

# **SKRIPSI**

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN  
YANG DI APLIKASIKAN MELALUI DAUN TERHADAP  
KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN SPESIES  
ARTROPODA PENGHUNI TANAH.**

***THE IMPACT OF ENDOPHYTIC ENTOMOPATHOGENIC FUNGI  
APPLIED ON MAIZE LEAVES ON THE ABUNDANCE AND  
SPECIES DIVERSITY OF SOIL-DWELLING ARTHROPODS***



**M Yaskur Nasir  
05071282126020**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## SUMMARY

**M YASKUR NASIR.** The Impact of Endophytic Entomopathogenic Fungi Applied on Maize Leaves on the Abundance and Species Diversity of Soil-dwelling Arthropods. (Supervised by **SITI HERLINDA**).

Maize (*Zea mays* L.) is one of the food crops used as the second staple food after rice in Indonesia. In the practice of cultivation, the presence of soil arthropods cannot be separated from the ecosystem of corn crop cultivation, where these arthropods act as pest predators, pests or as decomposers of organic matter. The use of synthetic pesticides is usually the main choice of farmers but the impact is not only killing pests but also killing other arthropods whose role is beneficial to farmers. Another alternative is the utilization of entomopathogens as natural pesticides to overcome pest attacks. Entomopathogens are environmentally friendly and leave no residue and their target hosts are only pest arthropods. The purpose of this study was to analyze the impact of the application of entomopathogenic endophytic fungi applied through the leaves on the abundance and diversity of soil arthropod species and their effects on agronomic aspects of corn plants.

This research was conducted in the research field of Plant Protection Study Program, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. This research began in May-September 2024 with a land area of 12 x 12 M. The land was divided into 16 plots with an area of 3 x 3 M each. The land was divided into 16 plots with an area of 3 x 3 M each. There were 4 treatments and 4 replications. The plots were divided according to the treatment where the application was carried out by spraying the entire corn leaf using a suspension with a density of  $1 \times 10^{10}$  Conidia / ml. Spraying was done once every 2 weeks and was done in the morning at 08.00 when the leaf stomata were open.

The application of various isolates of entomopathogenic endophytic fungi did not have a real impact on plant growth and development, but if ranked, the use of entomopathogenic endophytic fungi produced greater results than the control treatment. The findings of this study showed that the use of various entomopathogenic endophytic fungi isolates did not differ significantly from the control in terms of abundance and diversity of soil arthropod species. In addition, none of the entomopathogenic endophytic fungal isolates were found to affect the abundance and diversity of these soil arthropod populations. Finally, the results showed that entomopathogenic endophytic fungi did not interfere with the abundance or diversity of soil arthropod species as they did not reduce their populations. Among the treatments, *Beauveria bassiana* showed results closest to those observed in the control group in terms of population abundance.

**Keyword:** *Beauveria bassiana*; Corong *Berlese*; *Metarhizium anisopliae*; *Penicillium citrinum*; *Pifall trap*.

## RINGKASAN

**M YASKUR NASIR.** Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen Yang Di Aplikasikan Melalui Daun Terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Artropoda Penghuni Tanah. (Dibimbing oleh **SITI HERLINDA**).

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang digunakan sebagai makanan pokok kedua setelah padi di Indonesia. Dalam praktik budidayanya keberadaan artropoda tanah tidak bisa dipisahkan dengan ekosistem budidaya tanaman jagung, dimana artropoda ini berperan sebagai predator hama, hama ataupun sebagai pengurai bahan organik. Penggunaan pestisida sintetik biasanya menjadi pilihan utama petani namun dampaknya bukan hanya membunuh hama tapi juga membunuh arthropoda lain yang perannya menguntungkan bagi petani. Alternatif lain yang bisa dilakukan adalah pemanfaatan entomopatogen sebagai pestisida alami untuk menanggulangi serangan hama. Entomopatogen ramah lingkungan dan tidak meninggalkan residu serta sasaran inangnya hanya artropoda hama saja. Tujuan penelitian ini, yaitu untuk menganalisis seberapa dampak yang ditimbulkan dengan pengaplikasian jamur endofit entomopatogen yang diaplikasikan melalui daun terhadap kelimpahan dan keanekaragaman spesies artropoda tanah serta efeknya pada aspek agronomi tanaman jagung

Penelitian ini telah dilaksanakan pada lahan penelitian Program Studi Proteksi Tanaman, Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini dimulai pada Mei-September 2024 dengan Luas lahan 12 x 12 M. Lahan dibagi menjadi 16 petakan dengan luas masing-masing 3 x 3 M. Terdapat 4 Perlakuan dan 4 Ulangan. Petakan dibagi sesuai perlakuan dimana pengaplikasian dilakukan dengan menyemprot secara keseluruhan daun jagung menggunakan suspensi dengan kerapatan  $1 \times 10^{10}$  Konidia/ML. Penyemprotan dilakukan 2 minggu sekali dan dilakukan pada pagi hari, yaitu pukul 08.00 saat Stomata daun terbuka.

Aplikasi berbagai isolat jamur endofit entomopatogen tidak memiliki dampak nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman namun jika diurutkan penggunaan jamur endofit entomopatogen menghasilkan hasil yang lebih besar dibandingkan perlakuan kontrol. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan berbagai isolat jamur endofit entomopatogen tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol dalam hal kelimpahan dan keanekaragaman spesies artropoda tanah. Selain itu, tidak ada isolat jamur endofit entomopatogen yang ditemukan mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman populasi artropoda tanah tersebut. Didapatkan, hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur endofit entomopatogen tidak mengganggu kelimpahan atau keanekaragaman spesies artropoda tanah karena tidak mengurangi populasi mereka. Di antara perlakuan yang diberikan, *Beauveria bassiana* menunjukkan hasil yang paling mendekati hasil yang diamati pada kelompok kontrol dalam hal kelimpahan populasi.

**Kata kunci:** *Beauveria bassiana*; corong berlese; *Metarhizium anisopliae*; *Penicilium citrinum*; pifall trap.

**SKRIPSI**

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN  
YANG DI APLIKASIKAN MELALUI DAUN TERHADAP  
KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN SPESIES  
ARTROPODA PENGHUNI TANAH.**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**M YASKUR NASIR  
05071282126020**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**DAMPAK APLIKASI JAMUR ENDOFIT ENTOMOPATOGEN  
YANG DI APLIKASIKAN MELALUI DAUN TERHADAP  
KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN SPESIES  
ARTROPODA PENGHUNI TANAH.**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

M Yaskur Nasir  
05071282126020

Indralaya, Desember 2024

Pembimbing -

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

NIP 196510201992032001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.

NIP 196412291990011001

Skripsi dengan judul “Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen yang di Aplikasikan Melalui Daun Terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Artropoda Penghuni Tanah” oleh M Yaskur Nasir telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 9 Desember 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji

#### Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.  
NIP 196510201992032001

Ketua Panitia



2. Titi Tricahyati, S.P., M.Si.  
NIP 199802072024062001

Sekretaris Penguji



3. Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si.  
NIP 196502191989031004

Ketua Penguji

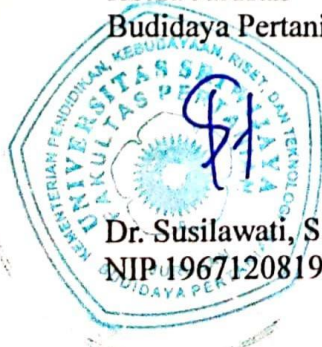


4. Erise Anggraini, S.P., M.Si., Ph.D.  
NIP 198902232012122001

Anggota Penguji



Ketua Jurusan  
Budidaya Pertanian



Dr. Susilawati, S.P., M.Si  
NIP 196712081995032001

Indralaya, 9 Desember 2024  
Koordinator Program Studi  
Agroekoteknologi



Dr. Susilawati, S.P., M.Si  
NIP 196712081995032001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Yaskur Nasir  
NIM: : 05071282126020  
Judul: : Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen yang di  
Aplikasikan Melalui Daun Terhadap Kelimpahan dan  
Keanekaragaman Spesies Artropoda Penghuni Tanah

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dibuat dalam laporan skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah bimbingan dosen pembimbing saya, kecuali yang menggunakan sumber yang disebutkan dengan jelas didalamnya. Jika dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan integritas ini saya buat dengan sadar tanpa adanya unsur paksaan dari pihak manapun.



M Yaskur Nasir

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis memiliki nama lengkap Muhammad Yaskur Nasir yang lahir pada 26 Mei 2003 di Palembang Provinsi Sumatera selatan. Penulis lahir dari pasangan Hamzah dan Sri Hartini dan merupakan anak ke tiga dari empat saudara. Penulis tinggal Kecamatan Ilir Barat II, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal di sekolah dasar di SDN 32 Palembang pada tahun 2015, sekolah menengah pertama di SMP Muhammadiyah 1 Palembang pada tahun 2018, dan sekolah menengah atas di SMAN 2 Palembang pada tahun 2021. Penulis diterima di perguruan tinggi negeri sebagai mahasiswa program studi Proteksi tanaman fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2021.

Selama menempuh Pendidikan di Universitas Sriwijaya penulis aktif dalam beberapa kegiatan kampus. Penulis tercatat pernah menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Agroekoteknologi sebagai staf ahli Informasi dan Komunikasi Departemen PPSDM pada tahun 2021-2022, Penulis juga pernah menjadi Kepala Departemen Kemakmuran Mushola (DKM) di Organisasi Lembaga Dakwah.



## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim, Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT. Tuhan semesta alam karena dengan berkah rahmat-Nya lah penulis bisa melakukan dan menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Dampak Aplikasi Jamur Endofit Entomopatogen Yang Di Aplikasikan Melalui Daun Terhadap Kelimpahan Dan Keanekaragaman Spesies Artropoda Penghuni Tanah” tak pula Shalawat beriring salam kepada Nabi besar Muhammad SAW. Yang telah membawa kita pada terangnya islam seperti sekarang.

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Republik Indonesia, Tahun Anggaran 2024, sesuai dengan Penelitian Fundamental Reguler (Fundamental Reguler) nomor kontrak.: 090/E5/PG.02.00.PL/2024, 11 Juni 2024, diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si. Oleh karena itu, tidak diperkenankan menyebarkan dan/atau mempublikasikan data yang ada pada skripsi ini tanpa izin tertulis dari Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.

Untuk itu saya berterima kasih kepada Ibu Siti Herlinda sebagai pembimbing saya yang telah mendanai riset ini serta senantiasa membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberikan banyak ilmu yang sangat sangat berguna bagi saya khususnya untuk kehidupan di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini penulis juga berterimakasih kepada Ayah dan Ibu yang sudah pasti selalu mendoakan yang terbaik bagi putranya ini dan juga terimakasih kepada saudara-saudara saya yang telah memberikan semangatnya, serta terimakasih kepada para anggota Laboratium Entomologi serta para mentor yang telah menjadi partner selama menjalankan penelitian ini. Terimakasih juga kepada semua orang yang telah bersedia direpotkan selama penulis menyelesaikan penelitian hingga berhasil menuntaskan bagian akhir dari perkuliahan ini, Kerepotan yang penulis lakukan kepada kalian akan menjadi amal jariyah dan insyaallah dibalas Allah SWT. Dengan kebaikan pula.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan karya ilmiah ini terdapat banyak kesalahan dan kekhilafan karena pada hal umumnya manusia yang penuh oleh kesalahan oleh karenanya, kritik dan saran dari para pembaca sangat penulis butuhkan

dalam rangka penyempurnaan karya tulis ilmiah ini. Semoga tulisan ini bisa bermanfaat dan memberikan ilmu baru bagi pembaca.

Indralaya, Desember 2024

M Yaskur Nasir

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis .....	3
1.5 Manfaat penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Jagung ( <i>Zea Mays</i> ).....	5
2.1.1 Akar .....	6
2.2.2 Batang dan Daun.....	6
2.2.3 Bunga .....	7
2.2.4 Biji dan Buah .....	8
2.2 Teknik Budidaya Tanaman Jagung.....	8
2.2.1 Persiapan Lahan .....	9
2.2.2 Penanaman.....	9
2.2.3 Pemeliharaan.....	9
2.2.4 Pencegahan Hama dan Penyakit .....	9
2.2 Spesies Jamur Endofit Entomopatogenik .....	9
2.3 Siklus Hidup Jamur Enofit Entomopatogenik .....	11

2.3.1 Inokulasi Jamur .....	11
2.3.2. Kolonisasi Jamur .....	11
2.3.3. Infeksi Serangga.....	11
2.3.4. Reproduksi.....	12
2.4 Mekanisme jamur endofit entomopatogen membunuh serangga inang..	12
2.5 Artropoda Tanah .....	13
<b>BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	15
3.2 Alat dan Bahan .....	15
3.3 Metode Penelitian .....	15
3.4 Cara Kerja .....	16
3.4.1 Persiapan Lahan Penelitian.....	16
3.4.2 Persiapan Tanam .....	17
3.4.3 Persiapan Seed Treatment.....	17
3.4.4 Penanaman Benih.....	17
3.4.5 Pemeliharaan Tanaman.....	18
3.4.6 Pembedakan Jamur Endofit .....	18
3.4.6.1 Pembedakan Jamur pada Media GYA.....	18
3.4.6.2 Pembuatan Suspensi Jamur Endofit Entomopatogen .....	19
3.4.6.3 Perhitungan Konidia Jamur .....	19
3.4.7 Pengaplikasian Jamur Endofit Entomopatogen Melalui Daun .....	20
3.4.8 Pengamatan Artropoda .....	20
3.4.8.1 Pengamatan <i>Pitfall trap</i> .....	21
3.4.8.2 Pengamatan corong <i>berlese</i> .....	21
3.4.9 Pengamatan Peubah Agronomi .....	22
3.4.9.1. Tinggi Tanaman .....	22

3.4.9.2. Jumlah Daun/Tanaman.....	22
3.4.9.3 Jumlah Bunga .....	22
3.4.9.4. Jumlah Tongkol/Batang .....	23
3.4.10 Hasil Produksi Tanaman.....	23
3.4.10.1. Berat Tongkol Basah.....	23
3.4.10.2. Jumlah Daun Panen / Batang.....	23
3.4.10.3. Jumlah Batang .....	23
3.4.10.4 Jumlah Buah .....	23
3.4.10.5 Tongkol Komersil .....	23
3.6 Analisis Data .....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1 Hasil.....	26
4.1.1. Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) .	26
4.1.1.1 Jumlah daun.....	26
4.1.1.2 Tinggi Tanaman .....	27
4.1.1.3 Jumlah bunga.....	28
4.1.1.4 Jumlah Tongkol .....	29
4.1.2. Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Artropoda Tanah .....	29
4.1.2.1 Kelimpahan dan Keanekaragaman Artropoda Predator yang terperangkap <i>Pitfall trap</i> .....	31
4.1.2.2 Kelimpahan dan Keanekaragaman Artropoda Fitofagus yang terperangkap <i>Pitfall trap</i> .....	35
4.1.2.3 Kelimpahan dan Keanekaragaman Artropoda Dekomposer yang terperangkap <i>Pitfall trap</i> .....	38
4.1.2.1 Kelimpahan dan Keanekaragaman Artropoda Predator yang terperangkap <i>Corong Berlese</i> .....	42

4.1.2.1 Kelimpahan dan Keanekaragaman Artropoda Fitofag yang terperangkap Corong <i>Berlese</i> .....	45
4.1.2.2 Kelimpahan dan Keanekaragaman Artropoda Dekomposer yang terperangkap Corong <i>Berlese</i> .....	47
4.1.3 Produksi Jagung .....	50
4.2 Pembahasan.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	
54_Toc184290137	
5.1. Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	55
LAMPIRAN .....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	55

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Akar Tanaman Jagung .....	6
2.2 Batang dan Daun Jagung .....	7
2.3 Bunga tanaman Jagung .....	7
2.4 Morfologi Buah Jagung .....	8
3.1 Denah tempat penelitian .....	15
3.2 Penempatan petakan perlakuan .....	16
3.2 Jagung komersil .....	24
4.1. Spesies artropoda predator pada <i>pitfall trap</i> .....	32
4.2. Spesies artropoda fitofag pada <i>pitfall trap</i> .....	36
4.3. Spesies artropoda dekomposer pada <i>pitfall trap</i> .....	39
4.4 Boxplot kelimpahan spesies predator pada <i>Pitfall trap</i> .....	41
4.5 Boxplot kelimpahan spesies fitofag pada <i>Pitfall trap</i> .....	41
4.4 Boxplot kelimpahan spesies dekomposer pada <i>Pitfall trap</i> .....	41
4.7 Spesies artropoda predator pada corong <i>berlese</i> .....	43
4.8 Spesies artropoda fitofag pada corong <i>berlese</i> .....	45
4.9 Spesies artropoda dekomposer pada corong <i>berlese</i> .....	47
4.10 Boxplot kelimpahan spesies predator pada corong <i>berlese</i> .....	49
4.11 Boxplot kelimpahan spesies fitofag pada corong <i>berlese</i> .....	49
4.12 Boxplot kelimpahan spesies dekomposer pada corong <i>berlese</i> .....	49

## DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Spesies dan isolat jamur entomopatogen pada cabai dan jagung asal Sumatera Selatan.....	17
4.1 Pertumbuhan jumlah daun tanaman Jagung selama satu musim tanam ....	26
4.2 Pertumbuhan tinggi tanaman Jagung selama satu musim tanam.....	27
4.3 Pertumbuhan jumlah bunga tanaman Jagung selama satu musim tanam...	28
4.4 Pertumbuhan jumlah tongkol tanaman Jagung selama satu musim tanam..	29
4.5 Kelimpahan Artropoda yang terjebak <i>Pitfall trap</i> .....	30
4.6 Kelimpahan Artropoda yang terjebak Corong <i>Berlese</i> .....	30
4.7 Kelimpahan artropoda predator yang terjebak <i>pitfall trap</i> .....	31
4.8. Karakteristik komunitas spesies artropoda predator pada <i>pitfall trap</i> .....	33
4.9. Kelimpahan artropoda fitofag yang terjebak <i>pitfall trap</i> .....	35
4.10. Karakteristik komunitas spesies artropoda fitofag pada <i>pitfall trap</i> .....	37
4.11 Kelimpahan artropoda dekomposer yang terjebak <i>pitfall trap</i> .....	38
4.12 Karakteristik komunitas spesies artropoda fitofag pada <i>pitfall trap</i> .....	40
4.13 Kelimpahan artropoda predator yang terjebak corong <i>berlese</i> .....	42
4.14. Karakteristik komunitas spesies artropoda predator pada corong <i>berlese</i> .	44
4.15 Kelimpahan artropoda fitofag yang terjebak corong <i>berlese</i> .....	45
4.16. Karakteristik komunitas artropoda fitofag pada alat sampling corong <i>berlese</i> .....	46
4.17 Kelimpahan artropoda dekomposer yang terjebak corong <i>berlese</i> .....	47
4.18. Karakteristik komunitas artropoda dekomposer pada alat sampling corong <i>berlese</i> .....	48
4.19 Hasil produksi jagung.....	50



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Pertumbuhan dan perkembangan jagung .....	62
2. Spesies artropoda terperangkap <i>pitfall trap</i> .....	69
3. Spesies artropoda terperangkap corong <i>berlese</i> .....	74

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang digunakan sebagai makanan pokok kedua setelah padi di Indonesia. Jagung merupakan sumber protein dan karbohidrat yang penting bagi masyarakat, kandungan yang terdapat dalam jagung seperti asam lemak esensial, isoflavon, mineral (Ca, Mg, K, Na, P, Ca dan Fe), antosianin, betakaroten, komposisi asam amino esensial, dan lainnya sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia (Herlina & Prasetyorini, 2020). Kebutuhan jagung di Indonesia untuk konsumsi dan industri adalah 15,75 juta ton (Herlinda *et al.*, 2023). Dalam praktik budidaya jagung, langkah awal yang harus dilakukan adalah persiapan lahan. Persiapan lahan merupakan langkah awal sebelum memulai penanaman jagung. Persiapan lahan yang tepat merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas tanah (Niewiadomska *et al.*, 2020). Petani di Indonesia umumnya menggunakan pestisida sintetis untuk mengelola lahan pertanian. Penggunaan pestisida sintetis dapat menimbulkan dampak negatif, seperti akumulasi pada hasil panen, resistensi hama, dan penurunan musuh alami (Herlinda *et al.*, 2020). Berkurangnya musuh alami, serta penggunaan pestisida yang terus-menerus dan tidak dapat terurai secara hayati secara berulang-ulang, sehingga mencemari berbagai komponen ekosistem air, udara, dan tanah (Anggraini *et al.* 2021). Pestisida sangat berbahaya bagi manusia, terutama bagi mereka yang bekerja di ladang yang banyak menggunakan pestisida. Mereka berisiko tinggi terpapar pestisida selama proses produksi dan formulasi (Anggraini *et al.* 2020). Selain itu, pestisida juga meninggalkan residu pada produk tanaman.

Beberapa serangga memiliki perannya masing-masing, baik sebagai hama yang merugikan tanaman maupun sebagai serangga yang menguntungkan bagi tanaman atau bahkan bagi serangga itu sendiri. Kondisi lahan sangat mempengaruhi kelimpahan artropoda yang ada, bahkan cara penanaman menyebabkan perbedaan keanekaragaman jenis artropoda yang ditemukan (Karenina *et al.*, 2020). Kelimpahan jumlah dan jenis mikroorganisme tanah dapat

mengindikasikan kesuburan tanah, disertai dengan kecukupan bahan organik di dalam tanah, suhu tanah yang sesuai, kecukupan air, dan kondisi ekologi tanah yang sesuai (Tang *et al.*, 2024). Selain itu, mikroorganisme membentuk asosiasi simbiosis dengan akar, bertindak sebagai agen biologis melawan patogen tanaman, berkontribusi pada agregasi tanah, dan berpartisipasi dalam pembentukan tanah (Abdila *et al.*, 2022). Mikroorganisme yang hidup di dalam tanah sangat peka terhadap segala sesuatu yang terjadi di dalam tanah tempat mereka berada (Chania *et al.*, 2024).

Penggunaan pestisida kimiawi sintetis juga bukan hanya membunuh hama tanaman namun juga jika diaplikasikan secara terus menerus bisa mematikan artropoda tanah yang menjalankan peran penting dalam lahan pertanian, salah satu upaya untuk mengatasi ini, yaitu penggunaan bahan hayati sebagai pengganti pestisida kimiawi sintetis. Jamur endofit entomopatogen telah lama bisa dimanfaatkan untuk mengendalikan serangga hama (Herlinda *et al.*, 2020). Jamur endofit entomopatogen merupakan salah satu agensia alami dalam pengendalian hama terpadu pada tanaman. Selain aman bagi lingkungan, penggunaan agensia hayati ini juga aman bagi manusia. Pada tanaman jagung, jamur endofit terkenal efektif dalam mengendalikan hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) (Rindiani *et al.*, 2024). Pemanfaatan metabolit jamur endofit untuk perlakuan benih dapat meningkatkan kualitas benih dan menurunkan serangan penyakit di lapang. (Saragih *et al.*, 2020). Mekanisme infeksi dimulai ketika bagian tanaman jagung yang dibudidayakan mengandung spora jamur entomopatogen. Infeksi dimulai ketika bagian tanaman tersebut dikonsumsi dan masuk ke dalam sistem pencernaan serangga (Mantzoukas *et al.*, 2022).

Mekanisme serangan jamur endofit entomopatogen melalui metode kontak dimulai ketika spora menempel pada lapisan kutikula luar tubuh serangga (Wakil *et al.*, 2020). Ketika kondisi mendukung, spora konidia akan berkecambah dan menembus kutikula serangga. Secara bertahap, jamur akan mengeluarkan senyawa kimia beracun ke dalam hemolimfa serangga setelah konidia berhasil masuk ke dalam tubuh serangga inang, sehingga melumpuhkan sistem kekebalan tubuh serangga dan pada akhirnya menyebabkan kematian pada serangga tersebut (Suroto *et al.*, 2023).

Ada banyak alat sampling yang bisa digunakan untuk menjebak serangga dalam tujuan mengetahui keanekaragamannya, yaitu Metode corong *berlese* corong yang diletakkan di atas toples yang berisi air deterjen. Corong diisi dengan tanah yang diambil dari petak perlakuan dengan diameter 5 cm dan kedalaman 5 cm, setelah itu tanah disinari dengan lampu selama waktu yang telah ditentukan (Irwanto *et al.*, 2022). Perangkat jebakan biasanya digunakan untuk menangkap dan meneliti artropoda penghuni tanah, rayap, kumbang, atau serangga lain yang memiliki mobilitas di atas tanah. *Pitfall trap* merupakan metode yang paling baik untuk menjebak serangga yang aktif di permukaan tanah (Wijayanto *et al.*, 2022).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas didapatkan rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaplikasian jamur endofit entomopatogen bisa berdampak terhadap kelimpahan dan keanekaragaman spesies artropoda penghuni tanah?
2. Apakah pengaplikasian jamur endofit entomopatogen bisa berdampak terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari diadakannya penelitian ini, yaitu:

1. Untuk menganalisis dampak yang disebabkan oleh pengaplikasian jamur endofit entomopatogen yang diaplikasikan melalui daun terhadap kelimpahan dan keanekaragaman spesies artropoda penghuni tanah.
2. Untuk mengobservasi dari beberapa macam isolat jamur endofit entomopatogen yang diaplikasikan melalui daun apakah bisa berdampak terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung.

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini, yaitu:

1. Diduga bahwa pengaplikasian jamur endofit entomopatogen yang diaplikasikan melalui daun tidak berdampak terhadap kelimpahan dan keanekaragaman spesies artropoda tanah

2. Diduga bahwa pengaplikasian jamur endofit entomopatogen yang diaplikasikan melalui daun akan memberikan efek terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung.

### **1.5 Manfaat penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terkait dampak jamur endofit entomopatogen terhadap keberagaman dan kelimpahan spesies artropoda tanah serta pertumbuhan dan hasil produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.)

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A., Ullah, F., Hafeez, M., Han, X., Dara, M. Z. N., Gul, H., & Zhao, C. R. 2022. Biological control of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Agronomy*, 12(11), 1–16. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112704>
- Abdila, A., Japarang, N., Agustin, N., Hafni, W., Annisi, A. D., Karim, H., Azis, A. A., Junda, M., & Jumadi, O. 2022. Populasi mikroorganisme tanah pada lahan jagung setelah aplikasi pupuk poliakrilat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 8–21. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.18>
- Abdillah, M., Arroyan, A. N., & Anwar, S. 2021. Keanekaragaman artropoda tanah di gunung Anjasmoro, Desa Carangwulung, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 144–150. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma>
- Acosta-Pérez, V. J., Vega-Sánchez, V., Fernández-Martínez, T. E., Zepeda-Velázquez, A. P., Reyes-Rodríguez, N. E., Ponce-Noguez, J. B., Peláez-Acero, A., de-la-Rosa-Arana, J. L., & Gómez-De-Anda, F. R. 2022. Physicochemical water quality influence on the parasite biodiversity in juvenile tilapia (*Oreochromis* spp.) farmed at valle del mezquital in the central-eastern socioeconomic region of Mexico. *Pathogens*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/pathogens11101076>
- Afifah, L., Aena, A. C., Saputro, N. W., Kurniati, A., Maryana, R., Lestari, A., Abadi, S., & Enri, U. 2022. Maize media enhance the conidia production of entomopathogenic fungi *lecanicillium lecanii* also its effective to control the weevil *cylas formicarius* (Fabricius) (Coleoptera: *Brentidae*). *Agrivita*, 44(3), 513–525. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v44i3.3605>
- Anggraini, E., Anisa, W. N., Herlinda, S., Irsan, C., Suparman, S., Suwandi, S., Harun, M. U., & Gunawan, B. 2021. Phytophagous insects and predatory arthropods in soybean and zinnia. *Biodiversitas*, 22(3), 1405–1414. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220343>
- Anggraini, E., Pardingotan, R., Herlinda, S., Irsan, C., & Harun, M. U. 2020. Diversity of Predatory Arthropods in Soybean (*Glycine max* L) Refugia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 4(2), 101–117. <https://doi.org/10.32530/jaast.v4i2.165>
- Anggraini, S., Herlinda, S., & Umayah, A. 2023. “ Akselerasi hasil penelitian dan optimalisasi tata ruang agraria untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan ” kelimpahan artropoda predator permukaan tanah yang diaplikasikan *Beauveria bassiana* dan *Bacillus thuringiensis* di pertanaman padi sawah rawa lebak. 7(1), 1185–1191.
- Bahrin, A. H., Amin, R., & Alimin, F. 2020. Application of corn cultivation techniques by smallholder farmers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012142>

- Bamisile, B. S., Siddiqui, J. A., Akutse, K. S., Aguila, L. C. R., & Xu, Y. 2021. General limitations to endophytic entomopathogenic fungi use as plant growth promoters, pests and pathogens biocontrol agents. *Plants*, *10*(10), 1–23. <https://doi.org/10.3390/plants10102119>
- Branine, M., Bazzicalupo, A., & Branco, S. 2019. Biology and applications of endophytic insect-pathogenic fungi. *PLoS Pathogens*, *15*(7), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1007831>
- Cotes, B., Thöming, G., Amaya-Gómez, C. V., Novák, O., & Nansen, C. 2020. Root-associated entomopathogenic fungi manipulate host plants to attract herbivorous insects. *Scientific Reports*, *10*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80123-5>
- da Silva, L. A., Costa, T. R., Gonzaga, A. P. D., & Machado, E. L. M. 2020. Diversity of  $\alpha$  and  $\beta$  in two fragments of seasonal deciduous forest. *Floresta e Ambiente*, *27*(4), 1–10. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.028518>
- Daud, I. D., Melina, F., Hadiwijaya, A. S., & Ardianto. 2021. Arthropod diversity and corn stem borer *Ostrinia furnacalis* Guenee population in corn endophytes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *807*(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/2/022099>
- Didenko, N., Lavrenko, S., Lavrenko, N., & Sardak, A. 2022. *Economic Efficiency Of Corn Grain Cultivation With*. *22*(3), 187–194.
- Dulbari, D., Yuriansyah, Y., Sutrisno, H., Maksum, A., Ahyuni, D., Budiarti, L., Saputra, H., & Sari, M. F. 2021. Bimbingan teknis pertanian organik sebagai penerapan teknologi budidaya ramah lingkungan kepada perkumpulan kelompok tani gapsera sejahtera mandiri. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, *6*(3), 258–265. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v6i3.1784>
- Elfita, Mardiyanto, Fitrya, Eka Larasati, J., Julinar, Widjajanti, H., & Muharni. 2019. Antibacterial activity of cordyline fruticosa leaf extracts and its endophytic fungi extracts. *Biodiversitas*, *20*(12), 3804–3812. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201245>
- Fadhilah, L. N., & Asri, M. T. 2019. Keefektifan tiga jenis jamur entomopatogen terhadap serangga kutu daun *Aphis gossypii* ( Hemiptera : *Aphididae* ) pada tanaman cabai the effectivity of three types entomopathogenic fungi against insects *Aphis gossypii* ( Hemiptera : *Aphididae* ) at Chili P. *Jurnal Lentera Bio*, *8*(1), 56–61.
- Fiqriansyah, M., Putri, S. A., Syam, R., Rahmadani, A. S., Frianie, T. N. S. A. R. ., N, Y. I. S., Adhayani, A. N., Fauzan, N., Bachok, N. A., Manggabarani, A. M., & D, Y. 2021. Teknologi budidaya tanaman jagung ( *Zea mays* ) dan Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). in *Teknologi Budidaya Tanaman Jagung (Zea Mays) Dan Sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench)*.
- Hendrayana, F., Lestari, N. A., Muis, A., & Azrai, M. 2020. Ketahanan beberapa varietas jagung hibrida terhadap beberapa penyakit penting jagung di

- Indonesia. *Jurnal Agriovet*, 3(1), 25.  
<https://doi.org/10.51158/agriovet.v3i1.419>
- Herlina, N., & Prasetyorini, A. 2020. Effect of climate change on planting season and productivity of maize (*Zea mays* L.) in Malang Regency. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Januari, 25(1), 118–128.  
<https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.118>
- Herlinda, S. 2020. Pemanfaatan musuh alami untuk pengendalian hayati hama tanaman pangan dan sayuran guna mendukung keberhasilan pertanian organik. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-8 Tahun 2020*, 46, 39–46.
- Herlinda, S., Oktareni, S. S., Suparman, Anggraini, E., Elfita, Setiawan, A., Verawaty, M., Hasbi, & Lakitan, B. 2020. Effect of application of uv irradiated *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on larval weight and mortality of *Spodoptera litura*. 8(Iccesi 2019), 64–70.  
<https://doi.org/10.2991/absr.k.200513.011>
- Herlinda, S., Prabawati, G., Pujiastuti, Y., Susilawati, Karenina, T., Hasbi, & Irsan, C. 2020. Herbivore insects and predatory arthropods in freshwater swamp rice field in South Sumatra, Indonesia sprayed with bioinsecticides of entomopathogenic fungi and abamectin. *Biodiversitas*, 21(8), 3755–3768.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d210843>
- Herlinda, S., Suwandi, S., Irsan, C., Adrian, R., Fawwazi, F., & Akbar, F. 2023. Species diversity and abundance of parasitoids of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(11), 6184–6190.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d241140>
- Irwanto, R., Chairunnisa, F., & Apriyadi, R. 2022. Kelimpahan dan keanekaragaman collembola dan hubungannya dengan tingkat kesuburan tanah lahan percontohan reklamasi tambang timah Desa Bukit Layang, Bangka. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 24(2), 103–109.  
<https://doi.org/10.29244/jitl.24.2.103-109>
- Jasridah, J., Rusdy, A., & Hasnah, H. 2021. Komparasi keanekaragaman artropoda permukaan tanah pada komoditas cabai merah, cabai rawit dan tomat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(3), 347–355.  
<https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i3.17437>
- Johnston-Fennell, L., Tooker, J., Nault, B. A., & Wickings, K. 2021. Preventative pest management in field crops influences the biological control potential of epigeal arthropods and soil-borne entomopathogenic fungi. *Field Crops Research*, 272(March), 108265. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108265>
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., Hasbi, Suparman, Lakitan, B., Hamidson, H., & Umayah, A. 2020. Community structure of arboreal and soil-dwelling arthropods in three different rice planting indexes in freshwater swamps of south sumatra, indonesia. *Biodiversitas*, 21(10), 4839–4849. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211050>



- Laksono, D. T., Purnamasari, D. N., Safitro, Y. A., Fahmi, M. F., Laksono, D. T., Madura, U. T., Padang, P. N., & Addition, P. V. 2023. Program pengembangan usaha produk olahan jagung dan pemasaran online untuk peningkatan ekonomi masyarakat Desa Tlangoh program for developing corn-based product businesses and online marketing to enhance the economy of tlangoh village community. *I(1)*.
- Liu, G., Yang, Y., Liu, W., Guo, X., Xue, J., Xie, R., Ming, B., Wang, K., Hou, P., & Li, S. 2020. Leaf removal affects maize morphology and grain yield. *Agronomy*, *10(2)*, 1–12. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020269>
- Liu, Y., Yang, Y., & Wang, B. 2022. Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* play roles of maize (*Zea mays*) growth promoter. *Scientific Reports*, *12(1)*, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19899-7>
- Mantzoukas, S., & Eliopoulos, P. A. 2020. Endophytic entomopathogenic fungi: A valuable biological control tool against plant pests. *Applied Sciences (Switzerland)*, *10(1)*. <https://doi.org/10.3390/app10010360>
- Mantzoukas, S., Kitsiou, F., Natsiopoulos, D., & Eliopoulos, P. A. 2022. Entomopathogenic Fungi: Interactions and Applications. *Encyclopedia*, *2(2)*, 646–656. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2020044>
- Mukkun, L., Kleden, Y. L., & Simamora, A. V. 2021. Detection of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize field in East Flores District, East Nusa Tenggara Province, Indonesia. *International Journal of Tropical Drylands*, *5(1)*, 20–26. <https://doi.org/10.13057/tropdrylands/t050104>
- Mulyani, L., Khairani, L., & Susilawati, I. 2020. Pengaruh penambahan giberelin terhadap pertumbuhan dan persentase batang dan akar tanaman jagung dengan sistem hidroponik. *Jurnal Sumber Daya Hewan*, *1(1)*, 6. <https://doi.org/10.24198/jsdh.v1i1.30991>
- Mwamburi, L. A. 2021. Endophytic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, confer control of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in two tomato varieties. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, *31(1)*. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00357-3>
- Niewiadomska, A., Majchrzak, L., Borowiak, K., Wolna-Maruwka, A., Waraczewska, Z., Budka, A., & Gaj, R. 2020. The influence of tillage and cover cropping on soil microbial parameters and spring wheat physiology. *Agronomy*, *10(2)*. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020200>
- Nishi, O., Sushida, H., Higashi, Y., & Iida, Y. 2021. Epiphytic and endophytic colonisation of tomato plants by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* strain GHA. *Mycology*, *12(1)*, 39–47. <https://doi.org/10.1080/21501203.2019.1707723>
- Ortez, O. A., McMechan, A. J., Hoegemeyer, T., Ciampitti, I. A., Nielsen, R. L.,

- Thomison, P. R., Abendroth, L. J., & Elmore, R. W. 2022. Conditions potentially affecting corn ear formation, yield, and abnormal ears: A review. *Crop, Forage and Turfgrass Management*, 8(2), 1–10. <https://doi.org/10.1002/cft2.20173>
- Padjung, R., Bdr, M. F., Nasaruddin, N., Ridwan, I., Anshori, M. F., Abduh T, A. D. M., & Fachri, A. A. 2020. Growth and production of corn in various planting distances systems. *Agrotech Journal*, 5(2), 89–93. <https://doi.org/10.31327/atj.v5i2.1352>
- Purnomo, H., Sucipto, I., & Muhlisson, W. 2022. Produksi biopestisida berbahan aktif jamur entomopatogen formulasi padat di Desa Andongsari. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(4), 2277. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i4.11895>
- Rindiani, D. E., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2024. Population and attacks of *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) on corn inoculated with endophytic entomopathogenic fungi from South Sumatra, Indonesia. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 13(1), 87–93. <https://doi.org/10.36706/jlso.13.1.1024.707>
- Saleem, M. S. 2021. Effect of seed soaking on seed germination and growth of bitter gourd cultivars. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 6(6), 07–11. <https://doi.org/10.9790/2380-0660711>
- Saragih, M., Trizelia, T., Nurbailis, N., & Yusniwati, Y. 2020. Profil GCMS senyawa kimia ekstrak metanol isolat jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dan akar cabai sebagai pemacu pertumbuhan cabai. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 4(2), 106–118. <https://doi.org/10.31289/agr.v4i2.3840>
- Sari, J. M. P., Herlinda, S., & Suwandi, S. 2022. Endophytic fungi from South Sumatra (Indonesia) in seed-treated corn seedlings Affecting development of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00605-8>
- Setiawati, T., & Syamsi, I. F. 2019. Karakteristik stomata berdasarkan estimasi waktu dan perbedaan intensitas cahaya pada daun *Hibiscus tiliaceus* Linn. di Pangandaran, Jawa Barat. *Pro-Life*, 6(2), 148–159. <http://ejournal.utp.ac.id/index.php/AFP/article/view/283>
- Siregar, E. S. 2017. Pengaruh pengelolaan lahan dan pemberian pupuk pellet terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis (*Zea Mays Saccharata Strut*). *Jurnal Agrohita*, 1(2), 53–57.
- Suci Febri Chania, Junita Zega, D., & Hilda Putri, D. 2024. *SERAMBI* Antibiotic sensitivity test of microbes in agricultural soil exposed to disinfectants in Batang Anai District, Padang Pariaman Regency. 9(1), 103–114.
- Suroto, A., Soesanto, L., & Bahrudin, M. 2023. Eksplorasi, identifikasi, dan bioesai jamur entomopatogen terhadap *Spodoptera frugiperda* dari Kabupaten

- Purbalingga. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(4), 513–524. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.4.513>
- Susilowati, A., Novriyanti, E., Rachmat, H. H., Rangkuti, A. B., Harahap, M. M., Ginting, I. M., Kaban, N. S., & Iswanto, A. H. 2022. Foliar stomata characteristics of tree species in a university green open space. *Biodiversitas*, 23(3), 1482–1489. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230336>
- Tang, H., Liu, Y., Yang, X., Huang, G., Liang, X., Shah, A. N., Nawaz, M., Hassan, M. U., Qumsani, A. T., & Qari, S. H. 2024. Multiple cropping effectively increases soil bacterial diversity, community abundance and soil fertility of paddy fields. *BMC Plant Biology*, 24(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05386-w>
- Taupiq, L., Sudantha, I. M., & Sudharmawan, A. A. 2024. Jurnal biologi tropis the potential of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* ( bals ) Vuillemin to Control Mealybugs *Planococcus spp* . *Hemiptera : Pseudococcidae*.
- Turmudi, E., Safitri, N. H., & Widodo, W. 2020. Pertumbuhan dan hasil empat varietas kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada sistem tumpangsari dengan berbagai jarak tanam jagung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(2), 99–105. <https://doi.org/10.31186/jipi.22.2.99-105>
- Wakil, W., Tahir, M., Al-Sadi, A. M., & Shapiro-Ilan, D. 2020. Interactions between two invertebrate pathogens: an endophytic fungus and an externally applied bacterium. *Frontiers in Microbiology*, 11(November), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.522368>
- Wandira, F. A. 2021. Teknik karakterisasi jagung manis (*Zea mays saccharata*, L. Sturt) Galur 001, Galur 002, dan Galur 003. *Skripsi*.
- Wijayanto, M. A., Windriyanti, W., Rahmadhini, N., Agroteknologi, J., Pertanian, F., Pembangunan, U., Veteran, N. ", & Timur, J. 2022. Biodiversitas artropoda permukaan dan dalam tanah pada kawasan agroforestri di Kecamatan Wonosalam Jombang Jawa Timur. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2).
- Yohanista, M., Rume, M. I. 2023. Studi indeks kelimpahan (Di), indeks pemerataan (E) dan indeks dominansi (D) *Echinodermata* di perairan Waibalun, Kabupaten Flores Timur. *Aquanipa*, 5(2), 635–637.
- Zou, Y., Fu, J., Chen, Z., & Ren, L. 2021. The effect of microstructure on mechanical properties of corn cob. *Micron*, 146(April), 103070. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2021.103070>