

**POTENSI ANTAGONIS BAKTERI *Bacillus* sp. ASAL KEBUN RAYA
LIWA SEBAGAI AGEN PENGENDALI JAMUR *Fusarium* sp. DAN
Aspergillus sp. PENYEBAB PENYAKIT TANAMAN**

(Skripsi)

Oleh

Indriani

1717021031



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

POTENSI ANTAGONIS BAKTERI *Bacillus* sp. ASAL KEBUN RAYA LIWA SEBAGAI AGEN PENGENDALI JAMUR *Fusarium* sp. DAN *Aspergillus* sp. PENYEBAB PENYAKIT PADA TANAMAN

Oleh

INDRIANI

Jamur menjadi salah satu organisme penyebab penyakit yang menyerang tumbuhan di berbagai bagian tubuh seperti akar, batang, ranting, akar, daun, bunga, hingga pada buah. Untuk mengendalikan hama tersebut terdapat berbagai cara salah satunya penggunaan pestisida. Namun hal ini belum cukup menjadi cara yang efektif dalam penanggulangan penyakit tumbuhan sebab penggunaan pestisida dalam jangka panjang menyebabkan dampak buruk pada lingkungan. *Bacillus* sp. merupakan bakteri yang memiliki potensi sebagai agen pengendali hayati, hal ini dikarenakan *Bacillus* sp. memiliki senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen seperti *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. yang menyebabkan penyakit pada tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh antagonis mikroba endofit *Bacillus* sp. terhadap jamur patogen secara *in vitro*. Rancangan Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 10 perlakuan dengan 3 ulangan. Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah zona hambatan patogen terhadap antagonis. Data yang didapat akan dianalisis terlebih dahulu menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa Isolat *Bacillus* kode TMA 26, TB 5, dan TBA 7 memiliki pengaruh antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp. sekaligus. Isolat *Bacillus* kode TSR 6 memiliki pengaruh antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp. saja. Isolat *Bacillus* sp. kode TSR 5 tidak memiliki pengaruh antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp.

Kata kunci : *Aspergillus* sp., *Bacillus* sp., *Fusarium* sp.

ABSTRACT

POTENTIAL ANTAGONISTS OF BACTERIA *Bacillus* sp. THE ORIGIN OF LIWA BOTANICAL GARDEN AS A CONTROLLING AGENT AGAINST THE FUNGUS *Fusarium* sp. AND *Aspergillus* sp. CAUSES OF DISEASE IN PLANTS

By

INDRIANI

Fungi become one of the disease-causing organisms that attack plants in various parts of the body such as roots, stems, twigs, roots, leaves, flowers, to fruits. To control these pests there are various ways, one of which is the use of pesticides. However, this is not enough to be an effective way to overcome plant diseases because the use of pesticides in the long term causes adverse impacts on the environment. *Bacillus* sp. is a bacterium that has potential as a biological control agent, this is because *Bacillus* sp. has compounds that can inhibit the growth of pathogenic fungi such as *Fusarium* sp. and *Aspergillus* sp. which causes diseases in plants. The purpose of this study was to determine the influence of endophytic microbial antagonists *Bacillus* sp. against pathogenic fungi *in vitro*. The research design used in this study was a Complete Randomized Design (RAL) consisting of 10 treatments with 3 repeats. The parameter observed in this study is the zone of resistance of pathogens to antagonists. The data obtained will be analyzed first using Analysis of Variance (ANOVA). The results showed that *Bacillus* isolates coded TMA 26, TB 5, and TBA 7 had an antagonistic influence on *Fusarium* sp. and the fungus *Aspergillus* sp. at once. *Bacillus* isolate code TSR 6 has an antagonistic influence on the fungus *Fusarium* sp. just. Isolate *Bacillus* sp. TSR code 5 has no antagonistic influence on the fungus *Fusarium* sp. and the fungus *Aspergillus* sp.

Keywords: *Aspergillus* sp., *Bacillus* sp., *Fusarium* sp.

**POTENSI ANTAGONIS BAKTERI *Bacillus* sp. ASAL KEBUN RAYA
LIWA SEBAGAI AGEN PENGENDALI JAMUR *Fusarium* sp. DAN
Aspergillus sp. PENYEBAB PENYAKIT TANAMAN**

Oleh
INDRIANI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

: **POTENSI ANTAGONIS BAKTERI *Bacillus* sp. ASAL KEBUN RAYA LIWA SEBAGAI AGEN PENGENDALI JAMUR *Fusarium* sp. DAN *Aspergillus* sp. PENYEBAB PENYAKIT TANAMAN**

Nama Mahasiswa

: **Indriani**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1717021031**

Jurusan / Program Studi

: **Biologi / S1 Biologi**

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Kusuma Handayani, M.Si.
NIP 19780819 200801 2 018

Wawan A. Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP 19791230 200812 1 001

2. Ketua Jurusan Biologi

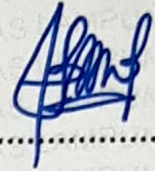
Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP 19830131 200812 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

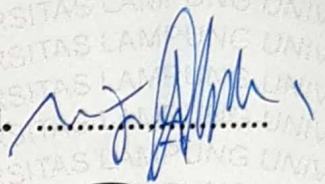
Ketua

: **Dr. Kusuma Handayani, M.Si.**



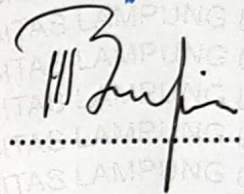
Sekretaris

: **Wawan A. Setiawan, S.Si., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Bambang Irawan, M.Sc.**

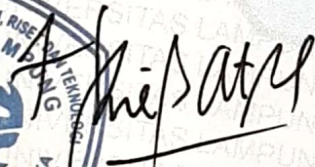


2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP 19711001 200501 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **16 Agustus 2023**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indriani
NPM : 1717021031
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul

“POTENSI ANTAGONIS BAKTERI *Bacillus* sp. ASAL KEBUN RAYA LIWA SEBAGAI AGEN PENGENDALI TERHADAP JAMUR *Fusarium* sp. DAN *Aspergillus* sp. PENYEBAB PENYAKIT PADA TANAMAN”

Baik data penelitian, gagasan serta pemaparannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika yang berlaku, serta bukan merupakan hasil duplikasi atau jiplakan dari karya ilmiah yang pernah ditulis oleh orang lain kecuali sebagai acuan yang dicantumkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana ataupun tuntutan hukum.

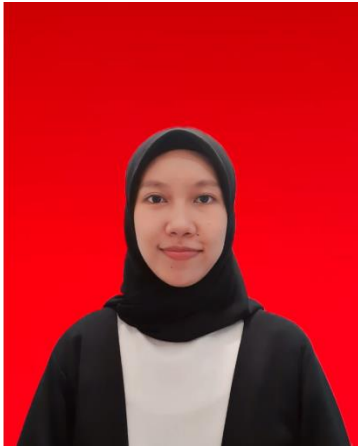
Bandar Lampung, 16 Agustus 2023

nyatakan,

(Indriani)

NPM. 1717021031

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Indriani lahir di Tanjung Enim, Sumatera Selatan pada tanggal 16 Februari 1999, sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari bapak Suyoto dan ibu Erna Gayatri.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Antrasita Bukit Asam Tanjung Enim diselesaikan pada tahun

2005, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 10 Tanjung Enim pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 1 Lawang Kidul Tanjung Enim pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Bukit Asam Tanjung Enim pada tahun 2017.

Tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Unila melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mikrobiologi Umum dan Fisiologi Tumbuhan, serta aktif di berbagai organisasi kampus seperti Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila, Rois FMIPA Unila, serta Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) FMIPA Unila. Pada tahun 2020, penulis melakukan Kerja Praktik di PT. Great Giant Pineapple (GGP) Terbanggi Besar Lampung.

Persembahan

Dengan mengucap puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, serta sholawat dan salam ku haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, serta dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, sebetulnya karya kecil ini kupersembahkan kepada :

Kedua orang tuaku tersayang, Bapak Suyoto, Ibu Erna Gayatri, Mbak Merianti serta keluarga besar. Terima kasih atas doa, restu, kasih yang melimpah, dan dukungan yang selalu diberikan demi tercapainya cita-cita dan kelancaran studiku.

Para dosen dan guru yang telah berjasa dalam memberikan ilmu, bimbingan, dan motivasi dengan rasa kesabaran dan ketulusan hati.

Teman-temanku untuk selalu mendukung dan berjuang bersama

Almamater tercinta Universitas Lampung.

MOTTO

“Be a good person to have a good life”

(Indriani)

*“Segala sesuatu yang baik untukmu tidak akan Allah izinkan
pergi kecuali akan diganti dengan yang lebih baik lagi”*

(Ali bin Abi Thalib)

*“have a good friends around you, surround yourself with
good people cause you're a good person too”*

(Mark lee)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi dengan judul **“Potensi Antagonis Bakteri *Bacillus* sp. Asal Kebun Raya Liwa Sebagai Agen Pengendali Jamur *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. Penyebab Penyakit Tanaman”** dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam proses pembuatan skripsi ini masih terdapat banyak kendala dan kekurangan. Namun dengan bantuan dari Allah SWT dan pihak yang terlibat, kendala yang dihadapi dapat teratasi dengan cukup baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan FMIPA Unila.
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si.,M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila.
4. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si., selaku pembimbing utama atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Wawan Setiawan, S.Si.,M.Si., selaku pembimbing kedua atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Sc., selaku penguji utama pada ujian skripsi. Terima kasih untuk masukan dan saran-saran selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Dra. C.N. Ekowati, M.Si., telah memberikan ilmu baik dikelas dan saat praktikum di laboratorium, serta membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

8. Bapak Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc., selaku pembimbing akademik.
9. Seluruh dosen dan karyawan FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan motivasi selama penulis melakukan studi di Unila.
10. Keluarga terutama ibu dan bapak yang telah sabar dan tulus memberikan doa kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. Mbak Meri selaku anak pertama di dalam keluarga. Terima kasih telah menemani penulis baik di titik terendahnya hingga bisa di tahap penyelesaian skripsi ini. Dukungan dan doa yang selalu tercurahkan selalu menjadi motivasi langkah ini untuk terus maju.
12. Teruntuk keluarga hangat kukuh yaitu Mama ayu, Adek ewi, V dora, Micud, Mae, dan Unni Jikra. Terima kasih telah mengisi kenangan indah selama masa studi ini, berjuang bersama dalam kondisi apapun itu. Canda, tawa, dan tangis yang telah terukir selalu menjadi moment terbaik dalam mengenal kalian.
13. Teruntuk tim bacillus kuproy yaitu Suceng, Vidia nenek, Ria, Lalisa, dan Nana. Terima kasih sudah saling memberi dukungan selama proses penelitian dilakukan, semua yang dilalui bersama di laboratorium akan selalu menjadi pembelajaran bagi penulis.
14. Teruntuk keluarga kasu yaitu duksun, my roommate cipmung, elijung, yuyun, ismun, bude didi, agista, dan ria. Terima kasih sudah selalu memberikan dukungan, motivasi, dan menemani penulis baik dalam kondisi susah dan senang.
15. Untuk dias dan ajeng terima kasih sudah banyak membantu penulis selama menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih sudah ingin mendengarkan ketika penulis sedang butuh didengarkan.
16. Untuk anggun legi, penulis mengucapkan terima kasih banyak atas segala dukungan dan bantuan yang telah diberikan. Setiap kebaikan yang telah diberikan sampai di hati penulis, pertemnan yang tulus ini penulis harap dapat terus berjalan hingga nanti.

17. Teruntuk teman-teman masa kecil penulis yaitu nanda, dhita, dan citra.
Terima kasih sudah memberikan dukungan dan memahami isi hati penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
18. Teruntuk teman-teman seperjuangan angkatan 17 Jurusan Biologi FMIPA Unila. Terima kasih telah menjadi rumah kedua bagi penulis, selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
19. Teruntuk sembilan peterpan dan dua puluh tiga bujang yang jauh disana.
Terima kasih sudah memberikan keceriaan di kala penulis berada di titik terendah, sudah menemani setahap demi tahap penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, dan penulis sedikit banyak mendapatkan motivasi untuk selalu berjalan maju.
20. Serta semua pihak yang telah membantu, mempermudah, mendoakan, dan selalu memberikan semangat kepada penulis.

Semoga semua kebaikan yang sudah diberikan menjadi amalan yang indah dan mampu mengundah segala kebaikan dari Allah SWT. Penulis berharap semoga skripsi yang jauh dari kesempurnaan ini dapat memberikan manfaat kelak bagi kita semua.

Bandar Lampung, 20 September 2023

Indriani

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Tujuan	3
1.3.Kerangka Pikir.....	3
1.4.Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Agen Pengendali Hayati	5
2.2.Bakteri <i>Bacillus</i> sp	6
2.3.Jamur Patogen	9
2.4.Kebun Raya Liwa	14
III. METODE PENELITIAN	16
3.1.Waktu dan Tempat	16
3.2.Alat dan Bahan	16
3.3.Metode Penelitian	16
3.4.Pelaksanaan	18

3.5. Analisis Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Uji Antagonis <i>Bacillus</i> sp. terhadap Jamur <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp secara <i>In Vitro</i>	23
4.2. Uji Antagonis Isolat <i>Bacillus</i> sp. terhadap Jamur <i>Fusarium</i> sp.....	27
4.3 Uji Antagonis Isolat <i>Bacillus</i> sp. terhadap Jamur <i>Aspergillus</i> sp.....	29
V. SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan.....	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Tabel

1. Susunan perlakuan isolat *Bacillus* sp. dan jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp 17
2. Tata letak satuan percobaan isolat *Bacillus* sp. dan jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp 17
3. Hasil perhitungan daya hambat isolat *Bacillus* sp. terhadap jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp. tiap ulangan. 25
4. Presentase rata-rata daya hambat isolat *Bacillus* sp. kode TMA 26, TB5, TBA 7 terhadap jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp 25
5. Hasil perhitungan daya hambat isolat *Bacillus* sp. TSR 6 terhadap jamur *Fusarium* sp..... 28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi Isolat <i>Bacillus</i> sp. perbesaran 1000x.....	7
2. Daur Hidup Bakteri Pembentuk Spora	8
3. Siklus Penyakit Layu <i>Fusarium</i> pada Tanaman.....	12
4. Morfologi <i>Aspergillus</i> sp.....	13
5. Peta Kebun Raya Liwa.....	15
6. Skema uji <i>dual culture</i> antar antagonis dan patogen.....	19
7. Skema uji <i>dual culture</i> diameter kontrol dan antagonis.....	19
8. Skema uji <i>dual culture</i> antar antagonis dan patogen.....	20
9. Skema uji <i>dual culture</i> diameter kontrol dan antagonis.....	21
10. Skema uji <i>dual culture</i> antar antagonis dan patogen.....	21
11. Skema uji <i>dual culture</i> diameter kontrol dan antagonis.....	22
12. Hasil uji antagonis isolat <i>Bacillus</i> sp. kode TMA 26, TB 5, TBA 7 terhadap jamur <i>Fusarium</i> sp. dan jamur <i>Aspergillus</i> sp.....	24
13. Hasil uji antagonis isolat <i>Bacillus</i> sp. kode TSR 5 dan TSR 6 terhadap jamur <i>Fusarium</i> sp.....	28
14. Hasil uji antagonis isolat <i>Bacillus</i> sp. kode TSR 5 dan TSR 6 terhadap jamur <i>Aspergillus</i> sp.....	29

I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Jamur menjadi salah satu organisme penyebab penyakit yang menyerang tumbuhan di berbagai bagian tubuh seperti akar, batang, ranting, akar, daun, bunga, hingga pada buah. Salah satu dari banyak penyakit misalnya penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. (Hadiwiyono, 2013). Melihat dari banyaknya fenomena penyakit pada tumbuhan yang diserang oleh jamur, untuk itu sangat diperlukan cara penanggulangan atau pengendalian jamur patogen ini.

Dalam teknik pengendalian hama terdapat berbagai cara, salah satunya penggunaan pestisida. Penggunaan pestisida menjadi cara instan yang sering digunakan, karena dalam mengendalikan penyakit pada tanaman dapat dengan cepat dan pengaruh yang dihasilkan bisa langsung dilihat. Namun hal ini belum cukup menjadi cara yang efektif dalam penanggulangan penyakit tumbuhan sebab penggunaan pestisida dalam jangka panjang menyebabkan dampak buruk pada lingkungan. Menurut Subakti (2018) dengan pemakaian senyawa kimia tersebut secara terus-menerus akan menyebabkan tanah menjadi lebih asam, mikroorganisme pada tanah akan mati dan hilangnya kesuburan tanah. Hal ini menimbulkan terjadinya ketidakseimbangan ekosistem hingga yang paling fatal menimbulkan keracunan pada manusia.

Penanggulangan penyakit tanaman dengan cara biologi menjadi alternatif yang dapat dilakukan, sebab organisme pengendali yang digunakan dapat berasal dari alam itu sendiri dan aktifitasnya dapat dimodifikasi sesuai dengan lingkungan yang sesuai dengan tanaman yang diinginkan. Bakteri

Bacillus menjadi salah satu dari banyak contoh mikroorganisme yang memiliki potensi tersebut. Berdasarkan penelitian Flori Florianus, dkk (2020) isolat bakteri *Bacillus* spp. yang berasal dari rizosfer tanaman lada mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fussarium* sp. dengan diameter daya hambat tertinggi yaitu sebesar 13,92 mm. Hal ini disebabkan karena *Bacillus* memiliki kemampuan dalam menghasilkan beberapa senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen, diantaranya enzim kitinase yang berfungsi dalam mendegradasi dinding sel jamur. Selain itu, senyawa metabolit seperti *basilin*, *basitrasin*, *basilomisin*, *difisidin*, *oksidifisidin*, *lesitinase*, *subtilisin*, dan *fengymycin* yang memengaruhi permeabilitas membran sel, inhibitor enzim jamur, dan menghambat sintesis protein (Florianus, dkk. 2020).

Adapun Khadim (2014) menyatakan bahwa bakteri Gram positif tersebut memiliki kelebihan untuk membentuk spora yang mudah disimpan, memiliki ketahanan hidup yang lama, serta mudah diinokulasikan baik ke tanah maupun media biakan lainnya. Hal ini memungkinkan bakteri *Bacillus* sp. berpotensi sebagai agen pengendali hayati. Tamptip (2011) juga mengatakan beberapa strain dari bakteri *Bacillus* spp. memiliki antibiotik dan kemampuan yang berbeda. Selain itu, *Bacillus* sp. menghasilkan fitohormon yang dapat membantu dalam sistem pertanian, fitohormon yang dihasilkan oleh bakteri ini secara tidak langsung dapat menghambat aktivitas patogen pada tanaman. Hal ini dibuktikan dalam penelitian Prihatiningsih (2015) bahwa jenis *Bacillus subtilis* B315 yang diisolasi dari rizosfer kentang dapat menunda masa inkubasi 7 hari serta mengendalikan penyakit layu bakteri pada tanaman kentang, selain itu *Bacillus* ini dapat menginduksi ketahanan sistemik dengan adanya peningkatan pertumbuhan tanaman dan penekanan populasi jamur. Habitat alami bakteri *Bacillus* sp. yang dapat bertahan pada kondisi lingkungan ekstrim, seperti pada suhu -5°C sampai 75°C dengan tingkat keasaman (pH) 2-8. Adapun bakteri *Bacillus* sp. memiliki karakter atau sifat yang berbeda, hal ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kondisi pH,

suhu, dan nutrisi untuk membantu sistem metabolisme dari bakteri tersebut (Muis, 2016). Penelitian Flori (2020) didapatkan 4 isolat bakteri *Bacillus* sp. dari tanah perkebunan tanaman lada yang menghasilkan enzim katalase, protease, dan kitinase.

Kawasan Kebun Raya Liwa (KRL) memiliki iklim hujan dengan rata-rata curah hujan berkisar 2500-300 mm dan memiliki suhu berkisar 17-30°C. Berdasarkan iklim tersebut KRL memiliki kelembaban sekitar 50-80%. Dengan kondisi ini dapat memungkinkan untuk mendukung pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. pada daerah tersebut dengan karakter yang khas.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh antagonis isolat bakteri *Bacillus* sp. Kode TMA 26, TB 5, TBA 7, TSR 5 dan TSR 6 terhadap jamur *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. secara *in vitro*.

1.3. Kerangka Pikir

Perlu adanya inovasi dalam mengendalikan hama dengan cara yang lebih aman. Bakteri *Bacillus* sp. merupakan agen antagonis yang sering digunakan dalam menanggulangi jamur patogen. Hal ini disebabkan bakteri *Bacillus* sp. memiliki kemampuan dalam menghasilkan senyawa penghambat pertumbuhan jamur patogen, yaitu antibiotik seperti *basilin*, *basitrasin*, *basilomisin*, *difisidin*, *oksidifisidin*, *lesitinase*, *subtilisin*, dan *fengymycin* dalam mempengaruhi permeabilitas membrane sel, inhibitor enzim jamur dan menghambat sintesis protein. Adapun enzim kitinase yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus* sp. mampu mendegradasi dinding sel jamur, yang mana enzim kitinase merupakan enzim hidrolitik yang dapat menghidrolisis ikatan β -1,4 antar sub unit N-Asetil Glukosamin (NAcGlc) pada polimer kitin yang merupakan salah satu komponen penting dinding sel jamur. Mekanisme antagonis bakteri ini dalam menghambat jamur patogen yaitu dengan antibiosis, hal ini ditunjukkan dengan bakteri yang menghasilkan antibiotik yang secara langsung menyerang hifa jamur yang

bersamaan tumbuh pada media yang sama. Akibatnya hifa akan mengalami kerusakan karena membran hifa akan pecah dan tidak berbentuk silindris lagi serta cairan dalam sel akan keluar lalu jamur patogen mengalami kematian. Selain faktor tersebut, penghambatan jamur patogen dapat disebabkan juga oleh adanya kompetisi ruang dan nutrisi. Adapun persaingan ini terjadi dikarenakan kebutuhan nutrisi yang sama sehingga bakteri mengekskresikan zat anti jamur untuk menghambat aktivitas jamur.

1.4.Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah adanya penghambatan oleh pemberian isolat antagonis *Bacillus* sp., dalam mengendalikan jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Agen Pengendali Hayati

Pengendalian hayati merupakan salah satu upaya atau teknik Pengendalian Hama Terpadu (PHT) terhadap pengendalian secara biologi melalui manipulasi lingkungan, inang atau agen antagonis dengan introduksi dengan jumlah satu atau lebih organisme.

Adapun mekanisme dalam pengendalian hayati, sebagai berikut:

1. Antagonisme

Antagonis adalah sifat suatu organisme yang dapat berasosiasi dan menimbulkan kerugian bagi organisme lainnya. Aktivitas antagonisme meliputi (a) kompetisi nutrisi dan ruang dalam ruang yang terbatas, (b) antibiosis yaitu menghasilkan antibiotik atau senyawa kimia lainnya untuk menghambat organisme lainnya, dan (c) predasi, hiperparasitisme, dan bentuk interaksi melawan organisme lainnya.

2. Ketahanan Terimbas

Menurut Inayati (2016), ketahanan terimbas didefinisikan bentuk stimulasi pertahanan alami suatu tanaman oleh agen biotik maupun abiotik untuk menangkal serangan patogen. Namun, mekanisme ini masih bersifat laten, lemah, bahkan tidak terekspresi meskipun ada aksi dari agen pengimbas.

Inayati (2016) menyatakan agen pengimbas atau disebut juga dengan elisitor merupakan molekul yang dapat menstimulasi respon ketahanan tanaman. Berdasarkan ketahanannya, elisitor dibagi menjadi dua yaitu, elisitor bersifat umum (*general elicitor*) yang mampu memicu

ketahanan baik pada tanaman inang maupun bukan inang dan elisitor bersifat khusus/spesifik (*race specific elicitor*) yang hanya memicu ketahanan pada tanaman tertentu. Contoh elisitor spesifik adalah TMV dan gen avirulen (Avr) yang hanya mengimbas tanaman tomat.

Elisitor dapat berasal dari jamur, bakteri, maupun virus dan polimer karbohidrat, protein, lemak, serta mikotoksin yang dikenal dengan elisitor biotik (Larroque et al. 2013). Selain itu, terdapat juga elisitor abiotik yaitu sinar UV, ion-ion dari logam, bahan kimia yang berperan sebagai hormon dan molekul lainnya.

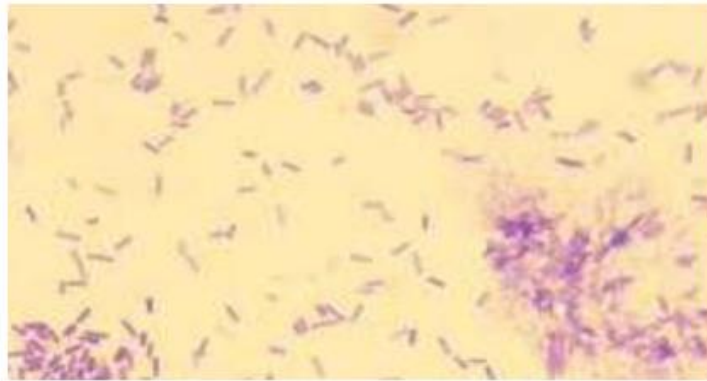
3. Proteksi Silang

Proteksi silang adalah perlindungan tanaman yang menggunakan strain virus lemah untuk melindungi dari infeksi strain virus yang kuat.

Pemanasan *in vivo* menjadi cara untuk melemahkan strain virus, selain itu terdapat cara pendinginan *in vivo* serta dengan asam nitrit (Nisaul, 2018).

2.2. Bakteri *Bacillus* sp.

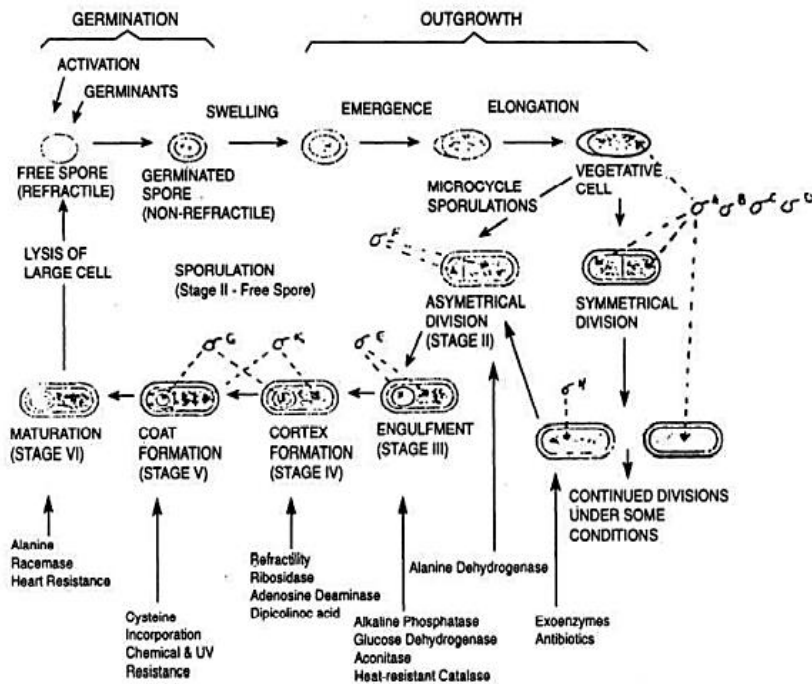
Marga *Bacillus* merupakan bakteri yang memiliki kemampuan yang dapat dimanfaatkan dalam bidang industri. Awalnya *Bacillus* sp. dikenal sebagai bakteri yang berasal dari daratan, namun ditemukan fakta bahwa bakteri *Bacillus* sp. berasal dari laut. Hal ini dibuktikan bakteri ini memiliki kemampuan diantaranya, menghasilkan antibiotik yang dapat melawan patogen, sebagai bakteri pemecah minyak, dan dapat menghasilkan enzim pemecah senyawa glukosa.



Gambar 1. Morfologi Isolat *Bacillus* sp. perbesaran 1000x (Lisa, 2015)

Bacillus sp. termasuk golongan bakteri heterotrofik, bersifat uniseluler, dan termasuk organisme dekomposer. Morfologi bakteri ini berbentuk batang yang dapat dijumpai di air maupun tanah (**Gambar 1**), merupakan bakteri gram positif, dan bergerak dengan flagel peritrikus, serta dapat menghasilkan endospora yang berbentuk bulat, oval, elips atau silinder.

Bacillus dikategorikan sebagai bakteri yang memiliki kemampuan membentuk spora. Daur hidup bakteri pembentuk spora (**Gambar 2.**) pada umumnya terdapat fase germinasi dan fase sporulasi. Fase germinasi terjadi apabila bakteri berada pada lingkungan yang memiliki banyak sumber nutrisi. Pada fase ini sel akan memperbanyak diri dengan cara membelah diri. Fase sporulasi terjadi apabila bakteri dalam lingkungan yang kekurangan nutrisi dan adanya tekanan kondisi lingkungan terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus*. Pada fase ini bakteri akan membentuk endospora yang resisten terhadap kondisi lingkungan yang buruk, seperti kekeringan dan suhu tinggi (Khetan, 2001).



Gambar 2. Daur Hidup Bakteri Pembentuk Spora (Radji,2011)

Bacillus memiliki klasifikasi sebagai berikut (Radji, 2011):

Kingdom : Bacteria
 Phylum : Firmicutes
 Classis : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Famili : Bacillaceae
 Genus : *Bacillus*
 Spesies : *Bacillus* sp.

Berdasarkan hasil uji antagonis Flori (2020), bakteri *Bacillus* sp. mampu menekan pertumbuhan jamur patogen dengan diameter yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus* memiliki kemampuan antagonisme bagi jamur patogen melalui senyawa penghambat pertumbuhan yang dihasilkan. Fungsi dari senyawa penghambat adalah mendegradasi dinding sel jamur, memengaruhi permeabilitas membran sel, inhibitor enzim jamur dan menghambat sintesis protein. Widiantini dkk (2018) menyatakan jika terjadi kontak antara bakteri antagonis dengan

jamur patogen maka bakteri antagonis akan menyerang dengan menghasilkan senyawa yang dapat mengakibatkan pembengkakan pada hifa. Hal ini membuktikan bakteri mampu menghasilkan senyawa penghambat bagi pertumbuhan patogen dengan terbentuknya jarak pemisah antara bakteri antagonis dan jamur patogen.

Terdapat aktivitas penghambatan bakteri anggota genus *Bacillus* lainnya yaitu mekanisme penghambatan, diantaranya kompetisi ruang dan nutrisi, sintesis senyawa volatil, enzim ekstraseluler, dan metabolit sekunder. Enzim ekstraseluler merupakan enzim yang dieksresikan ke luar sel untuk reaksi kimia eksternal. Misalnya, β -glukanase, kitinase, dan protease yang mampu mendegradasi dinding sel jamur (Flori, 2020). Adapun mekanisme bakteri antagonis dalam menekan pertumbuhan patogen secara fisiologis yaitu dengan menunjukkan zona hambatan yang terbentuk dari aktivitas antibiosis bakteri antagonis pada media tumbuh. Jika hifa jamur patogen menyentuh langsung antibiotik yang dihasilkan bakteri ini, maka hifa akan mengalami kerusakan dan membran hifa akan pecah kemudian tidak akan berbentuk silindris hingga cairan sel akan keluar dan mengalami kematian (Mutmainnah 2012).

2.3. Jamur Patogen

1. *Fussarium* sp.

Jamur *Fussarium* adalah salah satu jenis fungi yang bersifat patogen yang biasanya banyak ditemukan di tanah. Ciri untuk mengidentifikasi jamur *Fussarium* ini yaitu terdapatnya makrokonidia, yaitu alat reproduksi aseksual yang berada pada kondiospora, memiliki struktur halus, terbentuk dari fialid, dan terdiri dari 2 sel atau lebih yang memiliki dinding sel tebal (Sari, 2016).

Jamur patogen *Fussarium* ini memiliki klasifikasi ilmiah sebagai berikut (Djunaedin, 2011):

Kingdom : Fungi
Divisio : Mycota
Classis : Hypomycetes
Ordo : Hyphales
Famili : Tuberculariaceae
Genus : *Fussarium*
Spesies : *Fussarium* sp.

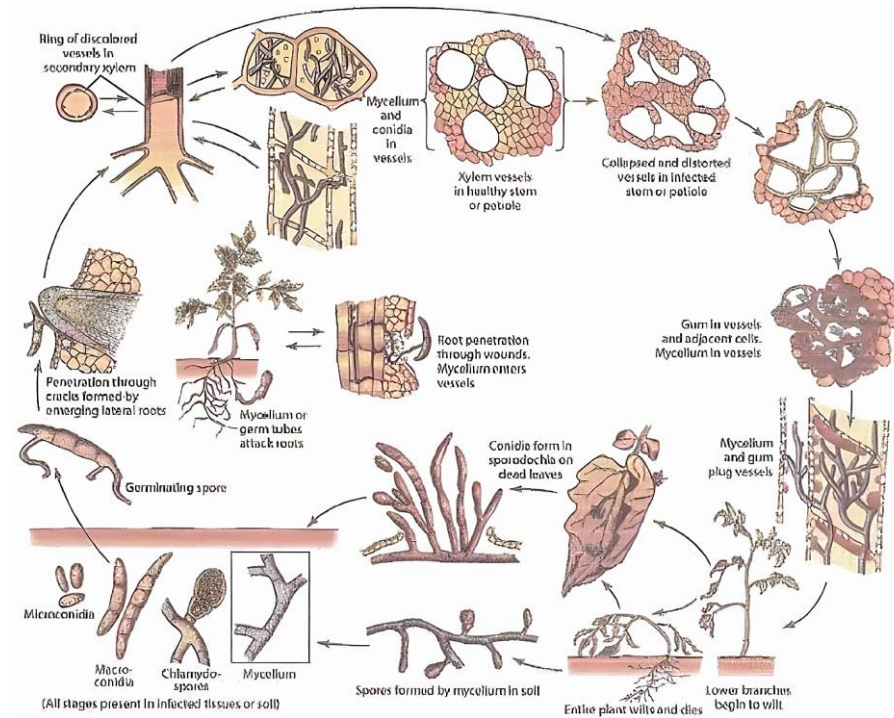
Ramdani (2016) menjelaskan bahwa bahwa tanaman yang terserang jamur patogen ini menunjukkan daun memiliki warna kecoklatan namun tetap menempel pada batang tanaman. Perubahan warna daun paling tua menjadi kekuningan ini menjadi indikasi awal dari tahapan infeksi jamur *Fussarium*. Selain itu, infeksi jamur ini akan berlanjut pada daun yang lebih muda hingga tanaman menjadi mati. Dampak lain dari penyakit ini juga dapat mengakibatkan tanaman menjadi tumbuh kerdil.

Nurwahyuhni dkk (2015) menjelaskan bahwa tanaman yang diamati mengalami bercak kuning kecoklatan yang disebabkan oleh sel-sel tersebut mengalami kematian sehingga dinding sel berubah warna menjadi gelap dan warna kloroplas yang menjadi kekuningan. Sari (2016) menambahkan yang menyebabkan jamur *Fussarium* dapat menyebabkan tanaman menjadi layu karena adanya produksi enzim pektinase yang dapat memisahkan satu sel dengan sel lainnya dan enzim proteolitik yang berfungsi mendegradasi protein dinding dan membran sel sehingga metabolisme dalam sel mengalami penurunan aktivitas.

Menurut Nisaul (2018), spora yang dihasilkan menjadi indikator dalam efektifitas serangan jamur patogen terhadap tanaman, karena spora

memiliki peranan penting dalam pertumbuhan jamur itu sendiri. Selain itu, jamur patogen bisa menghasilkan zat kimia yang dapat menimbulkan gejala penyakit meskipun tidak terdapat organisme penyebab penyakit tersebut. Jamur *Fusarium* dapat menghasilkan senyawa asam fusarat, yaitu antibiotik beserta racun yang bisa larut dalam air. Toksin ini akan mengganggu permeabilitas membran sehingga mengganggu kebutuhan air pada tanaman, terhambatnya pergerakan air ini akan menyebabkan layu hingga kematian pada tanaman.

Siklus penyakit layu *fusarium* pada tanaman dijelaskan pada **Gambar 3**. Jamur tumbuh dari perkecambahan spora yang membentuk struktur hifa yang sebagian memiliki dinding pemisah dan sebagian tidak memiliki dinding pemisah. Kumpulan hifa ini akan membentuk massa disebut miselium yang berperan dalam penyerapan nutrisi untuk menghasilkan spora reproduktif. Miselium akan berada di jaringan pembuluh dan jaringan parenkim pada tanaman. Fase saprofit merupakan fase pertumbuhan jamur yang dapat tahan terhadap segala kondisi. Akar yang telah terluka akan memudahkan jamur untuk tumbuh dan berkembang biak pada berkas pembuluh. Jamur akan menghasilkan spora yang berwarna putih pada keadaan akar yang telah terinfeksi, penyebaran spora tersebut semakin mudah terjadi apabila melalui bantuan angin, air, dan alat pertanian (Nisaul, 2018).



Gambar 3. Siklus Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman (Nisaul, 2016)

Selain jamur *Fusarium*, bakteri juga dapat menyebabkan penyakit layu pada tanaman. Annisa (2023) mengatakan bakteri *Pseudomonas solanacearum* diketahui dapat menyerang lebih dari 200 jenis tanaman. Sedangkan jamur *Fusarium* dapat menyerang lebih dari 150 jenis tanaman. Gejala yang ditimbulkan oleh kedua penyakit ini hampir sama, yaitu tanaman mendadak layu pada bagian atas hingga menjadi kecoklatan dan mati. Cara untuk membedakan dari kedua penyakit ini yaitu dengan memotong akar tanaman yang terserang penyakit, lalu akan terlihat jika penyebabnya bakteri potongan tersebut akan terlihat berlendir dan berbau. Jika dicelupkan pada air potongan akar tersebut akan mengeluarkan seperti asap di dalam air. Sedangkan jika penyebabnya adalah jamur jika akar dipotong tidak akan berlendir dan berbau, serta tidak akan terlihat seperti asap apabila dicelupkan pada air.

2. *Aspergillus* sp.

Klasifikasi *Aspergillus* sp. berikut ini :

Kingdom : Fungi

Phyllum : Ascomycota

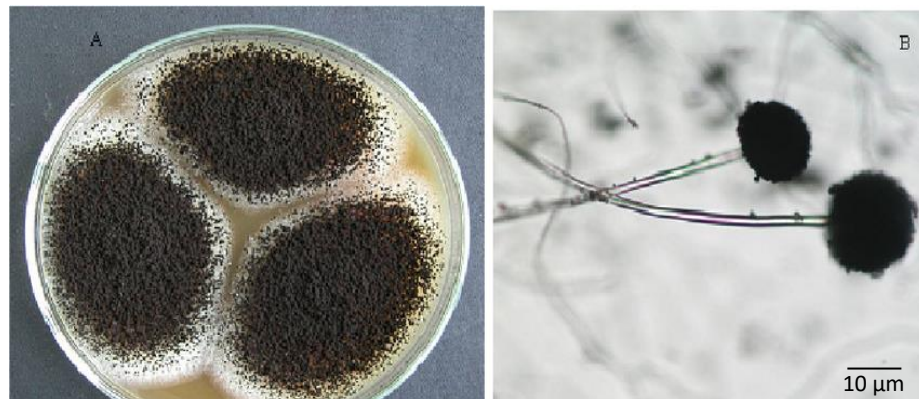
Class : Eurotiomycetes

Ordo : Eurotiales

Famili : Trichomaceae

Genus : *Aspergillus*

Spesies : *Aspergillus* sp. (Misnadiarly dan Husjain. 2014)



Gambar 4. Morfologi *Aspergillus* sp. A) Morfologi Makroskopis Koloni Pada Media PDA (7 hari); B) Penampakan kepala konidia melalui mikroskop (Wulan, 2018).

Jamur *Aspergillus* termasuk kosmopolit karena dapat dijumpai di seluruh tempat. Ciri koloni jamur ini berwarna putih kecoklatan dengan spora berwarna putih dan terbentuk globose. *Aspergillus* memiliki hifa bersepta dan bercabang, konidiofor berada pada *foot cell* dengan stigmata dan konidia yang membentuk rantai spora (**Gambar 4.**). Selain itu, *Aspergillus* sp dapat menghasilkan suatu senyawa yaitu aflatoksin yang sering ditemukan pada hasil panen terutama jagung dan kacang tanah serta bahan makanan lainnya. Aflatoksin adalah jenis toksin yang bersifat karsinogenik dan hepatotoksik (Wulan, 2018).

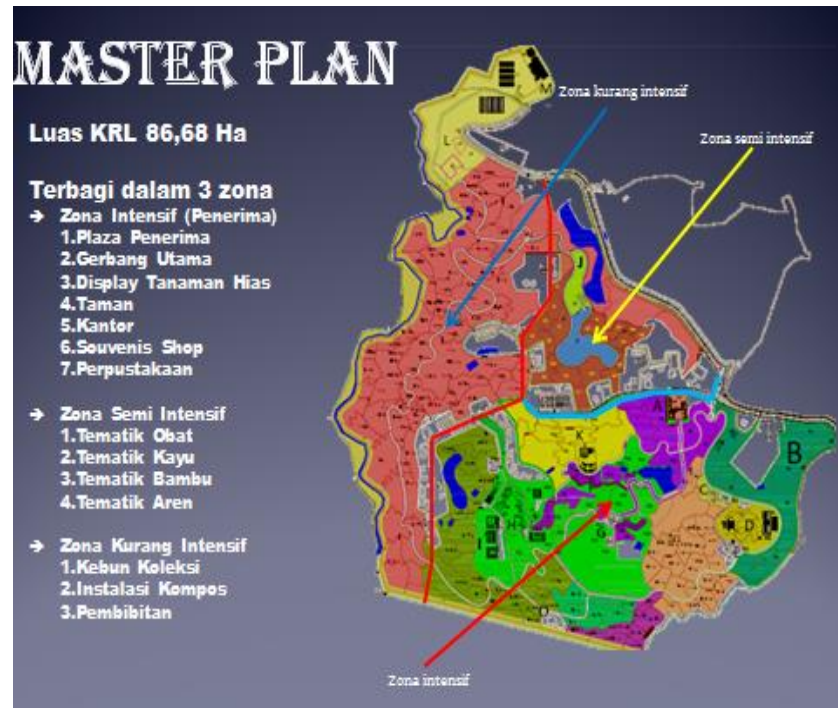
Menurut Wulan (2018), mekanisme infeksi jamur patogen ini dimulai melalui permukaan tanaman inang, luka maupun stomata dan hifa yang masuk ke dalam jaringan tanaman. Penembusan hifa ke dalam jaringan tanaman bertujuan untuk menyerap nutrisi yang akan digunakan dalam proses metabolisme jamur tersebut. Akibat aktivitas tersebut akan mengakibatkan kerusakan sel tanaman. Selama proses infeksi jamur patogen, hifa jamur akan menghasilkan enzim yang berfungsi mendegradasi senyawa dalam dinding sel seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Misalnya, enzim selulase dan pektinase yang berperan sebagai biokatalisator dalam proses degradasi selulase dan pektin pada dinding sel.

2.4. Kebun Raya Liwa (KRL)

Kebun Raya Liwa (KRL) terletak di Pekon Kubu Perahu, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. KRL merupakan kawasan konservasi yang berfokus dengan konservasi dan pengembangan tanaman hias, baik yang berbunga maupun berdaun indah. Kawasan KRL disisi barat berbatasan dengan Ekowisata Kubu Perahu Resort Balik Bukit, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS), dengan objek wisata berupa air terjun Sepapah. Berdasarkan klasifikasi Oldeman dan Las Davies, KRL masuk ke dalam iklim Tipe B dengan curah hujan tahunan rata-rata 2.500 – 3.000 mm. Titik tinggi kawasan KRL ini mencapai 945 mdpl sedangkan titik terendah mencapai 830 mdpl.

Luas total KRL adalah 86,68 Ha (**Gambar 5.**). KRL memiliki koleksi taman diantaranya, Taman Araceae yang terdiri dari tanaman araceae (talas-talasan), Taman Buah memiliki luasan 6 Ha yang dapat menampung 15 jenis tanaman buah dengan total keseluruhan 530 spesimen. Taman Hias memiliki luas 0.75 Ha yang dirancang dengan berbagai tanaman hias aromatik, tanaman hias bunga, tanaman hias daun, dan tanaman hias merambat. Taman Aren memiliki 1.200 spesimen yang tertanam, dimana

fungsi dari taman ini sebagai profit center Kebun Raya Liwa. Selain koleksi taman, koleksi Anggrek pada KRL telah bereksplorasi dengan jumlah 69 marga pada pembibitan, 207 jenis dan 715 spesimen (Suhendar, 2017).



Gambar 5. Peta Kebun Raya Liwa

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Agustus 2021- April 2022 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *aluminium foil*, autoklaf, inkubator, *Laminar Air Flow* (LAF), *hotplate*, *magnetic stirrer*, neraca analitik, erlenmeyer 500 ml, erlenmeyer 250 ml, *beaker glass*, cawan petri, bunsen, ose, spatula.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 isolat bakteri *Bacillus* sp. asal tanah KRL (TMA 26, TB 5, TBA 7, TSR 5, dan TSR 6), media *Mueller Hinton Agar* (MHA), aquades, kapas, kain kasa, alkohol 70%, spiritus, isolat jamur *Fussarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp. yang berasal dari koleksi Laboratoium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan 5 isolat bakteri *Bacillus* sp. asal tanah KRL yaitu isolat TMA 26, TB 5, TBA 7, TSR 5, dan TSR 6 yang menunjukkan karakter yang berbeda secara morfologi dan fisiologi. Mekanisme antagonis ini menggunakan metode *dual culture assay* isolat *Bacillus* sp. terhadap jamur patogen *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp. diinokulasi pada media MHA, masing-masing dengan jarak 3 cm di inkubasi selama 5

hari. Karakter antagonis ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat dengan kekuatan penghambatan ditentukan berdasarkan diameter zona hambat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu isolat *Bacillus* sp. dan dua jamur patogen yaitu jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp., tiap perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan sehingga terdapat total 30 perlakuan. Susunan perlakuan setiap percobaan disajikan dalam **Tabel 1** dan tata letak satuan percobaan pada penelitian disajikan dalam **Tabel 2**.

Tabel 1. Susunan Perlakuan Isolat *Bacillus* sp. dan Jamur *Fusarium* sp. serta Jamur *Aspergillus* sp.

F1 \ F2	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
J ₁	B ₁ J ₁	B ₂ J ₁	B ₃ J ₁	B ₄ J ₁	B ₅ J ₁
J ₂	B ₁ J ₂	B ₂ J ₂	B ₃ J ₂	B ₄ J ₂	B ₅ J ₂

Tabel 2. Tata Letak Satuan Percobaan Isolat *Bacillus* sp. dan Jamur *Fusarium* sp. dan Jamur *Aspergillus* sp.

B ₁ J ₁ U ₁	B ₄ J ₂ U ₂	B ₁ J ₂ U ₁	B ₅ J ₁ U ₃	B ₂ J ₁ U ₂	B ₁ J ₁ U ₃
B ₃ J ₂ U ₂	B ₂ J ₂ U ₁	B ₂ J ₁ U ₃	B ₅ J ₂ U ₁	B ₃ J ₁ U ₃	B ₄ J ₁ U ₂
B ₄ J ₂ U ₁	B ₃ J ₂ U ₃	B ₂ J ₂ U ₂	B ₁ J ₂ U ₂	B ₄ J ₁ U ₁	B ₅ J ₁ U ₂
B ₃ J ₁ U ₂	B ₅ J ₂ U ₂	B ₄ J ₁ U ₃	B ₃ J ₁ U ₁	B ₁ J ₁ U ₂	B ₃ J ₂ U ₁
B ₁ J ₂ U ₃	B ₂ J ₂ U ₃	B ₅ J ₁ U ₁	B ₄ J ₂ U ₃	B ₂ J ₁ U ₁	B ₅ J ₂ U ₃

Keterangan :

B₁ : *Bacillus* sp TMA 26

B₂ : *Bacillus* sp TB 5

B₃ : *Bacillus* sp TBA 7

B₄ : *Bacillus* sp TSR 5

B₅ : *Bacillus* sp TSR 6

J₁ : Jamur *Fusarium* sp.

J₂ : Jamur *Aspergillus* sp.

3.4. Pelaksanaan

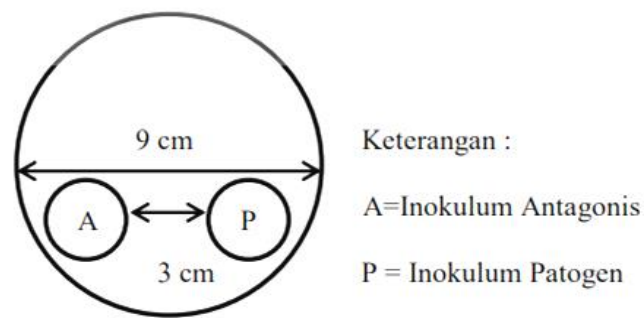
1) Pembuatan Media *Mueller Hinton Agar* (MHA)

Media MHA adalah media terbaik untuk melakukan pemeriksaan uji sensitivitas. Media ini memiliki komposisi antara lain *Beef extract* 2 g, *Acid Hydrolysate of Casein* 17,5 g, *Strach* 1,5 g, dan agar 17 g. Media ditimbang sebanyak 23 g yang dilarutkan dalam aquadest sebanyak 600 ml menggunakan *beaker glass*, kemudian media dihomogenkan menggunakan *hotplate* dan *magnetic stirrer* lalu di sterilkan di dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C.

2) Uji Antagonis Isolat *Bacillus* sp. terhadap Jamur Patogen secara *In Vitro*

2a. Uji Antagonis Isolat *Bacillus* sp. terhadap Jamur *Fusarium* sp. dan Jamur *Aspergillus* sp. secara *In Vitro*

Uji antagonisme secara *in vitro* dilakukan menggunakan metode *dual culture assay* (Suryanti dkk, 2013) (**Gambar 6**). Pengujian ini dilakukan secara *in vitro* dalam cawan petri. Biakan murni bakteri *Bacillus* sp. diambil menggunakan ose kemudian diletakkan pada cawan petri. Selanjutnya jamur *Fusarium* sp. atau *Aspergillus* sp. diambil menggunakan ose lalu diletakkan pada cawan petri yang berisi media MHA (**Gambar 6 dan 7**). Biakan diinkubasi pada suhu kamar. Menurut Nisaul (2018) masing-masing isolat diberikan jarak 3 cm dari patogen (**Gambar 6**). Tiap perlakuan pada uji ini dibuat pengulangan sebanyak 3 kali.



Gambar 6. Skema uji *dual culture* antara inokulum antagonis dan patogen (Alfizar dkk, 2013)

Parameter yang diamati yaitu persentase bakteri *Bacillus* sp. Dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen. Semakin tinggi tingkat penghambatan pertumbuhan jamur patogen maka semakin besar potensi bakteri *Bacillus* sp. sebagai bakteri antagonis. Perhitungan persentase hambatan menggunakan rumus sebagai berikut (Nisaul, 2018) :

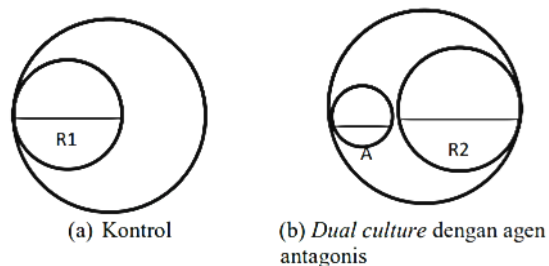
$$\text{PIRG (\%)} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

PIRG = *Percentage Inhibition of Radial Growth* (% hambatan)

R1 = diameter patogen tanpa antagonis (kontrol)

R2 = diameter patogen dengan antagonis

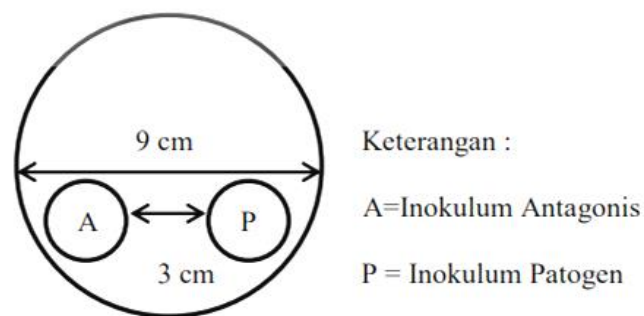


Gambar 7. Skema uji *dual culture* (a) R1 = diameter patogen tanpa antagonis (kontrol) dan (b) R2 = diameter patogen dengan agen antagonis

2b. Uji Antagonis Isolat *Bacillus* sp. terhadap Jamur *Fusarium* sp.

Uji antagonisme secara *in vitro* dilakukan menggunakan metode *dual culture assay* (Suryanti dkk, 2013) (**Gambar 8**). Pengujian ini dilakukan secara *in vitro* dalam cawan petri. Biakan murni bakteri *Bacillus* sp. diambil menggunakan ose kemudian diletakkan pada cawan petri. Selanjutnya jamur *Fusarium* sp. diambil menggunakan ose lalu diletakkan pada cawan petri yang berisi media MHA (**Gambar 8 dan 9**).

Biakan diinkubasi pada suhu kamar. Menurut Nisaul (2018) masing-masing isolat diberikan jarak 3 cm dari patogen (**Gambar 8**). Tiap perlakuan pada uji ini dibuat pengulangan sebanyak 3 kali.



Gambar 8. Skema uji *dual culture* antara inokulum antagonis dan patogen (Alfizar dkk, 2013)

Parameter yang diamati yaitu persentase bakteri *Bacillus* sp. Dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen. Semakin tinggi tingkat penghambatan pertumbuhan jamur patogen maka semakin besar potensi bakteri *Bacillus* sp. sebagai bakteri antagonis. Perhitungan persentase hambatan menggunakan rumus sebagai berikut (Nisaul, 2018) :

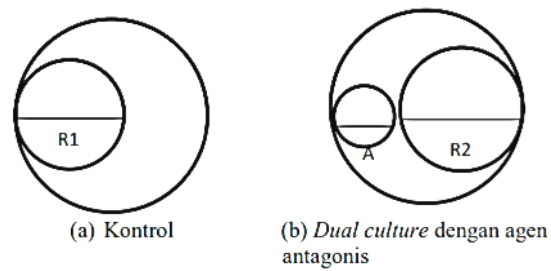
$$\text{PIRG (\%)} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

PIRG = *Percentage Inhibition of Radial Growth* (% hambatan)

R1 = diameter patogen tanpa antagonis (kontrol)

R2 = diameter patogen dengan antagonis

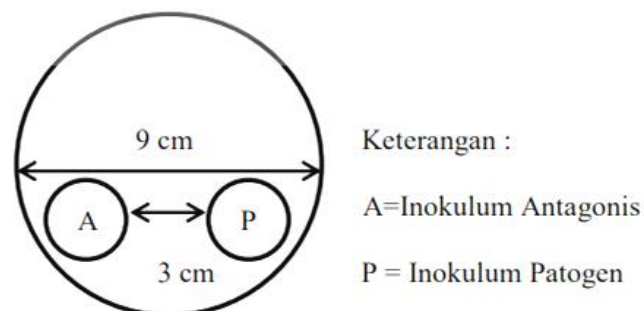


Gambar 9. Skema uji *dual culture* (a) R1 = diameter patogen tanpa antagonis (kontrol) dan (b) R2 = diameter patogen dengan agen antagonis

2c. Uji Antagonis Isolat *Bacillus* sp. terhadap Jamur *Aspergillus* sp.

Uji antagonisme secara *in vitro* dilakukan menggunakan metode *dual culture assay* (Suryanti dkk, 2013) (**Gambar 10**). Pengujian ini dilakukan secara *in vitro* dalam cawan petri. Biakan murni bakteri *Bacillus* sp. diambil menggunakan ose kemudian diletakkan pada cawan petri. Selanjutnya jamur *Aspergillus* sp. diambil menggunakan ose lalu diletakkan pada cawan petri yang berisi media MHA (**Gambar 10 dan 11**).

Biakan diinkubasi pada suhu kamar. Menurut Nisaul (2018) masing-masing isolat diberikan jarak 3 cm dari patogen (**Gambar 10**). Tiap perlakuan pada uji ini dibuat pengulangan sebanyak 3 kali.



Gambar 10. Skema uji *dual culture* antara inokulum antagonis dan patogen(Alfizar dkk, 2013)

Parameter yang diamati yaitu persentase bakteri *Bacillus* sp. Dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen. Semakin tinggi tingkat

penghambatan pertumbuhan jamur patogen maka semakin besar potensi bakteri *Bacillus* sp. sebagai bakteri antagonis. Perhitungan persentase hambatan menggunakan rumus sebagai berikut (Nisaul, 2018) :

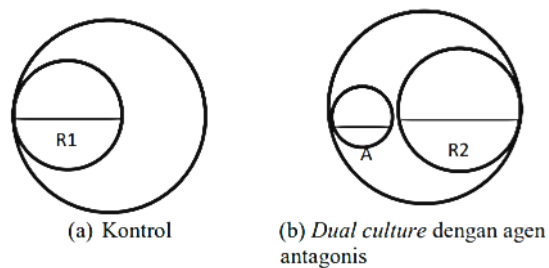
$$\text{PIRG (\%)} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

PIRG = *Percentage Inhibition of Radial Growth* (% hambatan)

R1 = diameter patogen tanpa antagonis (kontrol)

R2 = diameter patogen dengan antagonis



Gambar 11. Skema uji *dual culture* (a) R1 = diameter patogen tanpa antagonis (kontrol) dan (b) R2 = diameter patogen dengan agen antagonis

3.5. Analisis Data

Data zona hambat bakteri terhadap pertumbuhan jamur patogen akan disajikan dalam bentuk foto. Hasil dari uji antagonis berupa perhitungan diameter zona hambat bakteri akan dianalisis melalui uji Anova kemudian jika data hasil dari uji Anova memiliki beda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Tukey* dengan taraf kepercayaan 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1.Simpulan

Isolat *Bacillus* kode TMA 26, TB 5, dan TBA 7 memiliki pengaruh antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp. sekaligus. Isolat *Bacillus* kode TSR 6 memiliki pengaruh antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp. saja. Isolat *Bacillus* sp. kode TSR 5 tidak memiliki pengaruh antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp. dan jamur *Aspergillus* sp.

5.2.Saran

Penelitian ini perlu dilakukan uji lanjut untuk mengetahui jenis senyawa antijamur yang dihasilkan dari isolat *Bacillus* sp. kode TMA 26, TB5, TBA 7, dan TSR 6.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfizar, Marlina, dan Fitri Susanti. 2013. Kemampuan Antagonis *Trichoderma* sp.. Terhadap Beberapa Jamur Patogen In Vitro. *J. Floratek*. Vol. 8.
- Annisa Wulan Agus Utami. 2018. Isolasi dan Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakitlayu Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens*) di Bogor. Staf Pengajar Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pakuan, Jl Pakuan, Tegallega, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16143.
- Atmojo, Andi Tri. 2019. Media *Mueller Hinton Agar*. <https://medlab.id/media-mueller-hinton-agar/> diakses pada 23 Juli 2023 pada 23.04 wib.
- Flori, Florianus, Mukarlina, dan Rahmawati. 2020. Potensi Antagonis Isolat Bakteri *Bacillus* Spp. Asal Rizosfer Tanaman Lada (*Piper Nigrum* L.) Sebagai Agen Pengendali Jamur *Fusarium* sp.JDF . *Jurnal Biologi Makassar*. 5(1):111-120.
- Flori, Florianus, Mukarlina, dan Rahmawati. 2020. Karakterisasi *Bacillus* spp. Dan *Fusarium* sp. Dari Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) di Desa Jaga. *Jurnal Protobiont*. Vol. 9(1): 50-55.
- Hidayah, Nurul dan Titiek Yulianti. 2015. Uji Antagonisme *Bacillus cereus* terhadap *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotium rolfsii*. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Malang.
- Inayati, Alfi. 2016. Ketahanan Terimbasi Tanaman Kacang-Kacangan terhadap Penyakit *Induced Disease Resistance in Legumes*. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang.
- Juandy Jo, Sara Thalia Subroto, Hans Victor, Astia Sanjaya. 2021. Pengujian Aktivitas Antijamur *Bacillus amyloliquefaciens* Stran N1. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol.5(2).
- Khadim, Musa, dkk. 2014. Efektivitas Beberapa Isolat *Bacillus* spp. untuk Mengendalikan Patogen Jamur *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Kedelai. *Berkala Ilmiah Pertanian*.
- Khetan, S. K. 2001. *Microbial Pest Control*. Maecell Dekker, Inc. USA. P: 3-141.

- Kumar, P., Dubey, C.R., & Maheswari. 2012. *Bacillus* Strains Isolated from Rhizosphere Showed Plant Growth Promoting and Antagonistic Activity Against Phytopathogens. *Microbiological Research.*, 167:493-499.
- Larroque, M., E. Belmas, T. Martinez, S. Vergnes, N. Ladouce, C. Lafitte, E. Gaulin, B. Dumas. 2013. Patogen-associated molecular pattern-triggered immunity and resistance to the root pathogen *Phythoraoptora paeasitica* in *Arabidopsis*. *Journal of Experimental Botany.* 64(12):3615-3625.
- Lisa Marjayandari dan Maya Shovitri. 2015. Potensi Bakteri *Bacillus* sp. dalam Mendegradasi Plastik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2):59-62.
- Misnadiarly dan Husjain. 2014. *Mikrobiologi untuk Klinik dan Laboratorium*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Mohammad, Noor., dkk 2011. Development of Compatible Fungal Mixed Culture for Composting Process of Oil Palm Industrial Waste. *African Journal of Biotechnology.* Vol.10(81); 18657-18665.
- Muis, Amran dan Suriani. 2016. Prospek *Bacillus subtilis* Sebagai Agen Pengendali Hayati Patogen Tular Tanah pada Tanaman Jagung. *Jurnal Litbang Pert.* Vol.35(1): 37-45.
- Mutmainah. 2012. Efektivitas Bakteri Antagonis dalam Menekan Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorate*) pada Dua Jenis Markisa di Pembibitan. *Abstrak. Vi.* Makassar: Fakultas Pertanian dan Pusat Kegiatan Penelitian Divisi Laboratorium Bioteknologi Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Nasiroh, U.G., Isnawati & Trimulyono. 2015. Aktivitas Antifungi *Serratia marcescens* terhadap *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu Secara In Vitro. *Jurnal Biologi*, 4 (1): 13-18.
- Nasution, Fahri Husaini, Yunilas, Tri Hesti Wahyuni. 2019. Sinergisme Fungi Selulolitik Berbasis Limbah Jagung sebagai Bioaktivator Pakan Berserat. *Journal of Livestock and Animal Health.* Vol.2(2);25-33.
- Nisaul, Fista Hikmah. 2018. Uji Potensi Antagonis Bakteri Endofit *Bacillus cereus* dan *Bacillus mageterium* terhadap Jamur Patogen *Fussarium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Irahim. Malang.
- Pitasari, A., & Ali, M. 2018. Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri Endofit dari Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Jamur *Alternaria porri* Ellis Cif. *JOM Faperta*, 5 (1):1-12.

- Prihatiningsih, Nur, dkk. 2015. Mekanisme Antibiosis *Bacillus Subtilis* B315 untuk Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Kentang. *J. HPT Tropika*. Vol. 15(1).
- Radji, M. 2011. *Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi & Kedokteran*. Jakarta : EGC
- Ramadan, Febrian A, dkk (2018). Substansi Anti Bakteri dari Jamur Endofit pada Mangrove *Avicennia marina*. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. Vol.1(1).
- Ramdani Sari dan C. Andriyani Prasetyawati. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Jamur Patogen pada Tanaman Murbei (*Morus* sp.) di Persemaian. Prosiding Seminar Nasional from *Basic to comprehensive education*. Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar. Makassar.
- Rendowaty Agnes, dkk. 2017. Waktu Kultivasi Optimal dan Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Etil Asetat Jamur Symbion *Aspergillus unguis* (WR8) dengan *Haliclona fascigera*. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*. Vol.4(2);49-54.
- Retnaningsih Agustina, Risna Dayanti. 2017. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Tanaman Sarang Semut (*Myrmecodia pendes*) terhadap Jamur *Candida albicans* dan Bakteri *Escherichia coli* dengan metode Sumur Difusi. *Jurnal Analis Farmasi*. Vol.2(2);136-145.
- Subakti, Agus Ary. 2018. Pengaruh Penggunaan Pestisida pada Tanah. <https://bulelengkab.go.id/detail/artikel/pengaruh-penggunaan-pestisida-pada-tanah-45>, diakses pada 30 Januari 2021 pukul 10.08 wib.
- Suryanti, Ida Ayu P., Yan Ramona, dan Meitini W. Proborini. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur Penyebab Layu dan Anagonisnya pada Tanaman Kentang yang Dibudidayakan di Bedugul, Bali. *Jurnal Biologi*. Vol. XVI. No. 2.
- Thakaew, R. and H. Niamsup. 2013. Inhibitory activity of *Bacillus subtilis* BCC 6327 metabolites against growth of aflatoxigenic fungi isolated from bird chili powder, *International Journal of Bioscience, Biochemistry, and Bioinformatics*, 3(1): 27–31.
- Widiantini, F., Yulia, E., & Nasahi, C. 2018. Potensi Antagonisme Senyawa Metabolit Sekunder Asal Bakteri Endofit dengan Pelarut Metanol terhadap Jamur *G. boninense* Pat. *Jurnal Agrikultura*. 29(1): 55-60.
- Xiao Jian, dkk (2014). Antifungal and Antibacterial Metabolites from An Endophytic *Aspergillus* sp. Associated with *Melia azedarach*. *Natural Product Research*. Vol.28(17);1388-1392.