	13,77	11,85c
Abamektin (P1)	13,65	19,08	19,47	20,37	18,14a
Pinang muda (P2)	10,89	16,63	16,86	18,21	15,65b
Metharizium (P3)	11,53	17,08	16,84	18,91	16,09b
Beauvaria (P4)	11,40	16,87	17,19	18,74	16,05b
Rerata	11,42c	16,27b	16,53b	18,00a	
KK = 6,57%    BNJ P = 1,19    BNJ A = 1,00					

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Data Tabel 9 menunjukkan bahwa pengaruh utama bioaktivator memberikan pengaruh nyata terhadap volume akar tanaman bunga kol, dimana perlakuan terbaik bioaktivator CMA (A3) dengan volume akar 18,00 ml, berbeda nyata dengan perlakuan *Trichoderma* (A1) dan EM4 (A2) namun berbeda nyata dengan tanpa pemberian perlakuan (A0) dengan volume akar 11,42 ml.

Volume akar tertinggi pada perlakuan A3 yaitu 18,00 ml. Hal ini disebabkan karena tanaman yang terdapat mikoriza membantu penguraian bahan organik yang ada di dalam tanah dan mengeksplorasi perakaran di dalam tanah menjadi lebih luas sehingga meningkatkan volume pada perakaran.

Manfaat CMA yaitu dapat dijadikan sebagai salah satu jenis pupuk hayati yang memiliki peranan diantaranya dapat meningkatkan kesehatan tanah, ramah lingkungan dan dapat meningkatkan status hara tanah serta hasil pertanian. Bagi tanaman inang, adanya asosiasi ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi pertumbuhan tanaman inang, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung, mikoriza memiliki peran dalam perbaikan struktur tanah,

meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk (biogeo-khemis). Sedangkan secara langsung, mikoriza memiliki peran dalam meningkatkan serapan air, hara dan melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan kelembaban yang ekstrem, meningkatkan produksi hormon pertumbuhan dan zat pengatur tumbuh lainnya seperti auksin, cytokinin, giberelin dan vitamin terhadap tanaman inangnya (Nasaruddin, 2012).

Data Tabel 9 menunjukkan bahwa pengaruh utama biopestisida memberikan pengaruh nyata terhadap volume akar tanaman bunga kol, dimana perlakuan terbaik yaitu penyemprotan abamektin (P1) dengan volume akar 18,14 ml. Perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata volume akar terendah terdapat pada tanpa pemberian perlakuan (P0) dengan volume akar 11,85 ml.

Volume akar tertinggi terdapat pada perlakuan P1 yaitu 18,14 ml. hal ini disebabkan relatif sedikitnya serangan hama pada perlakuan P1, sehingga dalam melakukan fotosintesis tanaman menjadi sempurna dan lebih subur. Salah satu energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis akan menuju bagian perakaran menjadikan fungsi perakaran lebih optimal dalam melakukan penyerapan unsur hara.

#### **H. Umur Muncul Hama (hari)**

Hasil pengamatan terhadap umur muncul hama tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5), menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata, namun utama perlakuan biopestisida memberikan pengaruh yang nyata terhadap umur

muncul hama. Rata-rata umur muncul hama setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata umur muncul hama *Plutella xylostella* (hst) dengan perlakuan biopestisida dan bioaktivator

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	2,00	1,67	2,34	1,83	1,96 c
Abamektin (P1)	4,17	4,83	5,00	5,33	4,83 a
Pinang muda (P2)	2,00	2,83	2,17	2,50	2,38 b
Metharizium (P3)	2,50	3,67	2,50	3,33	3,00 b
Beauvaria (P4)	2,33	2,50	3,17	2,67	2,67 b
Rerata	2,60	3,10	3,03	3,13	
KK = 20,14%		BNJ P = 0,70			

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Data Tabel 10 menunjukkan bahwa pengaruh utama biopestisida memberikan pengaruh nyata terhadap umur muncul hama tanaman bunga kol, dimana perlakuan terbaik yaitu penyemprotan abamektin (P1) dengan rata-rata 4,83 hst. perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata umur muncul hama tercepat terdapat pada tanpa pemberian perlakuan (P0) dengan rata-rata 2,05 hst. Hal ini dikarenakan aroma yang dihasilkan dari penyemprotan abamektin dapat mengusir hama dari tanaman yang telah diaplikasikan penyemprotan. Lingkungan disekitar penelitian sangat mempengaruhi kondisi cepat munculnya hama, banyaknya tumbuhan liar yang tidak terawat menjadi sarang bagi hama dalam berkembangbiak, serta hama dari tanaman penelitian sebelunya yaitu penelitian bunga kol yang sudah terserang hama *P. xylostella* menjadikan penelitian ini sangat mudah dan cepat terserang hama. Hasil

penelitian Arthur dkk (2015) menyatakan bahwa lama hidup hama *plutella xylostella* dari telur sampai imago mencapai 18-24 hari.

Penggunaan biopestisida tidak telalu berpengaruh terhadap umur muncul hama, hal ini dikarenakan sifat dari bahan biopestisida mudah terurai oleh alam dan tidak beraroma sehingga tidak mengganggu indra dari hama yang menyarang. Bahan pestisida organik mudah terurai oleh alam sehingga tidak menimbulkan efek residu terhadap hama (balitbang, 2022)

### Jenis Dan Jumlah Hama

#### 1. Hama utama tanaman crucifera (*plutella xylostella*)

Hasil pengamatan terhadap jumlah hama tanaman bunga kol setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5), menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata, namun pengaruh utama perlakuan biopestisida memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah hama. Rata-rata jumlah hama *plutella xylostella* setelah di uji lanjut bnj pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata jumlah hama *plutella xylostella* dengan perlakuan bioaktivator dan biopestisida

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	63,16	63,97	64,37	57,80	62,33c
Abamektin (P1)	11,33	11,67	11,00	11,00	11,25a
Pinang muda (P2)	49,70	51,48	49,67	50,69	50,39bc
Metharizium (P3)	42,05	42,59	45,80	43,79	43,56b
Beauvaria (P4)	46,18	46,85	47,03	49,63	47,42b
Rerata	42,48	43,31	43,57	42,58	
KK = 20,10%		BNJ P=10,08 A=8,46			

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Data Tabel 11 menunjukkan bahwa pengaruh utama biopestisida memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah hama *P. xylostella*, dimana perlakuan terbaik yaitu penyemprotan abamektin (P1) dengan jumlah rata-rata 11,25 yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata jumlah hama tertinggi terdapat pada tanpa pemberian perlakuan (P0) dengan rata-rata jumlah hama 62,33. Perlakuan biopestisida *Metarhizium* dan *B.bassiana* tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak biji pinang, namun berbeda nyata dengan tanpa biopestisida (kontrol). Sedangkan ekstrak biji pinang tidak menyebabkan perbedaan nyata dalam hal jumlah *plutella xylostella* yang menyerang dibandingkan dengan kontrol. Berbeda dengan yang dilaporkan fahrezi (2021) Perlakuan ekstrak pinang muda pada perlakuan laboratorium sangat nyata dalam menyebabkan mortalitas hama *Spodoptera*. Hal ini menunjukkan ada pengaruh lingkungan di lapangan.

Hama yang tergolong kedalam hama crucifera yang ditemukan dalam penelitian ini adalah ulat tritip (*Plutella xylostella*). Hama crucifera yang didapati menyerang berat setahun sebelumnya yaitu kumbang *Pyllotreta* pada tanaman pakcoy (Herianto, 2020). Namun pada penelitian ini tidak ditemukan sama sekali. Dengan demikian hama crucifera yang menyerang hanya *Plutella xylostella*.

Dwirani (2012) mengatakan bahwa hama ulat daun kubis *plutella* merupakan salah satu jenis hama utama di pertanaman kubis. Apabila tidak ditindak lanjuti maka akan dapat merusak tanaman kubis oleh hama tersebut bahkan dapat menurunkan baik kualitas maupun kuantitas. Bahkan tak jarang serangan yg timbul dapat menjadikan tanaman bunga kol tidak membentuk krop dan panennya menjadi gagal.

Penyemprotan abamektin dapat menurunkan jumlah serta serangan hama *P. xylostella*, tingginya serangan dari hama *P. xylostella* pada daun menjadikan

menurunnya tingkat produksi bunga kol. Salah satu penyebab rendahnya produksi adalah adanya hama *P. xylostella* dan belalang (Kartina dkk, 2018). Larva *P. xylostella* menyerang tanaman yang masih muda di persemaian maupun tanamana yang ada di lapangan. Kerusakan oleh hama *P. xylostella* sangat nyata apabila tidak segera dikendalikan (Lestariningsih dkk, 2020). agrimex dengan bahan aktif abamektin dalam penelitian ini menunjukkan kemampuan yang relatif tinggi dalam menekan jumlah *Plutella xylostella*. Namun sebagaimana dilaporkan oleh Soitong dan Escalada (2011) abamektin memiliki daya racun yang tinggi pada lebah dan parasitoid dari bangsa hymenoptera sehingga di takutkan akan membunuhnya sehingga dalam penggunaan perlu di pertimbangkan.

## 2. Hama umum

Hama lain (hama polifagus/hama umum) yang juga ditemukan pada tanaman selama penelitian yaitu ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan lundi yaitu larva kumbang dari famili *Scarabidae* (gambar 1).



Gambar 1. Tanaman bunga kol terserang hama lundi (a) dan spodoptera (b)

Selain hama *P. xylostella* terdapat pula hama lainnya yaitu lundi dan *Spodoptera*. Penyerangan dari hama lundi (a) yaitu berada di dalam tanah tepatnya pada tangkal batang dan di perkuat oleh pendapat Harjaka (2011) hama lundi menyerang tanaman pada bagian akar dan pangkal batang. Gejala serangan

pada tanaman muda yaitu tanaman mula-mula layu, menguning mirip gejala kekeringan dan akhirnya roboh atau mati ketika tanaman tua. Perlakuan pemberian bioaktivator EM4 memiliki jumlah lundi terbanyak, ini dikarenakan fungsi utama dari EM4 itu adalah sebagai pengurai bahan organik yang memancing datangnya lundi.

Hama *Spodoptera* (b) meyerang pada bagian daun dan bunga tanaman bunga kol, pada bagian daun hama *Spodoptera* menyerang tangkai daun selanjutnya masuk dan memakan bagian dalam dari tangkai tersebut hingga patah. Sementara pada bagian bunga, *Spodoptera* memakan hingga membentuk alur. jika tidak di lakukan penanganan makan dapat menggagalkan panen hingga 100 persen. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun (nonci dkk., 2019). Jumlah dari hama ulat grayak dan lundi yang ditemukan pada berbagai kombinasi perlakuan disajikan pada tabel 12.

Tabel12. Jenis dan jumlah hama yang menyerang tanaman

Perlakuan	Hama	
	Spodoptera	Lundi
P0A0	3	3
P0A2	1	-
P0A2	-	2
P0A1	-	1
P2A1	-	3
P3A1	-	2
P4A0	-	2
P4A1	-	2
Jumlah	4	15

Dari Tabel 12 dapat disimpulkan bahwasannya pemberian ataupun penyemprotan bahan aktif abamektin sangat efektif dalam mengendalikan serangan hama baik *Spodoptera* maupun hama lundi ini dikarenakan abamektin memiliki sistem kerja kontak sistemik artinya dapat langsung bereaksi ataupun

bereaksi melalui jaringan tanaman. Hama *Spodoptera* banyak menyerang tanaman bunga kol pada perlakuan POA0, hal ini dikarenakan letak perlakuan POA0 disamping lahan yang tidak terawat dan semak sehingga menjadi sarang bagi hama tersebut ditambah pada perlakuan POA0 tidak di berikan perlakuan menjadikan tanaman tersebut terserang hama *Spodoptera*, pada hama lundi tanaman yang banyak terserang yaitu perlakuan A1. Hal ini dikarenakan lundi memiliki fungsi sebagai pengurai bahan organik bersama EM4, sehingga jika ketersediaan bahan organiknya sudah habis maka akan menyerang ke bagian tanaman.

Penyemprotan biopestisida kurang efektif jika dibandingkan dengan penyemprotan biopestisida, terdapat beberapa faktor diantaranya yaitu biopestisida hanya menghambat nafsu makan, penolak, penghambat perkembangan dan pencegahan peletakkan telur. Sementara insektisida berbahan aktif abamektin bisa langsung membunuh hama perusak dalam waktu yang singkat. Hal ini sejalan dengan pendapat direktorat sarana dan prasarana pertanian, kementerian pertanian (2008) hasil penggunaan pestisida dapat dirasakan penurunan populasi organisme pengganggu tanaman dalam waktu singkat dalam beberapa hal hanya membutuhkan beberapa menit setelah pengaplikasian. Selain itu kurangnya dosis pemberian, daya retensi yang rendah dikarenakan tidak adanya perekat dan faktor kondisi lingkungan yang tidak kondusif untuk daya kerja biopestisida juga dapat mempengaruhi keefektifan dari biopestisida yang di gunakan.

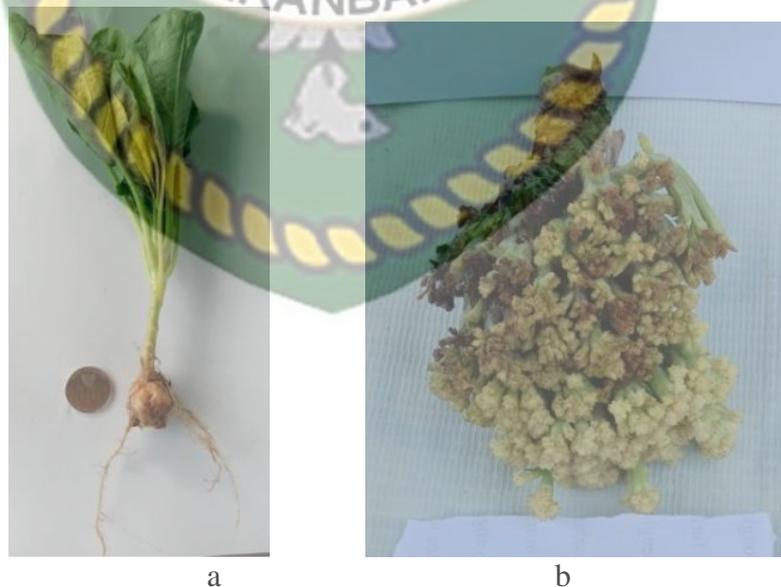
Hama *Spodoptera* lebih menyukai tanaman yang tanpa pestisida dengan jumlah 4 hama, ini membuktikan ada pengaruh biopestisida terhadap serangan hama *Spodoptera*. Pada perlakuan P1A3 tidak ada indikasi serangan dari hama

lundi dan *Spodoptera*, ini membuktikan bahwasanya terdapat pengaruh kombinasi insektisida berbahan aktif abamektin dan bioaktivator CMA terhadap hama *Spodoptera*, dan lundi.

Serangga yang terpapar bahan aktif tersebut dapat mengalami gangguan sistem pernapasan. Menurut Ajad dalam Tasirilotik (2015) dinding tubuh serangga dapat menyerap pestisida, membran dasar dinding tubuh bersifat semipermeable. Senyawa aktif yang terdapat pada pestisida dapat masuk melalui sistem pernapasan baik berupa gas maupun dalam butiran gas halus yang melalui stigma ataupun spirakel yang berakhir ke saluran-saluran trakea dan pada akhirnya masuk ke dalam jaringan.

### 3. Penyakit

Selain hama yang menyerang tanaman dan dapat menurunkan produktivitas tanaman, pada penelitian ini tanaman bunga kol terserang penyakit yaitu busuk hitam dan juga akar gada (gambar 2)



Gambar 2. Penyakit akar gada (a) dan busuk hitam (b) pada tanaman bunga kol

Pada Gambar 2 penyakit akar gada (a) mulai muncul setelah tanaman berumur 11 hari setelah tanam, penyebab tanaman mudah terserang akar gada

ialah dari penelitian sebelumnya tanaman bunga kol. Pengendalian akar gada secara tradisional pada sayuran kubis-kubisan melalui rotasi dengan tanaman bukan kubis-kubisan dan pemberian kapur untuk meningkatkan pH tanah (Sembel dkk. 2013).

Akar gada merupakan penyakit yang di sebabkan oleh serangan jamur *Plasmiodiophora brassicae* menyerang sistem perakaran hingga akar membesar berdampak pada penyerapan unsur hara dan mineral. Tanaman yang terserang akar gada akan layu dan selanjutnya akan kering sehingga tanaman mati, jika tidak segera dilakukan penanganan, kemungkinan akan menyebar ke tanaman yang lainnya. Di lapangan intensitas serangan akar gada bisa mencapai 57% (saifudin, 2016). Jumlah dari busuk hitam dan akar gada yang ditemukan pada berbagai kombinasi perlakuan disajikan pada tabel 13.

Tabel 13. Jenis penyakit dan jumlah tanaman yang terserang penyakit.

Perlakuan	Penyakit	
	Busuk hitam	Akar gada
P0A0	-	2
P0A2	3	-
P1A1	-	1
P2A0	3	-
P2A1	2	2
P3A1	2	-
P3A2	-	1
P4A0	-	2
P4A1	3	-
Jumlah	13	8

Selain penyakit akar gada, Penyakit yang sering menyerang tanaman Bunga kol adalah penyakit busuk hitam (b) yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas campestris* Dows dan penyakit busuk lunak oleh bakteri *Erwinia carotovora* Holland. Hal ini dijelaskan oleh Qolamul (2011) bahwa bunga kol yang terserang penyakit busuk lunak akan menjadi lunak dan berubah warna menjadi gelap apabila serangan terus berlanjut. Penyakit busuh hitam dapat

berpotensi menurunkan kualitas dari bunga kol, bahkan jika tidak dilakukan penanganan akan berakibat gagal panen.

Bakteri busuk hitam dapat timbul dari tanaman yang telah terinfeksi, melalui akar tanaman, dari tanah, dan beberapa serangga. Cendawan *E. carotovora* yang menyebar melalui luka oleh serangga, setelah masuk ke jaringan akan makan dan membelah diri dengan cepat serta merusak sel disekitarnya (Qolamul, 2011). Hal ini yang menyebabkan terbentuknya cairan dan menyebabkan tanaman mengeluarkan bau busuk. Dalam penelitian ini tanaman yg tidak berpotensi terserang penyakit ialah perlakuan A3, hal ini dikarenakan peran dari cendawan mikoriza arbuskula dalam memberikan perlindungan terhadap akar bunga kol secara maksimal serta meningkatkan penyerapan unsur hara baik fosfor unsur hara menjadikan tanaman lebih kebal terhadap penyakit.

Hampir semua perlakuan biopestisida mengalami busuk bunga, ini membuktikan bahwasanya biopestisida tidak efektif dalam menangani penyakit busuk hitam pada tanaman bunga kol, tingginya curah hujan pada saat penelitian menjadikan penyakit busuk hitam menyebar dengan cepat ke beberapa tanaman.

#### **Intensitas Serangan**

Hasil pengamatan terhadap intensitas serangan hama *P. xylostella* pada tanaman bunga kol, setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5) menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata, namun utama perlakuan biopestisida memberikan pengaruh yang nyata terhadap intensitas serangan hama. Rata-rata intensitas serangan hama setelah di uji lanjut bnj pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Rata-rata intensitas serangan *P. xylostella* dengan perlakuan biopestisida dan bioaktivator

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	80,56	78,86	80,13	76,01	78,89 <sup>c</sup>
Abamektin (P1)	24,12	23,15	23,09	24,14	23,63 <sup>a</sup>
Pinang muda (P2)	71,19	67,35	53,50	60,54	63,15 <sup>b</sup>
Metharizium (P3)	50,11	56,70	44,29	63,42	53,63 <sup>b</sup>
Beauveria (P4)	65,39	59,79	62,74	52,22	60,03 <sup>b</sup>
Rerata	58,27	57,17	52,75	55,26	
	KK = 15,09%		BNJ P = 9,83		

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Data Tabel 14 menunjukkan bahwa pengaruh utama biopestisida memberikan pengaruh nyata terhadap intensitas serangan hama tanaman bunga kol, dimana perlakuan terbaik yaitu penyemprotan abamektin (P1) dengan rata-rata 23,63. perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rata-rata intensitas serangan terbanyak terdapat pada tanpa pemberian perlakuan (P0) dengan rata-rata 78,89. Hal ini disebabkan karena tingginya serangan hama pada perlakuan P0, sedangkan pada perlakuan P1 atau penyemprotan insektisida dapat mengurangi serangan hama pada tanaman bunga kol dikarenakan sistem kerja abamektin yaitu kontak dan sistemik, bila terpapar oleh serangga ataupun dimakan akan mengakibatkan rusaknya saluran pernapasan dan menyebabkan hama menjadi lumpuh dan akhirnya mati. Kerusakan yang rendah karena bahan aktif abamektin bekerja sebagaimana mestinya. Faktor suhu dan kelembapan yang stabil serta angin yang ideal saat penyemprotan membuat bahan kimia bekerja dengan baik (sodiq, 2000)



Gambar 11. Kondisi daun di sebabkan oleh hama *P. xylostella* (a) daun disemprot abamektin (b) daun dengan biopestisida (c) daun tanpa biopestisida.

Menurut Olsen *et all* (2011) Pada prinsipnya intensitas serangan dipengaruhi oleh kepadatan populasi dan kebutuhan makanan serangga, sehingga intensitas serangga cenderung berbanding lurus dengan jumlah populasi. Adanya faktor lingkungan di lahan iklim, suhu dan cahaya matahari tidak menentu sehingga perkembangan hama yang menyerang bunga kol juga tidak menentu. Wardani (2013) menyatakan bahwa cahaya matahari dapat dijadikan penanda untuk aktivitas tertentu seperti dalam pencarian makanan, molting, ataupun reproduksi serta intensitas cahaya akan mempengaruhi kondisi lingkungan, seperti suhu dan kelembapan udara.

Pemberian biopestisida belum mampu dalam menekan penyerang hama jika dibandingkan dengan pemberian abamektin. Hal ini di karenakan tidak menggunakan perekat sementara tingganya curah hujan saat penelitian, sehingga biopestisida yang semprotkan hilang tercuci air hujan. Selain itu meledaknya hama saat penelitian dikarenakan tanaman sebelumnya juga tanaman crucivera, menyebabkan hama pada tanaman sebelumnya berpindah dan bertahan pada area yang semak letaknya disamping penelitian dan bertahan lalu berpindah ke penelitian selanjutnya.

## I. Persentase Tanaman Mati

Hasil pengamatan terhadap persentase tanaman mati pada tanaman bunga kol, setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan bioaktivator dan biopestisida secara interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata, namun utama perlakuan bioaktivator memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase tanaman mati. Rata-rata persentasi tanaman mati setelah di uji lanjut bnj pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rata-rata persentasi mati tanaman dengan perlakuan bioaktivator dan biopestisida setelah di tranformasi arc sin ( $\sqrt{Y + 0,5}$ )

Biopestisida	Bioaktivator				Rerata
	Kontrol (A0)	EM4 (A1)	Tricoderma (A2)	CMA (A3)	
Kontrol (P0)	53,33 (7,31)	33,33 (4,95)	6,67 (1,98)	13,33 (2,59)	26,67 (4,21)
Abamektin (P1)	53,33 (7,31)	13,33 (0,71)	6,67 (1,98)	0,00 (0,71)	18,33 (2,68)
Pinang muda (P2)	46,67 (6,84)	40,00 (5,42)	0,00 (0,71)	6,67 (1,98)	23,33 (3,74)
Metharizium (P3)	53,33 (7,31)	20,00 (3,06)	26,67 (4,34)	0,00 (0,71)	25,00 (3,85)
Beauvaria (P4)	53,33 (7,31)	13,33 (2,59)	13,33 (2,59)	6,67 (1,98)	21,67 (3,62)
Rerata	52,00 (7,21) b	21,33 (3,35) a	10,67 (2,32) a	5,33 (1,59) a	
KK = 66,17%		BNJ A = 2,34			

Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 15 menunjukkan bahwa pengaruh utama bioaktivator setelah dianalisis dan dilakukan transformasi arc sin ( $\sqrt{Y + 0,5}$ ) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase mati tanaman bunga kol, dengan perlakuan terbaik bioaktivator arbuskula (A3) dengan rata-rata persentase tanaman mati yaitu 1,59. Perlakuan A3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya namun berbeda nyata dengan perlakuan A0, hasil rata-rata persentase

hidup tanaman terendah terdapat pada perlakuan A0 (tanpa pemberian perlakuan) dengan persentase tanaman mati 7,21. Hal ini disebabkan pengaruh bioaktivator dalam membantu menyediakan unsur hara serta membantu dalam meminimalisir serangan dari patogen jahat yang ada di dalam tanah seperti akar gada.

Tanaman dalam melakukan pertumbuhan dan perkembangan memerlukan unsur hara yang cukup, jika unsur hara tidak terpenuhi maka akan berpengaruh kepada tanaman, baik secara kualitas maupun kuantitas. Kondisi lingkungan tanaman tumbuh selalu mengalami perubahan. Perubahan yang terjadi mungkin saja masih berada dalam batas toleransi tanaman tersebut, tetapi seringkali tanaman mengalami perubahan lingkungan yang dapat menyebabkan menurunnya produktivitas dan bahkan kematian tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa setiap tanaman memiliki faktor pembatas dan daya toleransi terhadap lingkungan.

Serangan penyakit seperti akar gada dan busuk akar juga dapat menjadikan tanaman layu dan akhirnya mati. Perumbuhan dan produksi tanaman kubis sering kali dipengaruhi oleh serangan patogen yang menyebabkan bengkak pada akar dan pembengkakan pada jaringan akar dapat mengganggu fungsi akar seperti translokasi zat hara dan air dari dalam tanah ke daun sehingga keadaan ini mengakibatkan tanaman layu, kerdil, kering dan akhirnya mati.

Dari tabel 15 membuktikan bahwasanya dengan menambahkan bioaktivator dapat menurunkan jumlah populasi tanaman yang mati dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberikan bioaktivator. Sejalan dengan pendapat Pandawani dkk (2020) salah satu alternatif untuk mengantisipasi dampak tersebut adalah melalui pengendalian biologi dengan memanfaatkan agen hayati. Agen pengendali hayati dapat dimanfaatkan karena mampu membatasi

pertumbuhan patogen untuk waktu yang lebih lama, tidak meninggalkan residu dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Tingginya angka kematian tanaman pada penelitian ini disebabkan tingginya curah hujan sehingga menggenangkan area penelitian selama 1 hari satu malam pada umur 7 hst dan umur 18 hst tanah yang terlalu lembab membuat patogen seperti *plasmiodiophora brassicae* mulai menyerang tanaman bunga kol dengan ciri- ciri terjadi pembengkakan area perakan yg menyebabkan tanaman layu, pertumbuhan terhambat dan akhirnya mati.

Selain serangan dari jamur juga terdapat serangan dari hama lundir yang memutus antara batang dan akar sehingga tanaman banyak yang mati, namun di perlakuan A3 tidak ada indikasi matinya tanaman yang di sebabkan serangan hama dan patogen tersebut. Ini membuktikan bahwa cendawan mikoriza arbuskula mampu menjaga perakaran dari patogen yang merusak perakaran. Menurut Suharno dkk (2020) akar yang bermikoriza lebih tahan terhadap patogen akar karena lapisan mantel (jaringan hifa) menyelimuti akar sehingga melindungi organ akar. Disamping itu, beberapa mikoriza menghasilkan antibiotik yang dapat mematikan bakteri, virus, dan jamur yang bersifat patogen.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Interaksi berbagai biopestisida dan bioaktivator tidak berpengaruh nyata namun pemberian CMA dan abamektin berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif, berat basah tajuk, berat ekomis bunga, berat bunga. dengan perlakuan terbaik pemberian bioaktivator cendawan mikoriza arbuskula dan penyemprotan abamektin (P1A3)
2. Pengaruh utama berbagai bioaktivator nyata, pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, persentase tanaman mati dengan perlakuan terbaik yaitu pemberian bioaktivator cendawan mikoriza arbuskula,
3. Pengaruh utama berbagai biopestisida tidak nyata terhadap semua parameter namun pemberian abamektin nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, umur muncul hama, menekan jumlah hama *P. xylostella*, intensitas serangan hama.

### B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan meningkatkan konsentrasi atau dosis biopestisida dan cendawan mikoriza arbuskul pada tanah PMK dan gambut.

## Ringkasan.

Bunga kol merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai komersial dan prospek tinggi di Indonesia. Selain itu, tanaman ini memiliki manfaat dan kandungan gizi yang baik untuk kesehatan. Dalam 100 g bunga kol mengandung protein 2,4 g; lemak 0,2 g; karbohidrat 4,9 g; kalsium 22,0 mg; fosfor 72,0 g; Zn 1,1 g; Vitamin A 90,0 mg; Vitamin B 10,1 mg; vitamin C 69,0 mg dan air 91,7 g (Rukmana, 2014).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Provinsi Riau pada tahun 2017 produksi bunga kol sebesar 2 ton. Namun pada tahun 2018 dan tahun 2019 tidak terdapat data produksi bunga kol di Riau. Dari data di atas dapat kita simpulkan bahwasanya budidaya bunga kol terutama di Riau masih berpotensi, mengingat untuk mencukupi kebutuhan bunga kol masih bergantung kepada provinsi tetangga yaitu Sumatra Barat.

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Kota Pekanbaru. Waktu pelaksanaan penelitian selama 3 bulan dimulai dari bulan Agustus sampai Oktober 2021. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh interaksi dan utama pemberian berbagai bioaktivator dalam meningkatkan hasil dan biopestisida dalam menekan serangan hama.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara Faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah berbagai bioaktivator yang terdiri 4 taraf perlakuan dan faktor kedua adalah berbagai biopestisida yang terdiri dari 5 taraf dan 20 kombinasi perlakuan terdiri 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 60 plot percobaan. Dimana masing-masing plot terdiri dari 8 tanaman, dan 2 tanaman sebagai sampel, sehingga diperoleh keseluruhannya yaitu 480

tanaman. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), laju pertumbuhan relatif (g/hari), berat basah tajuk (g), berat bunga (g), berat bunga ekonomis (g), volume akar (CM<sup>3</sup>), umur muncul hama (hari), jenis dan jumlah hama (g), intensitas serangan (%), persentase tanaman mati (%),

Hasil penelitian menunjukkan secara interaksi berbagai biopestisida dan bioaktivator berpengaruh nyata terhadap parameter laju pertumbuhan relatif, berat basah tajuk, berat bunga ekonomis, berat bunga. Dengan kombinasi terbaik bioaktivator mikoriza arbuskula dan abamektin. Pengaruh utama berbagai bioaktivator nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, persentase tanaman mati dengan perlakuan terbaik pemberian mikoriza arbuskula. Pengaruh utama berbagai biopestisida tidak berpengaruh nyata namun pemberian abamektin nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, umur muncul hama, jumlah hama *P. Xylostella* dan intensitas serangan.

Pemberian bioaktivator belum mampu dalam menekan penyerang hama jika dibandingkan dengan pemberian abamektin. Hal ini di karenakan tidak menggunakan perekat sementara tingginya curah hujan saat penelitian, sehingga biopestisida yang semprotkan hilang tercuci air hujan selain itu meledaknya hama saat penelitian dikarenakan tanaman sebelumnya juga tanaman *crucivera* sehingga hama pada tanaman sebelumnya berpindah dan bertahan pada area yang semak letanya disamping penelitian dan bertahan lalu berpindah ke penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. H., A. Z. Arifin & S. H. Pratiwi. 2018. Uji adaptasi pertumbuhan tanaman bunga kol (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*, L.) dataran tinggi yang ditanam di dataran rendah pada berbagai kerapatan tanam dan naungan. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 1(2): 11-17
- Anonim. 2013. EM-4 Pertanian. <http://www.em4indonesia.com/prod/uksi/pertanian>. Diakses 30 Maret 2021
- Ardi, R. 2009. Kajian aktivitas mikroorganisme tanah pada berbagai kelerengan dan kedalaman hutan alam. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Amran, J., dan Nosa, S. 2018. pengaruh pupuk kandang dan jamur mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan, serapan N, dan hasil tanaman kembang kol (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.). *Jurnal Agrowagati* 6(1).
- Anggarini, Avy. 2012. Artikel pengaruh mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil sorgum manis (*sorghum bicolor* l. *Moench*) pada tunggul pertama dan kedua. Skripsi. Fakultas Pertanian Gadjah Mada, Yogyakarta.A
- Azmi, U. Zahrul, F dan Marlina. 2017. Respon pertumbuhan dan hail tanaman tomat akibat pemberian pupuk organik dan Anorganik. *Agrotropika Hayati*. 4(4)
- Bintoro, U. 2011. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi Dan Pupuk Majemuk Npk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bunga kol (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis* L.) Dataran Rendah. Skripsi: Fakultas Pertanian. Universitas Muria Kudus. Kudus.
- Utomo, B. 2009. Pengaruh Bioaktivator terhadap pertumbuhan sukun ( *Artocarpus communis* Fors) dan perunahan sifat kimia tanah gambut. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 38(1): 15-18
- Cahyono, B. 2001. Bunga kol dan Broccoli. Kanisius. Yogyakarta.
- Dwirani, N. 2012. Hama ulat daun kubis *plutella xylostella* L. dan upaya pengendaliannya. <http://blog.ub.ac.id/noviadwirani>. (diakses tanggal 2 april 2021)
- Eri, D. Salbiah dan H. Laoh. 2013. Uji beberapa konsentrasi biji pinang (*Areca catechu*) untuk mengendalikan hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Faperta*. 1(2): 1-9.
- Efendi, E., W. P. Deddy dan Sumain. 2017. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) terhadap pemberian mulsa serbuk

gergaji dan pupuk NPK. Jurnal Agroteknologi Universitas Asahan. 13 (3) : 30-38.

Febrianti, T. 2018. Pengaruh Pemberian kompos Biochar dan Trichoderma sp. terhadap pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah Lokal Palu pada Lahang Kering” Balai pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sulawesi Tengah. 2 (1).

Grainge, M. and S. Ahmed. 1987. Handbook of Plants with Pest-Control Properties. A WileyInterscience Publ., New York.

Haditomo, I. 2010. Efek larvasida ekstrak biji pinang (*Areca catechu*) terhadap *Aedes aegypti* L. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Hanafiah, K. A. 2012. Dasar-dasar ilmu tanah. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Handoyo, V. R., S. Soeparjono dan I. Sadiman. 2014 pengaruh dosis dolomit dan macam bahan organik erhadap hasil dan kualitas benih kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) jurnal berkala ilmiah pertanian. 10(1):1-8

Herlina, L. dan D. Pramesti. 2004. Penggunaan kompos aktif Trichoderma harzianum dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Herianto. 2020. Pengaruh pupuk NPK organik dan limbah detergen terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*brassica rapa* L). Skripsi. Program studi agroteknologi. Universitas Islam Riau. Pekanbaru.

Hilman, Y. 2000. Hasil Penelitian Teknologi Maju Tepat Guna dalam Budidaya Sayuran Organik. Prosiding seminar nasional Pertanian Organik. Fakultas Pertanian, Universitas IBA. Palembang.

Husein, E. F., S. Syafei., M. Kasim dan R. Hartawan. 2002. Respon tumbuhan mangium di persemaian terhadap mikoriza dan Rhizobiu. Page 232.

Ibrahim, H. 2014. Keanekaragaman mesofauna tanah daerah pertanian apel desa tulungrejo kecamatan bumi aji kota batu sebagai bioindikator kesuburan tanah dan bahan ajar biologi SMA. Skripsi pendidikan biologi UMM. Tidak di terbitkan. Malang

Indiarti, S.W, dan Warnoto. 2017. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai (Application of Integrated Pest Management (IPM) on Soybean). Buletin Palawija. 15(2), 87– 100.

JaIaIudin, Nasrul Z.A., dan Rizki, S. 2016. PengoIahan Sampah Organik Buah buahan menjadi Pupuk dengan Menggunakan Efektif Mikroorganisme. Jurnal Teknologi Kimia UnimaI, 5-(1): 17- 29

- Kardinan dan Agus. 2011. Penggunaan Pestisida nabati Sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Sistem Pertanian Organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(4), 2011 hal. 262-278.
- Kardinan, A. dan E.A. Wikardi. 1995. Uji hayati produksi metabolit sekunder tumbuhan sebagai insektisida nabati terhadap serangga gudang. *Proc. Seminar on Chemistry of Natural Products of Indonesian Plants*. Unesco - Universitas Indonesia.
- Ketut, Widnyana, I. 2011. Meningkatkan Peranan Musuh Alami Dalam Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan Sesuai Konsep PHT (Pengelolaan Hama Penyakit Terpadu), *Jurnal Bakti Saraswati*, 01(02), 99 Denpasar Bali, Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat Universitas Mahasaraswati
- Lakitan, B. 2012. *Dasar-dasar: fisiologi tumbuhan*. Rajawali Press. Jakarta.
- Lestariningsih, S. N. W., Edy, S., Toni, G. 2020. Efektivitas insektisida emamektin benzoat terhadap hama *plutella xylostella* L. dan hasil tanaman kubis putih di lapangan. ISSN Cetak: 1979-4681 e-ISSN: 2579-7891. *Agroscience*. 10(2)
- Masria. 2015. Jurnal peranan mikoriza vesikular arbuskular (MVA) untuk meningkatkan resistensi tanaman terhadap cekaman kekeringan dan ketersediaan p pada lahan kering. *Jurnal partner*, tahun 2015 nomor 1, halaman 48-56.
- Marliah, A., Nurhayatai, dan Riana, R. 2013. Pengaruh varietas dan konsentrasi pupuk majemuk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bunga kol (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Floratek* (8) : 118 - 126.
- Marsetyo, R., B, Dwicaksono. 2013. Pengaruh Penambahan Effective Microorganisms pada Limbah Cair Industri Perikanan Terhadap Kualitas Pupuk Cair Organik. Malang. Universitas Brawijaya. hlm 8.
- Nasarudin. 2012. Efektifitas pemanfaatan azotobaacter chroococcum dan mikoriza arbuskula (*glomus* sp) terhadap pertumbuhan dan ketersediaan hara tanaman kakao. Disertasi. Program pascasarjana universitas hasanuddin. Makassar.
- Kampung Putra Agro. <https://www.tokopedia.com/kampungputraagro/metarhizium-anisopliae>. Diakses 26 juni 2021
- Kristanto S.P, Sutjipto, Soekarto. 2013. Pengendalian Hama Pada Tanaman Kubis Dengan Sistem Tanam Tumpang Sari. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 1:7-9.
- Lingga, P dan Marsono. 2013. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Fitriani ,M., J. H. laoh., dan R Rustam. 2013. uji beberapa kosentrasi ekstrak biji pinang (*Areca catechu L.*) untuk mengendalikan kepik hijau (*Nezara viridula L.*) (Hemiptera: Pentatomidae) di laboratorium. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru
- Melli, F, J., Hennie, L., Rusli, R., 2013. Uji beberapa konsentrasi ekstrak biji pinang (*Areca Catechu L.*) untuk mengendalikan kepik hijau (*Nezara Viridula L.*) (Hemiptera: Pentatomidae) di laboratorium. Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau. Pekanbaru
- Moctezuma,Correl& Hammerbacker,A. 2014. Specific Polyphenols and Tannins are Associated with Defense Against Insects Herbivores in the Tropical Oak *Quercus oleoides*. *J Chem Ecol.* New York : Springer Science and Business Media.
- Mosse, S. 1981. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Research For Tropical Agriculture. *Res. Bull No 194.* Hawaii institute of tropical agriculture and human resources. University of hawaii.
- Niken, M, A., 2017. Uji toksisitas tanaman *ageratum conyzoides L.* sebagai insektisida nabati terhadap mortalitas hama ulat kubis (*plutella xylostella L.*). skripsi fakultas keguruan dan ilmu pendidikan universitas sanata dharma. Yogyakarta
- Nubuwwah, N., Sudantham M., Fauzi, M, T. 2015. Uji dosis bioaktivator tricoderma formulasi tablet untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil varietas bawang merah
- Nuhamara, S.T. 1994. “Peranan Mikoriza Untuk Reklamasi Lahan Kritis”. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza,
- Olsen, A. V., J.C. Anikwe, F.A. Okelana, L.U. Mokwunye dan O.M. Azeez. 2011. Pesticidal efficiency of three tropical herbal plants leaf extracts against *macrotremers bellicosus* and emerging pest of cocoa (*theobroma cacao L.*) *journal of Biopesticide* 4(2) : 131-137
- Parapasan, Y., dan A. R.Gusta. 2014. Efektifitas aplikasi *Beauveria bassiana* sebagai upaya pengendalian wereng batang coklat dan walang sangit pada tanaman padi di Desa Campursari Kecamatan Bulu Kabupaten Temanggung. *Jurnal Agro Complex* 2(1): 12-18
- Pandawani, N, P., I, K, widnyana., I, K, Sumantra. 2020. efektivitas isolat *Trichoderma* spp. Dalam pengendalian penyakit akar gada (*plasmodiaphora brassicae wor.*) pada sawi hijau (*brassica rapa*). *Agricultural Journal.* 3(1):38-51
- Pramudika, G., S.Y. Tyasmoro dan N.E. Suminarti. 2014. Kombinasi kompos kotoran sapi dan paitan (*Tithonia diversifolia L.*) pada pertumbuhan dan

hasil tanaman terung (*Solanum melongena* L.) Jurnal Produksi Tanaman. 2 (3) : 253-259.

Peng,Wei, . 2014. *Areca catechu* L. (*Areaceae*): A Review of Its Traditional Uses, Otany, Phytochemistry, Pharmacology and Toxicology. Journal 23of Ethnopharmacology. 164 (2015): 340-356. Chengdu : Chengdu University of Traditional Chinese Medicine.

Pracaya. 2003. Kol dan Kubis. Jakarta: Penebar Swadaya.

Prayogo, Y., W. Tengkan dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan *Metarhizium anisoplie* untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* pada Kedelai. <http://124.81.86.181/publikasi/p3241053.pdf>. [10 juni 2021].

Purwaningsih, T., Kristanto, B.A. & Karno. 2018. Efektifitas aplikasi *beauveria bassianase* sebagai upaya pengendalian wereng batang coklat dan walang sangit pada tanaman padi di Desa Campursari Kecamatan Bulu Kabupaten Temanggung. *J. Agro Complex*, 2(1), 12-18.

Putra M. 2012. Makrofauna Tanah Pada Ultisol Di Bawah Tegakan Berbagai Umur Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq.*) Jurnal Penelitian UNRI: Riau

Kartika. R., Ferziana dan I. gunawan. 2018. Tingkat Kesukaan Hama *Plutella xylostella* dan Belalang (*Locusta migratoria*) Terhadap Tanaman Bunga kol (*Brassica oleracea var. botrytis* L.) Dataran Rendah yang diberi Kompos Azolla dan Pupuk NPK. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. ISBN 978-602-5730-68-9 hal. 201-205

Roring, A., Elisabet, R, M, M., Max, R, M, F, D. 2015. Inventarisasi serangga hama pada tanaman kubis di kelurahan kumelembuay kota tomohon. Skripsi. Program studi agroteknologi. Universitas San Ratulangi. Manado.

Rukmana, R. 2014. Budidaya Bunga kol dan Broccoli. Yogyakarta: Kanisius.

Marsia. 2015. Peranan mikoriza vesikuler arbuskular (MVA) untuk meningkatkan resistensi tanaman terhadap cekaman kekeringan dan ketersediaan P pada lahan kering. *Jurnal partner*. (1) 48-56.

Saifudin, M. 2016. Intensitas serangan akar gada *Plasmodiophora brassicae* pada tanaan kailan. Skripsi. Program studi agroteknologi. Universitas brawijaya. Malang

Sihombing RH, OemryS, & Lubis, L. 2014. Uji efektifitas beberapa entomopatogen pada larva *Oryctes rhinoceros* L. (*Coleoptera: Scarabaeidae*) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 2 (4): 1300-1309.

- Subiksa, I. 2002. Pem anfaatan mikoriza untuk penanggulangan lahan kritis. [http:// rudyet.triped.com/sem2-012/igmsubiksa.htm](http://rudyet.triped.com/sem2-012/igmsubiksa.htm). 22 april 2021
- Suharno. 2006. Kajian dan pertumbuhan produksi pada 8 varietas kedelai (*Glycine max* L.) merril di lahan sawah tadah hujan. Jurnal ilmu-ilmu pertanian. 2(1). Hal. 69-71
- Sunardi, Tri., Nadrawati., dan S. Ginting. 2013. Eksplorasi Entomopatogen dan Patogenesisitasnya Pada *Aphis craccivora Koch*. Laporan Akhir. Bengkulu.
- Sunarjono, H dan Rismunandar. 2013. Kunci Bercocok Tanam Sayur – sayuran Penting di Indonesia. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Susilo, K. R. dan D. Renda. 2012. 19 Bisnis Tanaman Sayur Paling Diminati Pasar. Agro Media Pustaka : Jakarta.
- Strack BH. 2003. Biological control of termites by the fungal entomopathogen *Metarhizium anisopliae*. [http://www.utoronto.ca/forest/termite/metani\\_1.htm](http://www.utoronto.ca/forest/termite/metani_1.htm) [25 Juni 2017].
- Syarif, M. 2014. Pengaruh teknik budidaya kubis terhadap deversitas arthropoda dan intensitas serangan *plutella xylostella* L (*Lepidoptera:Plutellidae*).ISSN 1411-5549.
- Talanca, H. 2010. Status Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Tanaman. Prosiding Pekan Serealia Nasional. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Sulawesi Selatan.
- Thamrin, M, dkk. 2013. Perubahan iklim dan antisipasi teknologi dalam pengelolaan tanaman jagung lahan kering. Balai pengkajian teknologi tanaman sulawesi selatan
- Trizelia, T. Santoso, S. Sosromarsono, A. Rauf dan L.1. Sudirman. 2007. Patogenesisitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (*Deuteromycotina; Hyphomycetes*) terhadap telur *Crocidolomia pavonana* (*Lepidoptera: Pyralidae*). Agrin. 11(1):52-59.
- Utomo, B. 2010. Pemanfatan Beberapa Bioaktivator Terhadap Peningkatan Laju Dekomposisi Tanah Gambut dan Pertumbuhan *Gmelina arborea Roxb*, Jurnal Penelitian Kehutanan 7(1) ; 33-38.
- Wahyono, “Daur Ulang Sampah dan Komposting”, <http://sriwahyono.blogspot.com/2010/06/bioaktivator-komposting-apakahitu.html>, diakses 1 April 2021.
- Widodo, S. 2013. Hama dan pengendalian jarak kepyar. Badan penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian. Jakarta.

Xian, Shu Ji, Xiaolin Zheng, Deren Chen. 2012. "Perceived Risk and Its Impact on Customer Intention to Online Shopping Based-on Different Products". *Advances in information Sciences and Service Sciences (AISS)*. 4(17)

Yandri. 2011. Peran Berbagai Jenis Tanaman Tumpangsari Dalam Pengelolaan Hama Utama dan Parasitoidnya pada Bunga kol Organik. Skripsi. FP, Universitas Andalas Padang.

Zulkarnain, H. 2013. *Budidaya Sayuran Tropis*. Bumi Askara. Jakarta.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau