

SKRIPSI

**EVALUASI KETAHANAN RHIZOBAKTERI PEMACU
PERTUMBUHAN TANAMAN TERHADAP TOKSIN HERBISIDA
DAN PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM (*Fusarium
oxysporum*)**

***EVALUATION OF RESISTANCE PLANT PROMOTION
RHIZOBACTERIA TO TOXIGENIC HERBICIDE AND
SUPPRESING FUSARIUM WILT DISEASE (*Fusarium oxysporum*)***



**IRWAN
05081281621025**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SUMMARY

IRWAN. Evaluation of Plant Growth Promotion Rhizobacteria to Toxicogenic Herbicide and Fusarium Wilt Disease Control (*Fusarium oxysporum*) (Supervised by **MULAWARMAN** and **SARJIYA ANTONIUS**)

This study aims to see the ability of rhizobacteria resistance or familiarly called the promotion of rhizobacteria plant growth (PGPR) in herbicide stressed, the ability of PGPR to help plants in herbicide stress, the ability of PGPR isolation to inhibit pathogen growth and the ability of PGPR to assist plants in conditions attacked by the pathogen *Fusarium. oxysporum*. The research stages included the screening of a total of 21 potential bacterial isolates with herbicide-resistant ability, three bacterial isolates (CHTB 5B, AD 14 and AD 24) that had the potential to have resistant abilities which were selected and carried out characterization tests for ACC Deaminase, proteolytic, N-fixing, Fe-chelating, phosphate solubilizing and IAA (Indole Acetic Acid). And asses the ability of bacterial isolation in helping plants to stress herbicide toxins. The results showed that there was no significant difference in the treatment of bacterial isolates. The assessment for the antagonistic ability of bacterial isolates was only isolates 140 B and III B that had antagonistic ability. The inhibition assessment resulting from the in vitro test was the bacterial isolate 140 B by 39% and the bacterial isolate III B the highest was 46%. The highest effectiveness of bacterial isolates in helping chili plants was attacked by *Fusarium oxysporum*, namely bacterial isolate 140 B, which was 68% and bacterial isolate only 48%. The conclusion of this study is that there are bacterial isolates CHTB 5B, AD 14 and AD 24 which have the ability to resist herbicide and bacterial isolates 140 B and III B which have the ability to antagonize the pathogenic *Fusarium oxysporum*.

Key words: PGPR, Resistance, Herbicide, Antagonist, Pathogen

RINGKASAN

IRWAN. Evaluasi Ketahanan Rhizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Terhadap Toksin Herbisida Dan Pengendalian Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*) (Dibimbing oleh **MULAWARMAN** dan **SARJIYA ANTONIUS**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan resistensi rhizobakteri atau akrab disebut dengan *plant growth promotion rhizobacteria* (PGPR) pada perlakuan herbisida, kemampuan PGPR dalam membantu tanaman dalam cekaman herbisida, kemampuan isolat bakteri PGPR dalam menghambat pertumbuhan patogen dan kemampuan PGPR dalam membantu tanaman dalam kondisi terserang patogen *Fusarium oxysporum*. Tahapan penelitian meliputi seleksi total 21 isolat bakteri potensial dengan kemampuan tahan herbisida, Tiga isolat bakteri (CHTB 5B, AD 14 dan AD 24) potensial yang memiliki kemampuan resisten dipilih dan dilakukan uji uji karakterisasi ACC Deaminase, proteolitik, penambat N, penghelat Fe, pelarut fosfat dan IAA (*Indole Acetic Acid*). Dan dilakukan uji kemampuan isolat bakteri dalam membantu tanaman cekaman toksin herbisida. Hasil menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan perbedaan perlakuan isolat bakteri. Uji kemampuan antagonis isolat bakteri hanya isolat 140 B dan III B yang memiliki kemampuan antagonis. Daya hambat yang dihasilkan sebesar dari pengujian secara in vitro yaitu isolat bakteri 140 B sebesar 39% dan isolat bakteri III B paling tinggi sebesar 46%. Efektivitas isolat bakteri paling tinggi dalam membantu tanaman cabai terserang *Fusarium oxysporum* yaitu isolat bakteri 140 B yaitu sebesar 68% dan isolat bakteri hanya sebesar 48%. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu terdapat isolat bakteri CHTB 5B, AD 14 dan AD 24 yang memiliki kemampuan resisten herbisida dan isolat bakteri 140 B dan III B yang memiliki kemampuan antagonis patogen *Fusarium oxysporum*.

Kata kunci : PGPR, Resistensi, Herbisida, Antagonis, Patogen.

SKRIPSI

**EVALUASI KETAHANAN RHIZOBAKTERI PEMACU
PERTUMBUHAN TANAMAN TERHADAP TOKSIN HERBISIDA
DAN PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM (*Fusarium
oxysporum*)**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Pertanian Pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**



**IRWAN
05081281621025**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI KETAHANAN RHIZOBAKTERI PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN TERHADAP TOKSIN HERBISIDA DAN PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU FUSARIUM (*Fusarium oxysporum*)

SKRIPSI

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

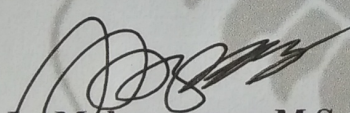
Oleh:

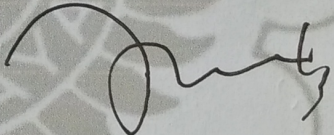
IRWAN
05081281621025

Indralaya, Januari 2021

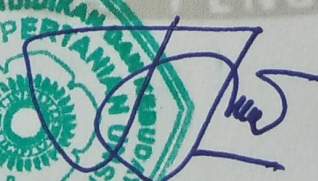
Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc.
NIP. 196709031993021001


Dr. Rer. Nat. Sariya Antonius
NIP. 196504161990031007

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian


Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP. 196012021986031003



Skripsi dengan judul “evaluasi ketahanan rhizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman terhadap toksin herbisida dan pengendalian penyakit layu fusarium (*fusarium oxysporum*)”. Oleh Irwan telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada Januari 2021.

Komisi Penguji

1. Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc
NIP. 196709031993021001

ketua

(.....)

2. Dr. Ir. Arinafril
NIP. 196504061990031003

sekretaris

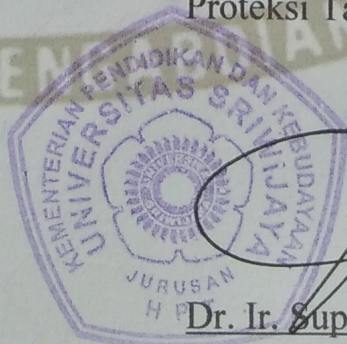
(.....)

3. Dr. Ir. Harman Hamidson, M.P.
NIP 196207101988111001

Anggota

(.....)

Indralaya, Januari 2021
Koordinator Program Studi
Proteksi Tanaman



Dr. Ir. Suparman, SHK
NIP 196001021985031019

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Irwan

Nim : 05081281621025

Judul : Evaluasi Ketahanan Rhizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Terhadap Toksin Herbisida Dan Pengendalian Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Januari 2021



(IRWAN)

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Irwan lahir di desa Gelebak dalam, Kecamatan Rambutan, Kabupaten Banyuasin, pada tanggal 21 September 1997 dari pasangan Bapak Usman dan Ibu Sarniti. Penulis merupakan anak bungsu dari empat bersaudara, dimana saudara tertua yaitu salma, saudara kedua yaitu Hajri dan ketiga yaitu Muhammad Iin.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Muhammadiyah 27 kotadaro 1 pada tahun 2008 , dan pada tahun 2009 dilanjutkan dengan Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Rantau Panjang, dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Tanjung Raja pada tahun 2012. Pada tahun 2016 Kemudian penulis melanjutkan kejenjang perguruan tinggi di Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Indralaya. Selama kuliah, penulis aktif diberbagai kegiatan dikampus dan diluar kampus. Selain itu, penulis juga memiliki beberapa pengalaman kerja diluar kampus Universitas Sriwijaya. Pengalaman organisasi yang pernah diikuti yaitu Kepala departemen bisnis dan kemitraan Himpunan mahasiswa proteksi tanaman (HIMAPRO) 2018, koordinator nasional departemen pengembangan keprofesian himpunan mahasiswa perlindungan tanaman Indonesia (HMPTI) 2018. Penulis juga aktif sebagai asisten dosen untuk praktikum Entomologi dan budidaya lebah.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana. Skripsi ini berjudul “evaluasi ketahanan rhizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman terhadap toksin herbisida dan pengendalian penyakit layu fusarium (*fusarium oxysporum*)”.

Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam rangka perampungan skripsi ini. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya, namun berkat kehendak-Nya lah sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, ayahanda tercinta Usman dan ibunda tercinta Sarniti yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Saudara kandung tercinta Salma, Hajri dan Muhammad Iin yang telah menyemangati selalu memberikan dukungan mental dan finansial.
3. Bapak Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc dan Bapak Rer. Nat. Sarjiya Antonius. selaku pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan serta motivasi kepada penulis sejak perencanaan, eksekusi, analisis hasil penelitian sampai penyusunan dan penulisannya.
4. Bapak Dr. Rer.nat. Sarjiya Antonius yang telah membantu dan mengizinkan penulis untuk dapat melakukan penelitian di Laboratorium Mikrobiologi Pertanian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong, Bogor.
5. Bapak Riki Rukhimat, S.P, Ibu Tirta Kumala Dewi, S.Si, M.Sc, Bapak Entis Sutisna, S.P., Teh Hanim Rahayuani Ratnaningsih, S.P., M.Si., dan analis ataupun asisten laboratorium mikrobiologi pertanian LIPI, Teh Nani dan Teh Ari yang telah memberi bantuan dan arahan saat pengerjaan penelitian maupun diluar penelitian.
6. Rekan-rekan kerja, sahabat perjuangan selama di laboratorium mikrobiologi pertanian LIPI telah sepanjang tahun kerja bersama Mei Dwi Aryani, Lulu Dwi Astuti, Rahmatika, Evi Tamala, dan juga Ahmad Ghozali Ardiansyah, Alrevansyah M.D, M. Rizky Agandi, Didi, Rama, Aulia, Lani, Agung, Alfi, Ika, Vina, dan Nuri yang telah membantu dan memberikan arahan selama kerja di laboratorium.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa penulisan laporan praktik lapangan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, dibutuhkan saran dan kritik yang sifatnya membangun. Mudah-mudahan laporan ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Hipotesis.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Herbisida	6
2.1.1. Glifosat.....	7
2.1.2 Diuron	8
2.1.3. Ametrin	9
2.1.4. Bromasil.....	10
2.2. Layu fusarium	11
2.2.1. Taksonomi dan morfologi <i>Fusarium oxysporum</i>	11
2.2.2. Biologi dan Ekologi	12
2.2.3. Gejala penyakit dan nilai ekonomi.....	13
2.3. PGPR (<i>Plant Growth Promotion rhizobacteria</i>)	13
2.3.1. Klasifikasi	14
2.3.2. Peran PGPR	14
2.4. Tanaman Cabai.....	16
2.4.1.klasifikasi dan morfologi tanaman cabai	16
2.4.2. Syarat tumbuh	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	20

3.1. Tempat dan waktu	20
3.2. Alat dan bahan.....	20
3.3 Metode penelitian.....	21
3.4. Cara kerja	22
3.4.1. Peremajaan isolat	22
3.4.2. Uji resistensi isolat bakteri terhadap herbisida	23
3.4.3. Uji karakterisasi isolat bakteri resisten herbisida.....	23
3.4.3.1. Uji kualitatif aktivitas laminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase	23
3.4.3.2. Uji kualitatif Indole Acetic Acid (IAA)	24
3.4.3.3. Uji kualitatif isolate bakteri penambat N	25
3.4.3.4. Uji kualitatif isolat bakteri pelarut fosfat	25
3.4.3.5. Uji kualitatif isolat bakteri penghasil protease	26
3.4.3.6. Uji kualitatif isolat bakteri pengikat besi (Fe ³⁺)	27
3.4.4. Uji kompatibilitas bakteri.....	27
3.4.5. Uji kemampuan isolat bakteri dalam menekan pertumbuhan jamur patogen	28
3.4.5.1 Skrining isolat bakteri dengan kemampuan antagonis terhadap patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	28
3.4.5.2. Uji daya hambat isolat bakteri yang memiliki kemampuan antagonis terhadap jamur patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	29
3.4.5.3. Uji kemampuan isolat bakteri antagonis terhadap serangan patogen <i>Fusarium oxysporum</i> secara <i>in vivo</i> pada benih tanaman cabai varietas Arista IPB university	30
3.4.6. Uji ketahanan isolat bakteri dalam kondisi cekaman herbisida	31
3.4.6.1. Uji resistensi isolat bakteri metode kertas daring /Disc Blank methode.....	31
3.4.6.2. Penapisan benih resistensi herbisida	32
3.4.6.3. Kemampuan isolat bakteri mengatasi tanaman cabai dalam cekaman herbisida.....	32

3.4.7. Uji aktivitas enzim tanah.....	33
3.4.7.1 Uji aktivitas respirasi tanah	33
3.4.7.2 Aktivitas enzim urease	34
3.4.7.3. Aktivitas enzim fosfomonoesterase	35
3.4.8. Analisis data.....	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Uji resistensi isolat bakteri terhadap herbisida.....	37
4.2. Seleksi isolat bakteri resisten herbisida.....	41
4.3. Karakterisasi bakteri Rhizobakteri.....	42
4.3.1. Uji kualitatif bakteri pelarut fosfat, penghasil enzim protease, penghasil enzim ACC deaminase, kualitatif indole acetic acid (IAA), kualitatif penambat N dan kualitatif penghelat besi (Fe).....	43
4.3.2. Uji kemampuan penghelat besi (Fe)	46
4.4. Kemampuan isolat bakteri dalam mengatasi cekaman biotik serangan patogen	48
4.4.1. Uji antagonis dan daya hamba isolat bakteri terhadap cendawan patogen	51
4.4.2. Kemampuan isolat bakteri antagonis dalam menekan serangan jamur patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	45
4.4.3. Gejala serangan patogen <i>Fusarium oxysporum</i> pada tanaman cabai.....	53
4.5. Uji kompatibilitas isolat bakteri	55
4.6. Uji kemampuan isolat bakteri kondisi cekaman toksin herbisida	55
4.6.1. Uji Dosis respon tanaman cabai terhadap perlakuan herbisida Diuron dan Glifosat	55
4.6.2. Analisis probit LC50 kerusakan tanaman cabai terhadap perlakuan herbisida diuron dan glifosat	58
4.6.3. Uji kemampuan isolat bakteri dalam membantu tanaman cabai cekaman herbisida diuron dan glifosat.....	60
4.6.3.1. Indeks kematian tanaman cabai.....	60
4.6.3.2. Respon tanaman terhadap toksin herbisida diuron dan glifosat .	64
4.6.4. Total Plate Count (TPC)	66
4.7. Pengamatan agronomi.....	70

4.7.1. Jumlah daun tanaman cabai	70
4.7.2. Indeks klorofil tanaman cabai	73
4.7.3. Tinggi tanaman	75
4.8. Analisis uji T berpasangan dua variabel isolat perlakuan dan analisis varian uji beda nyata jelas (BNJ)	78
4.9. Pengamatan biokimia tanah	80
4.9.1. Tingkat keasaman tanah.....	80
4.9.2. Aktivitas Urease, fosfomonoesterase dan respirasi pada tanah	81
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	91
5.1. Kesimpulan	91
5.2 Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	103

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 . Resistensi isolat bakteri terhadap perlakuan konsentrasi herbisida Diuron	37
Tabel. 4.2. Resistensi isolat bakteri terhadap perlakuan konsentrasi herbisida Ametrin	38
Tabel 4.3. Resistensi isolat bakteri terhadap perlakuan konsentrasi herbisida Bromasil.....	39
Tabel 4.4. Resistensi isolat bakteri terhadap perlakuan konsentrasi herbisida Glifosat.....	40
Tabel 4.5. Isolat bakteri yang memiliki kemampuan resisten terhadap herbisida ..	41
Tabel 4.6. Hasil uji kualitatif isolat bakteri.....	44
Tabel 4.7. Hasil uji kemampuan penghelat besi (Fe) melalui media siderofor.....	47
Tabel 4.8. Uji antagonis isolat bakteri dengan cendawan patogen	48
Tabel 4.9 Hasil uji daya hambat isolat bakteri terhadap jamur patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	50
Tabel 4.10. Hasil uji kompatibilitas isolat bakteri resisten herbisida.....	55
Tabel 4.11. Data mortalitas tanaman cabai terhadap perlakuan herbisida diuron	58
Tabel 4.12. Data mortalitas tanaman cabai terhadap perlakuan herbisida glifosat ...	58
Tabel 4.13.Persamaan Regresi probit dan nilai LC50 tanaman cabai perlakuan herbisida Diuron dan Glifosat.....	59
Tabel 4.14. Hasil total koloni bakteri kode isolat AD 1424 yang diaplikasikan pada tanah cekaman herbisida diuron dan glifosat	66
Tabel 4.15. Hasil total koloni bakteri kode isolat CHTB 5B yang diaplikasikan pada tanah cekaman herbisida diuron dan glifosat	67
Tabel 4.16. Data Jumlah daun tanaman cabai selama 4 minggu pengamatan perlakuan isolat bakteri kode AD 1424.	70
Tabel 4.17. Data Jumlah daun tanaman cabai selama 4 minggu pengamatan perlakuan isolate bakteri kode CHTB 5B.	71

Tabel. 4.18.Data indeks klorofil tanaman cabai yang diberi perlakuan aplikasi herbisida diuron dan glifosat	73
Tabel 4.19. Data hasil pengamatan tinggi tanaman cabai perlakuan isolat bakteri AD 1424	75
Tabel 4.20. Data hasil pengamatan tinggi tanaman cabai perlakuan isolat bakteri CHTB 5B	76
Tabel 4.21. Tabel hasil analisis varian tinggi tanaman, indeks klorofil dan jumlah daun perlakuan isolat bakteri CHTB 5B dan AD 1424	79
Tabel 4.22. Tingkat keasaman tanah pertanaman cabai.....	80
Tabel 4.23.Hasil pengujian aktivitas urease tanah cekaman herbisida yang diaplikasikan isolat bakteri kode isolat CHTB 5B.....	81
Tabel 4.24.Hasil pengujian aktivitas urease tanah cekaman herbisida yang diaplikasikan isolat bakteri kode isolat AD 1424.	82
Tabel 4.25. Data aktivitas enzim PME-ase pada tanaman cabai yang diaplikasikan herbisida diuron dan glifosat dengan perlakuan isolat bakteri AD 1424.	83
Tabel 4.26. Data aktivitas enzim PME-ase pada tanaman cabai yang diaplikasikan herbisida diuron dan glifosat dengan perlakuan isolat bakteri CHTB 5B.....	84
Tabel 4.27. Hasil pengujian respirasi tanah.	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Grafik indeks zona bening isolat bakteri pelarut fosfat.....	43
Gambar 4.2. Grafik indeks zona bening bakteri penghasil enzim protease	46
Gambar 4.3. Grafik zona hambat yang dihasilkan oleh isolat bakteri resisten herbisida.....	47
Gambar 4.4. Uji antagonis isolat bakteri terhadap cendawan patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	50
Gambar 4.5. Grafik persentase daya hambat isolat bakteri terhadap jamur patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	50
Gambar 4.6. Diagram persentase serangan jamur patogen <i>Fusarium oxysporum</i> yang diberi perlakuan isolat bakteri 140 B dan III B.....	51
Gambar 4.7. Kurva keterjadian serangan penyakit <i>Fusarium oxysporum</i> pada perkecambahan tanaman cabai	52
Gambar 4.8. Tanaman cabai yang terserang patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	54
Gambar 4.9. Persentase kematian tanaman cabai dalam kondisi cekaman herbisida Diuron konsentrasi 2%,5% dan 10%. Herbisida Glifosat konsentrasi 2%, 5% dan 10%	56
Gambar 4.10. Grafik persentase perkecambahan tanaman cabai dalam kondisi cekaman herbisida Diuron konsentrasi 2%,5% dan 10%. Herbisida Glifosat konsentrasi 2%,5% dan 10%.	56
Gambar 4.11. Perbedaan pertumbuhan tanaman cabai yang diaplikasikan herbisida diuron dan glifosat dengan tingkatan konsentrasi herbisida yang berbeda	57
Gambar 4.12. Grafik persentase kematian tanaman cabai cekaman herbisida.	60
Gambar 4.13. Grafik dinamika persentase kematian tanaman cabai perlakuan herbisida diuron dan glifosat aplikasi isolat bakteri AD 1424.	61
Gambar 4.14. Grafik dinamika persentase kematian tanaman cabai perlakuan herbisida diuron dan glifosat aplikasi isolat bakteri CHTB 5B.	61
Gambar 4.15. Gejala keracunan tanaman cabai oleh akibat toksin herbisida glifosat. 65	

Gambar 4.16. Gejala keracunan tanaman cabai terhadap toksin herbisida diuron. ...	66
Gambar 4.17. Grafik total populasi koloni bakteri isolat AD1424 pada pertanahan tanaman cabai cekaman herbisida	67
Gambar 4.18. Grafik total populasi koloni bakteri isolat CHTB 5B pada pertanahan tanaman cabai cekaman herbisida.....	68
Gambar 4.19. Grafik jumlah daun tanaman cabai perlakuan isolat AD 1424	71
Gambar 4.20. Grafik jumlah daun tanaman cabai perlakuan isolat CHTB 5B.....	72
Gambar 4.21. Grafik indeks klorofil tanaman cabai.	73
Gambar 4.22. Grafik tinggi tanaman cabai perlakuan isolat AD1424.....	75
Gambar 4.23. Perbandingan tanaman cabai perlakuan isolat bakteri kode isolat AD 2412 pada tanah cekaman herbisida	76
Gambar 4.24. Grafik tinggi tanaman cabai perlakuan isolat CHTB 5B	77
Gambar 4.25. Perbandingan tanaman cabai perlakuan isolat bakteri kode isolat CHTB 5B pada tanah cekaman herbisida.....	77
Gambar 4.26. Grafik aktivitas urease tanah perlakuan isolat bakteri CHTB 5B	82
Gambar 4.27. Grafik aktivitas urease tanah perlakuan isolat bakteri AD 1424.....	83
Gambar 4.28. Grafik aktivitas PME-ase pada pertanahan cabai perlakuan isolat AD1424	84
Gambar 4.29. Grafik aktivitas PME-ase pada pertanahan cabai perlakuan isolat CHTB 5B.....	85
Gambar 4.30. Grafik indeks respirasi tanah perlakuan isolat bakteri AD 1424	86
Gambar 4.31. Grafik indeks respirasi tanah perlakuan isolat bakteri CHTB 5B	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Herbisida yang digunakan	103
Lampiran 2. Komposisi Bahan Media-media	103
Lampiran 2a. Komposisi Media Nutrient Agar	103
Lampiran 2b. Komposisi media skim milk agar (SMA)	103
Lampiran 2c. Komposisi media Tryptic Soy Agar (TSA)	103
Lampiran 2d. Komposisi Media Pikovskaya (pH 6.8)	104
Lampiran 2e. Komposisi Media Potato Dextrose Agar (PDA).....	104
Lampiran 2f. Medium TSB 50%	104
Lampiran 2g. Medium Fisiologis Hoagland	105
Lampiran 3. Data nama isolat bakteri yang digunakan dan nama bakteri	105
Lampiran 4. Uji karakteristik isolat bakteri	106
Lampiran 4a. Hasil uji kualitatif bakteri pelarut fosfat pada media Pikovskaya. ...	106
Lampiran 4b. Hasil uji kualitatif bakteri penghasil enzim protease pada media pro	107
Lampiran 4c. Hasil uji kualitatif ACC deaminase pada media, (a) Media DF AS (b) Media DF, dan (C) DF ACC	107
Lampiran 4d. Hasil Uji IAA (indole acetic acid)	107
Lampiran 4e. Hasil uji kualitatif bakteri penambat nitrogen pada media NFB	108
Lampiran 4f. Hasil uji kualitatif isolat bakteri resisten herbisida penghelat besi (Fe ³⁺) pada media padat siderofor.....	108
Lampiran 4g. Hasil uji kompatibilitas isolat bakteri resisten herbisida pada media NA	108
Lampiran 5. Pengamatan uji resistensi herbisida terhadap isolat bakteri	108
Lampiran 6. Uji kemampuan isolat bakteri antagonis	109
Lampiran 6a. Uji daya hambat isolat bakteri a). III B dan b). isolat bakteri 140 B. terhadap pertumbuhan jamur patogen <i>Fusarium oxysporum</i>	109
Lampiran 6b. Kerapatan jamur patogen pada pengamatan haempeytometer.	110
Lampiran 6c. Pengamatan uji patogenisitas tanaman cabai terhadap jamur patogen <i>Fusarium oxysporum</i> pada media tanam pasir.....	110

Lampiran 7. Pengamatan TPC isolate bakteri perlakuan herbisida diuron dan glifosat (latar belakang hitam isolate bakteri CHTB 5B dan latar belakang merah isolate bakteri AD 1424	110
Lampiran 8. Hasil uji annova perlakuan isolat bakteri CHTB 5B	111
Lampiran 8a. Hasil uji annova pada Tinggi tanaman	111
Lampiran 8b. Hasil uji annova pada indeks klorofil tanaman	111
Lampiran 8c. Hasil uji annova pada Jumlah daun tanaman cabai	111
Lampiran 9. Hasil annova perlakuan isolat bakteri ad 1424.....	112
Lampiran 9a. Hasil Annova tinggi tanaman	112
Lampiran 9b. Tabel annova tinggi tanaman cabai	112
Lampiran 9c. Hasil annova pada jumlah daun tanaman cabai	112
Lampiran 10. Kurva regresi probit LC50	112
Lampiran 10a. Kurva regresi probit LC50 herbisida diuron.....	112
Lampiran 10b. Kurva regresi probit LC50 herbisida glifosat	113
Lampiran 11. Hasil Uji T berpasangan dua variable	113
Lampiran 11a. Hasil Uji T berpasangan dua variabel pada tinggi tanaman	113
Lampiran 11b. Hasil Uji T berpasangan dua variabel pada Klorofil daun	114
Lampiran 11c. Hasil Uji T berpasangan dua variabel pada Jumlah daun	114
Lampiran 12. Surat keterangan telah menyelesaikan penelitian.....	115

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan pestisida sintetik pada area pertanaman masih terus dilakukan baik itu insektisida, fungisida maupun herbisida. Herbisida salah satu pestisida sintetik yang telah digunakan secara luas dilahan pertanian untuk mengendalikan gulma. Namun penggunaan secara masif juga membunuh tanaman non target atau tanaman budidaya. Dampak buruk penggunaan herbisida bagi tanaman yaitu mengganggu proses pembungaan, menghambat reproduksi tanaman, dan menghambat produksi buah pada tanaman. (Boutin, *et al*, 2014). Efek fitoksisitas lain herbisida terhadap tanaman budidaya yaitu dapat menghambat pertumbuhan tanaman dengan mekanisme merusak klorofil tanaman dan dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman. (Teisseire & Vernet, 2000). Dampak lingkungan dari penggunaan herbisida ini akan menimbulkan residu, residu yang tertinggal dalam tanah yang tidak terserap oleh tanaman atau gulma (Curran 2016). Selain itu, Dampak dari penggunaan herbisida yaitu terakumulasinya toksin yang tersisa ditanah dan meningkatkan xenobiotik tanah sehingga mikroorganisme akan sulit untuk melakukan perombakan dan juga berdampak kepada komunitas mikroorganismenya. (Adejoro, *et al*, 2019).

Menurut Mekonnen & Fenta, (2020) penelitian sekarang ini sedang gencar dilakukan menemukan produk alternatif pestisida yang biasa digunakan dalam praktik pertanian konvensional yang memiliki kemampuan untuk dapat meningkatkan produktivitas tanaman namun dengan konsep ramah terhadap lingkungan. Selain itu, kepentingan dalam mencari alternatif menjadi prioritas Louws, (2009) dimana produk alternatif selain ramah lingkungan harus mempunyai *parallel priorities* dengan memikirkan kemampuan meregulasi pertumbuhan patogen tular tanah.

Terdapat beberapa jenis mikroorganisme yang merupakan patogen tular tanah yaitu jamur, bakteri, dan nematoda. Patogen tular tanah terkenal sulit untuk dikendalikan. Rotasi tanaman, pengembangan tanaman resisten dan aplikasi pestisida adalah beberapa cara yang ditempuh untuk mengendalikan patogen tular tanah ini. Namun lebih dari 70 tahun yang lalu peneliti telah menemukan bahwa penggunaan mikroorganisme merupakan cara yang paling ramah lingkungan yang dapat digunakan untuk menekan patogen (Haas & Défago, 2005).

Salah satu patogen tular tanah yang penting dan toksigenik terhadap tanaman yaitu *Fusarium oxysporum*. (Okungbowa & Shittu, 2014) *F.oxysporum* merupakan jamur patogen tular tanah yang menyebabkan banyak tanaman di dunia terjangkit layu fusarium, yang mana menyebabkan kematian vascular sindrom. (Joshi, 2018). Jamur patogen *F.oxysporum* banyak menginfeksi jenis tanaman famili solanaceae. (Okungbowa & Shittu, 2014). Salah satu tanaman dari famili solanaceae yang banyak diserang patogen *F.oxysporum* yaitu tanaman cabai. Tanaman cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak ditanam di Indonesia. Salah satu penyakit yang menyerang tanaman cabai yaitu layu pembuluh yang disebabkan oleh *F.oxysporum*. Tanaman cabai yang terserang patogen ini akan mengalami gejala rebah dan kemudian mati diakibatkan tanaman tidak mendapatkan nutrisi karena pembuluh xylem yang menjadi jalan mobilisasi penyerapan nutrisi menjadi terganggu (Ulya, 2020)

Salah satu strategi pemanfaatan mikroorganisme tanah yang memiliki kemampuan untuk melakukan koloni di rhizosfer yang dapat menginduksi tanaman untuk dapat berkembang dengan baik dari berbagai kondisi cekaman dan menjaga tanaman agar terproteksi dari fitopatogen telah dilakukan Benizri, (2001); Bhattacharyya & Jha, (2012). Simbiosis antara perakaran dan bakteri yang ada di rhizosfer melalui mekanisme exudat yang dikeluarkan oleh akar berupa asam amino dan gula sehingga rhizobakteri terpenuhi nutrisi dan kebutuhannya. (Haas & Défago, 2005).

Mikroorganisme potensial yang dapat ditemukan bersimbiosis dengan perakaran yaitu rhizobakteri (Benizri *et al.*, 2001). Aktivitas yang dilakukan oleh rhizobakteri di daerah perakaran akan memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman (*plant promoting*) dengan kemampuannya menyediakan penyerapan berbagai unsur hara didalam tanah serta melakukan banyak hal yang bisa menguntungkan tanaman dan membantu tanaman menyintesis dan mengubah konsentrasi berbagai pengatur tumbuh (fitohormon) (Somers, *et al.*2004).

PGPR merupakan bakteri menguntungkan yang hidup pada perakaran tanaman. PGPR memiliki kemampuan mempromoting perkembangan tanaman melalui mekanisme secara langsung dan tidak langsung. Mekanisme secara langsung yaitu meliputi kemampuan membantu penyerapan nutrisi ditanah, meregulasi etilen yang berlebihan pada tanaman, memfiksasi nitrogen, memproduksi fitohormon seperti auksi, sitokinin dan giberelin, menyerap mineral seperti fosforus dan besi, memproduksi siderofor dan enzim serta dapat melakukan induksi sistemik resisten, , mengurangi polusi toksin ditanah dll. Dan secara tidak langsung, PGPR yaitu , menginduksi kemampuan agar memiliki kemampuan resistensi, menjadi agen biokontrol patogen, termasuk menghasilkan antibiotik dan dapat menghelat Fe di rizosfer. Bakteri PGPR mampu menghasilkan enzim *1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate* (ACC) deaminase (Onofre-Lenus *et al.*2009);(Glick *et al.*, 2007).

Penggunaan *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) diterapkan dalam upaya peningkatan kinerja pertumbuhan tanaman pada kondisi lingkungan yang kurang baik / tertekan (Hanim 2018). Menurut penelitian (Bhattacharyya & Jha, 2012) bakteri PGPR memiliki potensi untuk menjadi biofertilizer dan biopestisida. Menurut penelitian Widowati, (2017) di alam bakteri memiliki kemampuan untuk toleran atau resisten terhadap herbisida senyawa beracun herbisida dengan cara menghilangkan toksin atau memproduksi enzim yang dapat mendegradasi senyawa beracun pada herbisida.

Pemanfaatan PGPR sebagai agen biokontrol terhadap patogen *Fusarium oxysporum* dilakukan oleh Boukerma, *et al*, (2017), kemampuan bakteri PGPR dalam menekan pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum* melalui mekanisme

secara langsung yaitu antagonis yang dapat menekan pertumbuhan jamur patogen. Dan melalui mekanisme induksi resistensi sistemik dengan pemberian bakteri PGPR pada tanaman maka akan dapat membantu tanaman bertahan dari serangan patogen *Fusarium oxysporum*.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka peneliti melakukan penelitian mengenai evaluasi kemampuan rhizobakteri yang berpotensi menjadi pemacu pertumbuhan tanaman terhadap herbisida dan pengendalian penyakit fusarium.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Apakah isolat bakteri memiliki resistensi terhadap herbisida?
2. Apakah bakteri PGPR dapat membantu tanaman survive dalam keadaan cekaman herbisida ?
3. Apakah isolat bakteri memiliki kemampuan antagonis terhadap jamur patogen *fusarium oxysporum* ?
4. Apakah isolat bakteri efektif dalam membantu tanaman cekaman terserang jamur patogen *fusarium oxysporum* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Melakukan seleksi isolat bakteri yang resisten terhadap herbisida.
2. Mengukur respon dan kemampuan bakteri PGPR dalam mengatasi tanaman cabai dalam kondisi cekaman herbisida.
3. Melakukan seleksi isolat bakteri yang memiliki kemampuan antagonis terhadap *fusarium oxysporum*.
4. Menguji efektivitas isolat bakteri dalam membantu tanaman terserang jamur patogen *fusarium oxysporum*.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu :

1. Isolat CBT 1 TSB, CFTB 2A, AD 25, AD 71, AD 14, CHTB 5B, CHTJ 5H, dan AD 24 merupakan isolat yang resisten terhadap perlakuan konsentrasi herbisida.
2. Tanaman cabai yang diaplikasikan isolat bakteri dapat bertahan pada kondisi cekaman herbisida.
3. Isolat bakteri *Bacillus sp* memiliki kemampuan dalam menekan pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum*.
4. Isolat bakteri yang diaplikasikan efektif dalam membantu tanaman dalam kondisi cekaman fitopatogenik *fusarium oxysporum*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

2. Dapat menemukan isolat bakteri yang memiliki kemampuan resisten terhadap perlakuan herbisida.
3. Dapat melihat dan menemukan isolat bakteri yang dapat membantu tanaman dalam mengatasi cekaman herbisida.
4. Dapat menemukan isolat bakteri yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan jamur patogen.
5. Dapat menemukan isolat bakteri yang efektififias kemampuan membantu tanaman dalam kondisi terserang patogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adejoro, S. A., Adegaye, A. C., & Aladesanwa, R. D. 2019. Effects of Diuron Residues on the Growth Performance of Jute (*Corchorus. olitorius*) Plant and Its Rhizosphere Soil Microbial Population. *Journal of Biology and Life Science*, 10(2), 35. <https://doi.org/10.5296/jbls.v10i2.14613>.
- Adi, K.M, Khalimi K. & Ngurah, G. A.S.W. 2013.. Uji Efektivitas Rhizobakteri Agen Antagonis Terhadap *fusarium oxysporum* f.sp. *capsisicii* Penyebab Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescense* L.). Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana. Bali.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology 5th ed.Elsevier Academic Press,New York.947 p.
- Ali, B., Sabri, A. N., & Hasnain, S. 2010. Rhizobacterial Potential To Alter Auxin Content And Growth Of *Vigna radiata* (L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(8), 1379–1384. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0310-1>
- Aloo, B. N., Makumba, B. A., & Mbega, E. R.. 2019. The potential Of Bacilli Rhizobacteria For Sustainable Crop Production And Environmental Sustainability. *Microbiological Research*, 219, 26–39. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.10.011>
- Andriani, L. T., Aini, L. Q., & Hadiastono, T. 2017. Glyphosate Biodegradation By Plant Growth Promoting Bacteria And Their Effect To Paddy Germination In Glyphosate Contaminated Soil. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 05(01), 995–1000. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2017.051.995>
- Anggraini, D. A., Effendi, H., & Krisanti, M. 2019. Uji toksisitas akut (LC 50) limbah pengeboran minyak bumi terhadap *Daphnia magna*. 3(1), 272–284.
- Antonius, S., Agustyani, D., Imamuddin, H., & Dewi, T. K. 2014. Kajian bakteri penghasil hormon tumbuh iaa sebagai pupuk organik hayati dan kandungan iaa selama penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*,

279–285.

- Basharat Hamid, Jehangir. Arshid, Zahoor A.B, & Muneer A.W. I. K. 2019. Isolation and Characterization of Psychrotrophic Proteolytic Bacteria from Landfill Site under Temperate Climatic Conditions of Kashmir Himalaya 3. 8(2), 2019. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>.
- Benizri, E., Baudoin, E., & Guckert, A. 2001. Root Colonization By Inoculated Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *Biocontrol Science and Technology*, 11(5), 557–574. <https://doi.org/10.1080/09583150120076120>.
- Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. 2012. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence In Agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1327–1350. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9>.
- Bruno C. Vieira .Joe D. Luck, Keenan L. Amundsen, Todd A. Gaines, Rodrigo Werle, Greg R. Kruger. 2019. Response Of *Amaranthus* Spp. Following Exposure To Sublethal Herbicide Rates Via Spray Particle Drift. West Central Research And Extension Center, University of Nebraska-Lincoln, North Platte, NE, United States of America
- Boutin, C., Strandberg, B., Carpenter, D., Mathiassen, S. K., & Thomas, P. J. 2014. Herbicide Impact On Non-Target Plant Reproduction: What Are The Toxicological And Ecological Implications? *Environmental Pollution*, 185, 295–306. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.009>.
- Cappuccino, J. G., & Welsh, C. 2017. Microbiology, A Laboratory Manual. In *Pearson Education Limited*.
- Cappuccino, J.G., dan Sherman, N. 2001. Microbiology a Laboratory Manual. New York: Benjamin Cummings.
- Debnath, S., Patra, A. K., Ahmed, N., Kumar, S., & Dwivedi, B. S. 2015. Assessment Of Microbial Biomass And Enzyme Activities In Soil Under Temperate Fruit Crops In North Western Himalayan Region. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(4), 848–866. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000059>.

- Dotaniya, M. L., Aparna, K., Dotaniya, C. K., Singh, M., & Regar, K. L. 2018. Role Of Soil Enzymes In Sustainable Crop Production. In *Enzymes In Food Biotechnology: Production, Applications, And Future Prospects*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813280-7.00033-5>.
- Dube, S., Lesoli, M. S., & Fatunbi, A. O. 2009. The Efficacy And Safety Of Bromacil Based Herbicide For The Control Of The Invasive Bush Species In South African Rangelands. *African Journal Of Biotechnology*, 8(9), 1776–1781. <https://doi.org/10.5897/AJB2009.000-9253>.
- Dworkin, M., & Foster, J. W. 1958. Experiments With Some Microorganisms Which Utilize Ethane And Hydrogen. *Journal of Bacteriology*, 75(5), 592–603. <https://doi.org/10.1128/jb.75.5.592-603.1958>
- Egea, T. C., da Silva, R., Boscolo, M., Rigonato, J., Monteiro, D. A., Grünig, D., & Gomes, E. 2017. Diuron Degradation By Bacteria From Soil Of Sugarcane Crops. *Heliyon*, 3(12), e00471. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00471>
- Fernando, W. G. D., Nakkeeran, S., & Zhang, Y. 2006. Biosynthesis Of Antibiotics By PGPR And Its Relation In Biocontrol Of Plant Diseases. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, 67–109. https://doi.org/10.1007/1-4020-4152-7_3
- Glick, B. R., Todorovic, B., Czarny, J., Cheng, Z., Duan, J., & McConkey, B. 2007. Promotion Of Plant Growth By Bacterial ACC Deaminase. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 26(5–6), 227–242. <https://doi.org/10.1080/07352680701572966>
- Guntoro, Sakiah, & Damanik, R. S. 2020. Pengaruh Aplikasi Herbisida Sistemik Berbahan Aktif Glifosat Terhadap Tingkat Kematian Gulma Dan Total Mikroorganisme Tanah. *Jurnal AGROHITA: Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*, 5(Vol 5, No 1 (2020): Jurnal Agrohita), 66–75. Retrieved from <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/agrohita/article/view/1736>.
- Haas, D., & Défago, G. 2005. Biological Control Of Soil-Borne Pathogens By *Pseudomonas fluorescens*. *Nature Reviews Microbiology*, 3(4), 307–319.

<https://doi.org/10.1038/nrmicro1129>

- Heri, W., Nabors, J. B., & Herbicides, T. 2008. Cyanazine Learn more about Cyanazine Production , Development , and Regis- tration of Triazine Herbicides Plant Uptake and Metabolism of Tri- azine Herbicides.
- Israwan, R. F., & Ardyati, T. 2015. Eksplorasi Bakteri Pemfiksasi Nitrogen Non Simbiotik Penghasil IAA dan Pelarut Fosfat Asal Rhizosfer Tanaman Apel Kota Batu , Jawa Timur. *Biotropika*, 3(2), 55–59.
- James, D., & Mathew, S. K. 2017. Compatibility Studies on Different Endophytic Microbes of Tomato Antagonistic To Bacterial Wilt Pathogen. *Ijabr*, 7(1), 190–194.
- Jamilah, M., Purnomowati, P., & Dwiputranto, U. 2017. Pertumbuhan Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) pada Tanah Masam yang Diinokulasi Mikoriza *Vesikula arbuskula* (MVA) Campuran dan Pupuk Fosfat. *Biosfera*, 33(1), 37. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2016.33.1.347>.
- Joshi, R. 2018. A review Of *Fusarium Oxysporum* On Its Plant Interaction And Industrial Use. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 6(3b), 112–115. <https://doi.org/10.22271/plants.2018.v6.i3b.07>.
- K. A., A. 2014. Management *Fusarium* Wilt of Sweet Pepper by *Bacillus* Strains. *American Journal of Life Sciences*, 2(6), 19. <https://doi.org/10.11648/j.ajls.s.2014020602.13>.
- Kanissery, R., Gairhe, B., Kadyampakeni, D., Batuman, O., & Alferez, F. 2019. Glyphosate: Its Environmental Persistence And Impact On Crop Health And Nutrition. *Plants*, 8(11), 1–11. <https://doi.org/10.3390/plants8110499>.
- Kumar, K. S., Choo, K. S., Yea, S. S., Seo, Y., & Han, T. 2010. Effects Of The Phenylurea Herbicide Diuron On The Physiology Of *Saccharina Japonica* Aresch. *Toxicology and Environmental Health Sciences*, 2(3), 188–199. <https://doi.org/10.1007/BF03216505>.
- Laili.Nur, Hartati Imamuddin. 2011. Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Herbisida Diuron Dan Bromacil Dari Area Perkebunan Di Lampung. Cibinong Science Centre. Bogor.

- Louws, F. J. 2009. IPM for Soilborne Disease Management for Vegetable and Strawberry Crops in SE USA. In U. Gisi, I. Chet, & M. L. Gullino (Eds.), *Recent Developments in Management of Plant Diseases* (pp. 217–227). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8804-9_16
- Mahartha, K., Khalimi, K., & Gusti Ngurah, A. 2013. Uji Efektivitas Rizobakteri Sebagai Agen Antagonis Terhadap *Fusarium Oxysporum* F.Sp. *Capsici* Penyebab Penyakit Layu *Fusarium* Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 2(3), 145–154.
- Manogaran, M., Shukor, M. Y., Yasid, N. A., Johari, W. L. W., & Ahmad, S. A. 2017. Isolation And Characterisation Of Glyphosate-Degrading Bacteria Isolated From Local Soils In Malaysia. *Rendiconti Lincei*, 28(3), 471–479. <https://doi.org/10.1007/s12210-017-0620-4>
- Manurung Hetty, Wawan Kustiawan, Irawan Wijaya Kusuma, dan Marjenah. 2019. Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Kadar Flavonoid Total Tumbuhan Tabat Barito (*Ficus deltoidea* Jack). [Journal.ipb.ac.id](http://journal.ipb.ac.id).
- Martínez-Viveros, O., Jorquera, M. A., Crowley, D. E., Gajardo, G., & Mora, M. L. 2010. Mechanisms And Practical Considerations Involved In Plant Growth Promotion By Rhizobacteria. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(3), 293–319. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162010000100006>
- Mathias Azania, C. A., Rossini, L., Adriano, R. C., Perecin, D., & Padua, A. 2013. The Use of Glyphosate in Sugarcane: A Brazilian Experience. *Herbicides - Current Research and Case Studies in Use*. <https://doi.org/10.5772/54958>
- Mekonnen, H., & Fenta, L. 2020. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Plant Growth Promotion and Biocontrol Agent against Tomato and Pepper Disease : A review*. 28(November 2019), 13–23.
- Material safety data sheet. 2008. Bayer Environmental Science Bayer Environmental Science. (1907), 1–7.
- Material safety data sheet. 2012. Product Name : FMC Glyder 450 Herbicide. (September), 1–5

- Material safety data sheet bromacil technical. 2016. trademark of bayern.
- Material safety data sheet . 2016. syngenta australia Pty Ltd.
- Material safety data sheet. 2003. syngenta crop protection Inc.
- Mekonnen, H., & Fenta, L. 2020. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Plant Growth Promotion and Biocontrol Agent against Tomato and Pepper Disease : A review*. 28(November 2019), 13–23.
- Menezes-Blackburn, D., Inostroza, N. G., Gianfreda, L., Greiner, R., Mora, M. L., & Jorquera, M. A. 2016. Phytase-producing *Bacillus* sp. inoculation increases phosphorus availability in cattle manure. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(1), 200–210. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162016005000016>
- Mirza, M. S., Mehnaz, S., Normand, P., Prigent-Combaret, C., Moënne-Loccoz, Y., Bally, R., & Malik, K. A. 2006. Molecular characterization and PCR detection of a nitrogen-fixing *Pseudomonas* strain promoting rice growth. *Biology and Fertility of Soils*, 43(2), 163–170. <https://doi.org/10.1007/s00374-006-0074-9>
- Mounyr Balouiri n, Moulay Sadiki,Saad Koraichi Ibnsouda. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity : Areview\$. Laboratory of Microbial Biotechnology, Faculty of Sciences and Techniques, University Sidi Mohamed Ben Abdellah, B.P.2202 Imouzzar Road, Fez, Morocco.
- Muslim, Suwandi, Yunus U.M. 2018. Serangan penyakit rebah kecambah tanaman cabai pada tanah yang berasal dari persemaian tanaman petani di lahan rawa lebak kecamatan pemulutan kabupaten ogan ilir. Universitas sriwijaya: Jurnal lahan suboptimal.
- Nawaz, S. 2003. Pesticides and herbicides | Types, Uses, and Determination of Herbicides. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 4483–4487. <https://doi.org/10.1016/b0-12-227055-x/00910-x>
- Nelson, P. E., Dignani, M. C., & Anaissie, E. J. 1994. Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. *Clinical Microbiology Reviews*, 7(4), 479–504. <https://doi.org/10.1128/CMR.7.4.479>
- Okungbowa, F. I., & Shittu, H. O. 2014. *Fusarium Wilts: An Overview*. *Trends in*

- Environmental Science*, (February), 83–104.
- Ongena, M., Henry, G., & Thonart, P. 2009. The Roles of Cyclic Lipopeptides in the Biocontrol Activity of *Bacillus subtilis*. In U. Gisi, I. Chet, & M. L. Gullino (Eds.), *Recent Developments in Management of Plant Diseases* (pp. 59–69). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8804-9_5
- Ortega, R., Miralles, I., Ma, D., & Soriano, M. 2017. Functions and Applications of Plant Growth Promoting Bacteria (PGPR) in Highly Technified Crops. *I2*(1), 10–13. <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2017.12.555837>
- Polese, Luciana. Eliana Freire Gaspar De Carvalho Dores. Elaine Fátima Galatti Jardim. Sandro Navickiene. Maria Lúcia Ribeiro. 2002. Determination Of Herbicides Residues In Soil By Small Scale .Extraction. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).
- Pollegioni, L., Schonbrunn, E., & Siehl, D. 2011. Molecular basis of glyphosate resistance - Different approaches through protein engineering. *FEBS Journal*, 278(16), 2753–2766. <https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2011.08214.x>.
- Prado, A. G. S., & Airoidi, C. 2001. The effect of the herbicide diuron on soil microbial activity. 644(December 2000), 0–4. <https://doi.org/10.1002/ps.321>
- Prastya, M. E., Supriyadi, A., & Kusdiyantini, E. 2014. Eksplorasi rizobakteri indigenous tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* Linn.) dari pertanian semi organik Desa Batur Kabupaten Semarang sebagai agen hayati pengendali pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp capsici. *Jurnal Biologi*, 3(3), 18–31.
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., & Lestari, P. 2017. Aktivitas Siderofor *Bacillus Subtilis* Sebagai Pemacu Pertumbuhan Dan Pengendali Patogen Tanaman Terung. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 17(2), 170. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.217170-178>
- Rahmansyah, M. H.J.D. Latupapua, dan I made sudiana. 2002. Ragam aktivitas urease dan fosfomonoesterase serta peranannya dalam ketersediaan nutrisi N dan P pada kebun biologi Wamena. Pusat Penelitian Biologi. LIPI, Bogor.

- Ramdas Kanissery , Biwek Gairhe, Davie Kadyampakeni, Ozgur Batuman and Fernando Alferéz. 2019. Review : Glyphosate: Its Environmental Persistence and Impact on Crop Health and Nutrition. University of Florida. USA.
- Ratnaningsih, Hanim R. 2018. Rhizobakteria Penghasil Iaa Dan Acc Deaminase Asal Tanaman Nanas Dan Peranannya Dalam Memacu Pertumbuhan Tanaman. Sekolah Pascasarjana IPB University. Bogor.
- Richardson, A. E., Barea, J. M., McNeill, A. M., & Prigent-Combaret, C. 2009. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant and Soil*, 321(1–2), 305–339. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9895-2>.
- Sanogo, S. 2003. Chile Pepper and The Threat of Wilt Diseases. *Plant Health Progress*, 4(1), 23. <https://doi.org/10.1094/php-2003-0430-01-rv>
- Saraf, M., Pandya, U., & Thakkar, A. 2014. Role of allelochemicals in plant growth promoting rhizobacteria for biocontrol of phytopathogens. *Microbiological Research*, 169(1), 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.08.009>
- Schinner F, Öhlinger R, Kandeler E, Margasin R 1996. Methods in soil biology. Berlin : Springer, 426 p
- Serex, T. L., Battalora, M., Brugger, K. E., Huang, F. X., & Barefoot, A. C. 2014. Bromacil and Its Lithium Salt. In *Encyclopedia of Toxicology: Third Edition* (Third Edition, Vol. 1). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.01104-0>
- Shahid, Mohammad. Mohd. Saghir Khan. 2018. Glyphosate Induced Toxicity To Chickpea Plants And Stress Alleviation By Herbicide Tolerant Phosphate Solubilizing *Burkholderia cepacia* PSBB1 carrying multifarious plant growth promoting activities. Springer- Verlag GmbH Germany.
- Shin SH, Lim Y, Lee SE, Yang NW, & Rhee JH. 2001. CAS Agar Diffusion Assay For The Measurement Of Siderophore In Biological Fluids. *J. Microbiol. Methods* 44(1): 89–95.
- solon a. Gordon and robert p. werer. 1976. Colorimetric estimation of indole-3-acetic acid. *Analytical Biochemistry*, 72(1–2), 134–138. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90514-5](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90514-5)

- Somers, E., Vanderleyden, J., & Srinivasan, M. 2004. Rhizosphere Bacterial Signalling: A Love Parade Beneath Our Feet. *Critical Reviews in Microbiology*, 30(4), 205–240. <https://doi.org/10.1080/10408410490468786>.
- Singal, R., Shankar, A., Kuhad, R. C., Saxena, R. K., & Gupta, R. 1994. A Modified Plate Assay For Screening Phosphate Solubilizing Microorganisms. *Journal of General and Applied Microbiology*, 40(3), 255–260. <https://doi.org/10.2323/jgam.40.255>
- Sutejo, A. M., Priyatmojo, A., & Wibowo, A. 2008. Morphological identification of several fusarium species. 14(1), 7–13.
- Tania, N., Astina, & Budi, S. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Semi Pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*, 1(1), 10–15.
- Teisseire, H., & Vernet, G. 2000. Is The “Diuron Effect” Due To A Herbicide Strengthening Of Antioxidative Defenses Of Lemna Minor? *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 66(3), 153–160. <https://doi.org/10.1006/pest.1999.2463>
- Travaglia, C., Masciarelli, O., Fortuna, J., Marchetti, G., Cardozo, P., Lucero, M., Zorza, E., Luna, V. And Reinoso, H. 2015. Towards Sustainable Maize Production: Glyphosate Detoxification By *Azospirillum* Sp. And *Pseudomonas* sp. *Crop Protection* 77: 102-109.
- Tsavkelova, E. A., Cherdyntseva, T. A., Klimova, S. Y., Shestakov, A. I., Botina, S. G., & Netrusov, A. I. 2007. Orchid-Associated Bacteria Produce Indole-3-Acetic Acid, Promote Seed Germination, And Increase Their Microbial Yield In Response To Exogenous Auxin. *Archives of Microbiology*, 188(6), 655–664. <https://doi.org/10.1007/s00203-007-0286-x>
- Ulya, H. 2020. Pertumbuhan Daun Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) yang Diinfeksi *Fusarium oxysporum* pada Umur Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Akademika Biologi*, Vol. 9 No.1, Januari 2020 Hal. 1-6, 9(1), 1–6.
- Utobo, E. B., & Tewari, L. 2015. Soil enzymes as bioindicators of soil ecosystem status. *Applied Ecology and Environmental Research*, 13(1), 147–169.

https://doi.org/10.15666/aeer/1301_147169

- Van Bruggen, A. H. C., He, M. M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K. C., Finckh, M. R., & Morris, J. G. 2018. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Science of the Total Environment*, 616–617, 255–268. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.309>
- Van Loon, L. C. 2007. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *European Journal of Plant Pathology*, 119(3), 243–254. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9165-1>
- Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., & Nasrulhaq Boyce, A. 2016. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability-A review. *Molecules*, 21(5), 1–17. <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
- Wahyudin, A., Wicaksono, F. Y., & Sari, D. F. 2016. Respon tanaman jagung (*Zea mays* L.) toleran herbisida akibat pemberian berbagai dosis herbisida IPA glifosat 486 g/l. *Kultivasi*, 15(1), 59–64. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i1.12005>
- Widowati, T., Cinta, R., Ginting, B., Widyastuti, U., & Ardiwinata, N. 2017. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Resisten Herbisida Glifosat Dan Paraquat Dari Rizosfer Tanaman Padi. *Biopropal Industri*, 8(2), 63–70.
- Wati, V. R., Yafizham, & Fuskhah, E. 2020. Pengaruh solarisasi tanah dan pemberian dosis *Trichoderma harzianum* dalam pengendalian penyakit layu fusarium pada cabai (*Capsicum annum* L.). *J. Agro Complex*, 4(1), 40–49.
- Yulivi, T., Purba, E., & Rahmawati, N. 2014. Dose Response Satu Biotip *Eleusine Indica* Resisten-Parakuat Terhadap Parakuat, Glifosat, Dan Ammonium Glufosinat. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(4), 100846. <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i4.8424>