

**KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI TERPILIH DALAM
MENGHAMBAT TINGKAT SERANGAN *Phytophthora* sp. SECARA
INPLANTA DAN PEMACU PERTUMBUHAN
TANAMAN NANAS (*Ananas comosus L.*)**

(Tesis)

Oleh
MUFTI ALI



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI TERPILIH DALAM
MENGHAMBAT TINGKAT SERANGAN *Phytophthora* sp. SECARA
INPLANTA DAN PEMACU PERTUMBUHAN
TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L.)

Oleh

Mufti Ali

Kemampuan isolat bakteri terpilih dalam menghambat tingkat serangan *Phytophthora* sp. secara *inplanta* dan pamacu pertumbuhan tanaman nanas (*Ananas comosus* L.). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dalam menghambat tingkat serangan *Phytophthora* sp. dan meningkatkan pertumbuhan pada tanaman nanas (*Ananas comosus* L.). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian berlangsung dari bulan Agustus 2019 sampai dengan Februari 2020. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yaitu 5 perlakuan dan 5 ulangan. Faktor pertama adalah jenis isolat bakteri asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dan faktor kedua adalah inokulasi jamur *Phytophthora* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit serta kombinasinya mampu menghambat perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas. Namun, inokulasi *Phytophthora* sp. tanpa adanya pemberian isolat bakteri terpilih menurunkan performa tanaman nanas.

Kata Kunci : Isolat bakteri terpilih, rimpang nanas, tandan kosong kelapa sawit,
Phytophthora sp., tanaman nanas.

**KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI TERPILIH DALAM
MENGHAMBAT TINGKAT SERANGAN *Phytophthora* sp. SECARA
INPLANTA DAN PEMACU PERTUMBUHAN
TANAMAN NANAS (*Ananas comosus L.*)**

Oleh

MUFTI ALI

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PERTANIAN

Pada

Program Studi Magister Agronomi



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Tesis

**KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI TERPILIH
DALAM MENGHAMBAT TINGKAT
SERANGAN *Phytophthora* sp. SECARA
INPLANTA DAN PEMACU PERTUMBUHAN
TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L.)**

Nama Mahasiswa

Mufti Ali

Nomor Pokok Mahasiswa : **1724011016**

Program Studi

Magister Agronomi

Fakultas

Pertanian



Prof. Dr. Ir. Darmiyati, M.Agr.Sc.
NIP 196308041987032002

Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Sc.
NIP 198106212005011003

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi

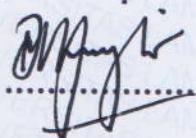
Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP 196108031986032002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

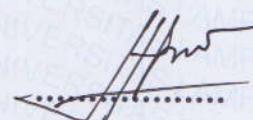
Ketua

: **Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.**



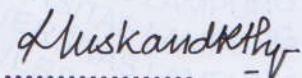
Sekretaris

: **Dr. Radix Suharjo, S.P., M.Sc.**



Penguji I

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Suskandini Ratih D, M.P.**

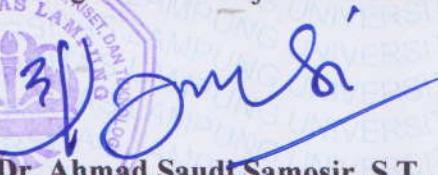


2. Dekan Fakultas Pertanian

 **Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

NIP 196110201986031002

3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung

 **Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.**

NIP 196108261987021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **03 November 2021**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

Tesis dengan judul **“KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI TERPILIH DALAM MENGHAMBAT TINGKAT SERANGAN *Phytophthora* sp. SECARA INPLANTA DAN PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L.)”** merupakan karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulisan lain dengan cara yang tidak sesuai dengan norma etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.

1. Pembimbing penulisan tesis berhak mempublikasikan sebagian atau seluruh tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Adapun ide penelitian berasal dari pembimbing saya yaitu Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc., dan dana penelitian dari Hibah Profesor Dipa BLU Unila tahun 2019 dengan ketua Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc. Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa tesis ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 03 November 2021

Dembuat pernyataan,



Mufti Ali

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Ogan Komering Ulu Timur, Buay Pemuka Peliung pada tanggal 04 Maret 1991. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Rohmat dan Ibu Sutrismi

Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN Trantang Sakti pada tahun 2001, Mts Al-Ikhlas Pemetung Basuki pada tahun 2007, dan MAN 1 Tulung Agung pada tahun 2010. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Jurusan Agroteknologi di Universitas Darul Ulum Jombang. Pada tahun 2017 penulis diterima menjadi mahasiswa Pascasarjana Jurusan Agronomi Universitas Lampung.

Pada tahun 2019 penulis menikah dengan Nailil Hikmah dan pada tanggal 11 September 2020 dikaruniai seorang anak laki-laki yang bernama Alfath Maheer Aly Zain.

MOTTO

Memulai dengan penuh keyakinan

Menjalankan dengan penuh ikhlas

Menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan,

apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan),

tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain),

dan hanya kepada tuhanmulah engkau berharap”

(Qs. Al-Insyirah,6-8)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta nikmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul *“Kemampuan Isolat Bakteri Terpilih dalam Menghambat Tingkat Serangan Phytophthora sp. secara Inplanta dan Memacu Pertumbuhan Tanaman Nanas (Ananas comosus L.)”* yang menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pertanian di Universitas Lampung.

Selama penelitian, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung;
4. Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi dan Dosen Pembimbing Akademik Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas bimbingan, nasehat, saran, serta motivasi selama masa studi di Universitas Lampung;
5. Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M. Agr.Sc., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan ide penelitian, meluangkan waktu, tenaga dan fikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk serta mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran selama penulis melakukan penelitian dan penulisan tesis;
6. Dr. Radix Suharjo, S.P., M. Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, motivasi, saran, serta nasehat selama penelitian dan penulisan tesis hingga selesai;

7. Dr. Ir. Suskandini Ratih D, M. P. selaku Dosen Pengaji I yang telah banyak memberikan masukan, kritik dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik;
8. Seluruh dosen mata kuliah Program Studi Magister Agronomi atas semua ilmu, didikan, dan bimbingan yang penulis peroleh selama masa studi di Universitas Lampung;
9. Orang tua tercinta Bapak H. Rohmat, Bapak Saifudin, Ibu Hj. Sutrismi dan Ibu Nurul Abidah yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, dan doa kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik;
10. Istri dan anak tercinta, Nailil Hikmah, S.K.M dan Alfath Maheer Ali Zain yang selalu memberikan semangat, cinta dan kasih sayangnya hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik;
11. Kakak dan Adik-adikku tersayang, Ikrom Ngudi Prayogo, Izzatin Fuadiyah, Iqbal Fadli dan Muhammad Syukron Malik yang selalu memberikan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik;
12. Keluarga besar PONPES Al-Firdaus, Abi Amiruddin Muslih, S. Ag, M.Pd.I dan Umi Datina serta para dewan guru dan santri, yang telah banyak membantu dan selalu memberikan semangat dalam penyelesaian tesis ini.
13. Teman-teman seperjuangan Magister Agronomi 2017, Icha Deska, M.P., Rully Yosita, M.P., Yeyen Ilmiasari, M.P., Rizki Afriliyanti, M.P, Ika Rachma Pangesti, M.P., Fitria, M.P., Annisa Fitri, M.P., Michelia Desetyani, M.P., Kukuh Kurniawan Putra, Ardhi Yuda, Riska Avinda, Fajar Danu Aslami dan yang lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamaan, motivasi, dan semangat yang diberikan kepada penulis;

Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Amin.

Bandar Lampung, 03 November 2021

Penulis

Mufti Ali

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SANWACANA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Nanas	7
2.1.1 Sejarah Singkat	7
2.1.2 Klasifikasi Tanaman Nanas	7
2.1.3 Syarat Tumbuh	8
2.2 Penyakit Busuk Hati dan Busuk Akar	9
2.2.1 Penyebab Penyakit	9
2.2.2 Siklus Hidup	10
2.2.3 Gejala Serangan	11
2.3 Bakteri Antagonis	11
2.4 Pengendalian Hayati dengan Bakteri Antagonis	12
2.5 <i>Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB)</i>	13

III. BAHAN DAN METODE	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Bahan dan Alat	15
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Analisis Data	17
3.5 Pelaksanaan Penelitian	18
3.5.1 Penyiapan Media Tanam	18
3.5.2 Pengadaan Bibit Nanas	18
3.5.3 Pembuatan Medium Biakan <i>Phytophthora</i> sp.	18
3.5.3.1 <i>Media Potato Dextros Agar</i> (PDA)	18
3.5.3.2 <i>Media Potato Peptone Glucose Agar</i> (PPGA)	19
3.5.3.3 <i>Media V8 (Vegetable Eight)</i>	19
3.5.4 Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman	19
3.5.5 Pembuatan Isolat Bakteri Terpilih	20
3.6 Aplikasi <i>Phytophthora</i> sp. dan Konsorsium pada Tanaman Nanas	21
3.7 Variabel Pengamatan	21
3.7.1 Tinggi Tanaman (cm)	21
3.7.2 Jumlah Daun (helai)	22
3.7.3 Indeks Luas Daun (cm ²).....	22
3.7.4 Kehijauan Daun (CCI)	22
3.7.5 Panjang Akar (cm)	22
3.7.6 Bobot Segar Tajuk (g)	22
3.7.7 Bobot Kering Tajuk (g)	23
3.7.8 Bobot Segar Akar (g)	23
3.7.9 Bobot Kering Akar (g)	23
3.7.10 Keparahan Intensitas Serangan pada Tajuk (%)	23
3.7.11 Keparahan Intensitas Serangan pada Akar (%)	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.1.1 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas	24

4.1.2 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas	25
4.1.3 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas	26
4.1.4 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kehijauan Daun Tanaman Nanas	27
4.1.5 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Panjang Akar, Bobot Basah Akar, Bobot Basah Tajuk, Bobot Kering Akar dan Bobot Kering Tajuk Tanaman Nanas	28
4.1.6 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Keparahan Intensitas Serangan pada Tajuk Tanaman Nanas	30
4.1.7 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Keparahan Intensitas Serangan pada Akar Tanaman Nanas.	31
4.2 Pembahasan	33
4.2.1 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Performa Tanaman Nanas	33
4.2.2 Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Keparahan Intensitas Serangan pada Tajuk dan Akar	36
V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Table	Halaman
1. Kombinasi Perlakuan Penelitian	15
2. Keparahan dan Nilai Numerik Penyakit Nanas	23
3. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas (cm) ..	24
4. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun (helai)	25
5. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun (cm ²)	26
6. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Ekstrak Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kehijauan Daun Tanaman Nanas (cci)	28
7. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Panjang Akar (cm), Bobot Basah Akar (g), Bobot Basah Tajuk (g), Bobot Kering Akar (g) dan Bobot Kering Tajuk (g)	29
8. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Keparahan Intensitas Serangan pada Tajuk tanaman nanas	30
9. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Keparahan Intensitas Serangan pada Akar tanaman nanas	32
10. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 5 MST	45
11. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 5 MST	45
12. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 5 MST	45

13. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 6 MST	46
14. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 6 MST	46
15. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 6 MST	46
16. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 7 MST	47
17. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 7 MST	47
18. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 7 MST	47
19. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 8 MST	48
20. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 8 MST	48
21. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 8 MST	48
22. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 9 MST	49
23. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 9 MST	49
24. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 9 MST	49
25. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 10 MST	50
26. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 10 MST	50
27. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 10 MST	50
28. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 11 MST	51
29. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 11 MST	51
30. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 11 MST	51
31. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 12 MST	52

32. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 12 MST	52
33. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 12 MST	52
34. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 13 MST	53
35. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 13 MST	53
36. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 13 MST	53
37. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 14 MST	54
38. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 14 MST	54
39. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 14 MST	54
40. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 15 MST	55
41. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 15 MST	55
42. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 15 MST	55
43. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 16 MST	56
44. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 16 MST	56
45. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 16 MST	56
46. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 17 MST	57
47. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 17 MST	57
48. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 17 MST	57
49. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 18 MST	58
50. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 18 MST	58
51. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 18 MST	58

52. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 19 MST	59
53. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 19 MST	59
54. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 19 MST	59
55. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Tinggi Tanaman Nanas pada 20 MST	60
56. Uji Homogenitas Tinggi Tanaman Nanas pada 20 MST	60
57. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Nanas 20 MST	60
58. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 5 MST	61
59. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 5 MST	61
60. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 5 MST	61
61. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 6 MST	62
62. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 6 MST	62
63. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 6 MST	62
64. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 7 MST	63
65. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 7 MST	63
66. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 7 MST	63
67. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 8 MST	64
68. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 8 MST	64
69. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 8 MST	64
70. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 9 MST	65

71. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 9 MST	65
72. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 9 MST	65
73. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 10 MST	66
74. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 10 MST	66
75. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 10 MST	66
76. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 11 MST	67
77. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 11 MST	67
78. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 11 MST	67
79. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 12 MST	68
80. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 12 MST	68
81. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 12 MST	68
82. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 13 MST	69
83. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 13 MST	69
84. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 13 MST	69
85. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 14 MST	70
86. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 14 MST	70
87. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 14 MST	70
88. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 15 MST	71
89. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 15 MST	71
90. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 15 MST	71

91. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 16 MST	72
92. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 16 MST	72
93. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 16 MST	72
94. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 17 MST	73
95. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 17 MST	73
96. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 17 MST	73
97. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 18 MST	74
98. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 18 MST	74
99. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 18 MST	74
100. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 19 MST	75
101. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 19 MST	75
102. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 19 MST	75
103. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 20 MST	76
104. Uji Homogenitas Jumlah Daun Tanaman Nanas pada 20 MST	76
105. Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman Nanas 20 MST	76
106. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 6 MST	77
107. Uji Homogenitas Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 6 MST	77
108. Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 6 MST	77

109. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 8 MST	78
110. Uji Homogenitas Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 8 MST	78
111. Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 8 MST	78
112. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 10 MST	79
113. Uji Homogenitas Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 10 MST	79
114. Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 10 MST	79
115. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 12 MST	80
116. Uji Homogenitas Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 12 MST	80
117. Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 12 MST	80
118. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 14 MST	81
119. Uji Homogenitas Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 14 MST	81
120. Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 14 MST	81
121. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 16 MST	82
122. Uji Homogenitas Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 16 MST	82
123. Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 16 MST	82

124. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 18 MST	84
125. Uji Homogenitas Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 18 MST	84
126. Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 18 MST	84
127. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 20 MST	85
128. Uji Homogenitas Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 20 MST	85
129. Analisis Ragam Kandungan Klorofil Daun Tanaman Nanas pada 20 MST	85
130. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 5 MST	86
131. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 5 MST	86
132. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 5 MST	86
133. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 6 MST	87
134. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 6 MST	87
135. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 6 MST	87
136. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 7 MST	88
137. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 7 MST	88
138. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 7 MST	88
139. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 8 MST	89
140. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 8 MST	89

141. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 8 MST	89
142. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 9 MST	90
143. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 9 MST	90
144. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 9 MST	90
145. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 10 MST	91
146. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 10 MST	91
147. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 10 MST	91
148. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 11 MST	92
149. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 11 MST ...	92
150. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 11 MST	92
151. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 12 MST	93
152. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 12 MST	93
153. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 12 MST	93
154. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 13 MST	94
155. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 13 MST	94
156. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 13 MST	94
157. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 14 MST	95
158. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 14 MST	95
159. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 14 MST	95

160. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 15 MST	96
161. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 15 MST	96
162. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 15 MST	96
163. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 16 MST	97
164. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 16 MST ...	97
165. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 16 MST	97
166. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 17 MST	98
167. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 17 MST	98
168. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 17 MST	98
169. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 18 MST	99
170. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 18 MST	99
171. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 18 MST	99
172. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 19 MST	100
173. Uji Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 19 MST	100
174. Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 19 MST	100
175. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 20 MST	101
176. Homogenitas Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 20 MST	101
177. Uji Analisis Ragam Indeks Luas Daun Tanaman Nanas pada 20 MST	101
178. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Panjang Akar Tanaman Nanas	102

179. Uji Homogenitas Panjang Akar Tanaman Nanas	102
180. Analisis Ragam Panjang Akar Tanaman Nanas	102
181. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Bobot Basah Tajuk Tanaman Nanas	103
182. Uji Homogenitas Bobot Basah Tajuk Tanaman Nanas	103
183. Analisis Ragam Bobot Basah Tajuk Tanaman Nanas	103
184. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Bobot Kering Tajuk Tanaman Nanas pada	104
185. Uji Homogenitas Bobot Kering Tajuk Tanaman Nanas	104
186. Analisis Ragam Bobot Kering Tajuk Tanaman Nanas	104
187. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Bobot Basah Akar Tanaman Nanas	105
188. Uji Homogenitas Bobot Basah Akar Tanaman Nanas	105
189. Analisis Ragam Bobot Basah Akar Tanaman Nanas	105
190. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Bobot Kering Akar Tanaman Nanas	106
191. Uji Homogenitas Bobot Kering Akar Tanaman Nanas	106
192. Analisis Ragam Bobot Kering Akar Tanaman Nanas	106
193. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 12 MST	107
194. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 12 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) .	107
195. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 12 MST	107
196. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 12 MST	108

197. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 13 MST	108
198. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 13 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) ..	108
199. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 13 MST	109
200. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 13 MST	109
201. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 14 MST	109
202. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 14 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) ..	110
203. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 14 MST	110
204. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 14 MST	110
205. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 15 MST	111
206. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 15 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) ..	111
207. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 15 MST	111
208. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 15 MST	112
209. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 16 MST	112
210. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 16 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) ..	112

211. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 16 MST	113
212. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 16 MST	113
213. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 17 MST	113
214. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 17 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) ..	114
215. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 17 MST	114
216. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 17 MST	114
217. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 18 MST	115
218. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 18 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) ..	115
219. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 18 MST	115
220. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 18 MST	116
221. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 19 MST	116
222. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 19 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) ..	116
223. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 19 MST	117
224. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 19 MST	117

225. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 20 MST	117
226. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 20 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5) ..	118
227. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 20 MST	118
228. Analisis Ragam Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Tajuk 20 MST	118
229. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Akar 20 MST	119
230. Pengaruh Aplikasi Isolat Bakteri Terpilih Asal Rimpang Nanas dan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Akar 20 MST (Transformasi=SQRT(x+0,5)....	119
231. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Akar 20 MST	119
232. Uji Homogenitas Intensitas Serangan <i>Phytophthora</i> sp. pada Akar 20 MST	120

DAFTAR GAMBAR

1. Proses penyusunan kerangka berfikir untuk merumuskan hipotesis.....	4
2. Penyakit busuk hati dan busuk akar	9
3. Siklus hidup jamur <i>Phytophthora</i> sp.....	10
4. Tahapan pelaksanaan selama penelitian.....	16
5. Gambar 5. Keparahan Penyakit <i>Phytophthora</i> sp. pada tajuk tanaman nanas	30
6. Gambar 6. Gambar spora <i>Phytophthora</i> sp.(a) gambar spora <i>Phytophthora</i> sp. dari hasil isolasi daun nanas,(b) gambar hifa dari hasil isolasi	31
7. Gambar 7. Keparahan Penyakit <i>Phytophthora</i> sp. pada akar tanaman nanas	32

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Nanas (*Ananas comosus* L.) adalah salah satu komoditas buah unggulan di Indonesia. Provinsi Lampung merupakan sentra produksi nanas terbesar dengan produksi 30,92% dari total produksi nasional pada tahun 2017. Produksi nanas di Provinsi Lampung pada tahun 2017 mencapai 633.095 ton (Badan Pusat Statistik, 2017).

Semakin meningkatnya luas areal pertanaman nanas dari tahun ke tahun, menyebabkan limbah yang dihasilkan juga meningkat. Limbah tanaman perkebunan nanas terbesar berasal dari limbah hasil pengolahan nanas seperti daun, kulit luar, mata dan hati (bonggol) (Ketnawa *et al.*, 2012). Saat limbah pertanian ini ditumpuk ataupun ditinggalkan di lahan mampu mengakibatkan masalah lingkungan yang kompleks. Untuk itu, teknologi pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai ekonomi tinggi dan berpeluang untuk meningkatkan kualitas lahan perkebunan.

Seiring dengan meningkatnya produksi nanas, maka potensi produk sampingan yakni limbah juga semakin tinggi, salah satunya yaitu rimpang nanas. Rimpang nanas memiliki sifat yang sulit untuk terdekomposisi. Menurut Liu *et al.* (2013) lebih dari 35 minggu waktu yang diperlukan untuk mendekomposisi limbah nanas apabila langsung diberikan pada tanah. Rimpang nanas yang ditumpuk dan dibiarkan dapat menjadi inang dari sumber penyakit. Salah satu penyakit pada tanaman nanas adalah penyakit busuk hati. Busuk hati disebabkan oleh jamur *Phytophthora* sp. yang mampu hidup di dalam tanah dengan waktu yang lama (Sari *et al.*, 2014).

Menurut Prasetyo dan Aeny (2014), salah satu permasalahan yang beberapa tahun terakhir ini merugikan petani nanas mencapai 50 % adalah adanya penyakit busuk pangkal atau busuk lunak yang disebabkan oleh bakteri *Erwinia chrysanthemi* (*Dickeya* sp.), sedangkan kerugian akibat penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia* sp. sebesar 41,73 %, penyakit busuk pangkal disebabkan oleh *Thielaviopsis paradoxa* sebesar 34,44% (Elfina dan Puspita, 2008), dan penyakit busuk hati yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. sebesar 90 % sehingga dibutuhkan pengendalian yang tepat (Purwantisari dan Hasturi, 2009).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah nanas adalah dengan penggunaan agens hayati dari bagian tanaman nanas, salah satunya adalah rimpang nanas. Isolat bakteri terpilih memiliki peranan sebagai perombak bahan organik dan pemanfaatan ketahanan tanaman terhadap patogen tanaman (Rani *et al.*, 2017). Isolat bakteri terpilih mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dan mengandung bakteri yang memiliki peran sebagai perombak bahan organik, dan pemanfaatan pertumbuhan tanaman (Wiswasta *et al.*, 2016).

Bakteri pemanfaatan tumbuhan tanaman telah banyak yang diterapkan pada berbagai tanaman pangan. Bakteri pemanfaatan tumbuhan tersebut beberapa diantaranya berasal dari genus *Bacillus* dan *Pseudomonas*. *Bacillus* dan *Pseudomonas* diketahui mampu menghasilkan *Indole Acetic Acid* (IAA), melarutkan fosfat, dan menghambat pertumbuhan cendawan secara *in vitro* (Widyawati, 2008).

Hasil penelitian Suyanto dan Irianti (2015), mikroorganisme lokal mengandung bakteri yang berguna untuk tanaman dan kesuburan tanah seperti *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. Bakteri-bakteri tersebut mampu berperan sebagai pelarut fosfat, pereduksi kitin, antagonis, dan pemanfaatan pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian Sari (2020) menunjukkan bahwa bakteri hasil isolasi suspensi ekstrak rimpang nanas memiliki kemampuan sebagai antagonis dengan persentase penghambatan terhadap jamur *Phytophthora* sp. mencapai 90%. Ekstrak dari beberapa sumber bahan organik diperoleh suspensi mikroorganisme lokal yang memiliki potensi sebagai pelarut fosfat, pemanfaatan pertumbuhan tanaman (*plant*

growth promotion), dan sebagai agensi pengendali hayati patogen tanaman (Nurmas, 2014).

Bakteri hasil isolasi suspensi ekstrak tandan kosong kelapa sawit dengan spesies *Bacillus*, selain bersifat antagonis karena memiliki persentase penghambatan terhadap jamur *G. boninense* mencapai 90% juga memiliki potensi sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (PGPB) yang ditandai dengan peningkatan signifikan pada variabel panjang akar, bobot basah akar, dan bobot kering akar (Yosita, 2020). Esitken *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa inokulasi bakteri PGPB pada akar dan penyemprotan daun serta bunga, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman stoberi, hal tersebut ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah buah per tanaman mencapai 81,58 lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yang hanya 68,66, meningkat sebesar 12,91%.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai isolat bakteri asal suspensi ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit yang dapat dijadikan sebagai pengendali *Phytophthora* sp. secara *In planta* dalam memacu pertumbuhan tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) masih sangat terbatas. Oleh karena itu, perlu diteliti mengenai isolat bakteri terpilih asal suspensi ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit yang berpotensi memiliki kemampuan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka penelitian ini dilakukan guna menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan-pertanyaan berikut :

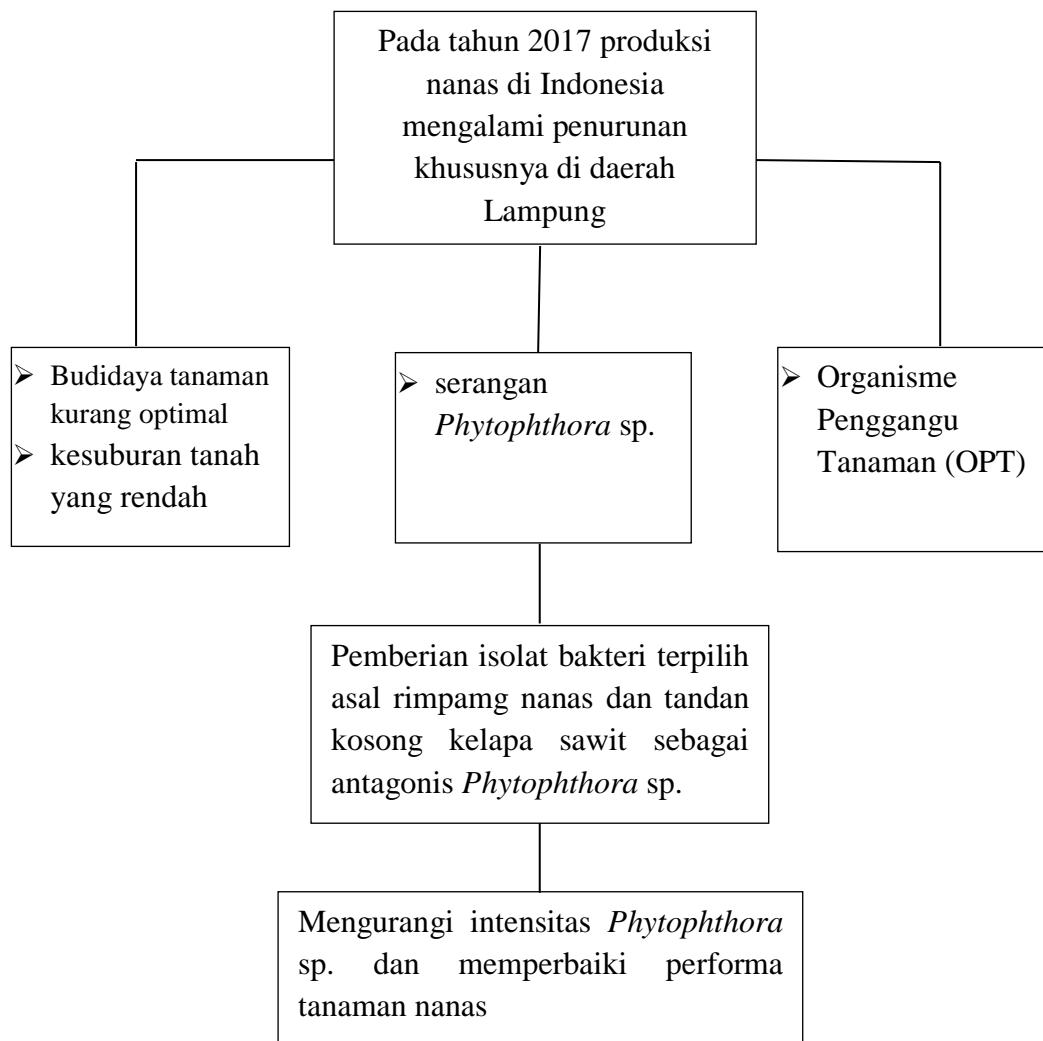
1. Apakah terdapat pengaruh isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dalam menghambat tingkat serangan *Phytophthora* sp. pada tanaman nanas (*Ananas comosus* L.) ?
2. Apakah terdapat pengaruh isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas (*Ananas comosus* L.) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah diuraikan maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui dan mempelajari kemampuan isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dalam menghambat tingkat serangan *Phytophthora* sp. pada tanaman nanas (*Ananas comosus* L.).
2. Mengetahui dan mempelajari kemampuan isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas (*Ananas comosus* L.).

1.4 Kerangka Pemikiran



Gambar 1. Proses penyusunan kerangka berfikir untuk merumuskan hipotesis

Limbah rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit tanpa pengolahan lanjutan, dapat menjadi sumber hama dan penyakit. Namun, rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit ini mengandung unsur mikro-makro dan vitamin yang dibutuhkan oleh tanaman, starter (mikroba pengurai) dan zat pengatur tumbuh.

Limbah rimpang nanas yang terus meningkat dan belum dimanfaatkan secara optimal, akan menjadi inang penyakit yang dapat menginfeksi tanaman nanas. Penyakit busuk hati yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora nicotianae* merupakan “*plant destroyer*” atau penghancur tanaman, karena merupakan salah satu genus yang paling merusak tanaman di daerah beriklim sedang dan tropis sehingga menyebabkan kerugian miliaran dolar (Drent dan Guest, 2004).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah nanas adalah dengan pembuatan agen hayatai dari bagian tanaman nanas, salah satunya adalah rimpang nanas. Isolat bakteri terpilih memiliki peranan sebagai perombak bahan organik dan pemacu ketahanan tanaman terhadap patogen tanaman (Rani *et al.*, 2017).

Bakteri pemacu tumbuh tanaman telah banyak yang diterapkan pada berbagai tanaman pangan. Bakteri pemacu tumbuh tersebut beberapa diantaranya berasal dari genus *Bacillus* dan *Pseudomonas*. *Bacillus* dan *Pseudomonas* diketahui mampu menghasilkan *Indole Acetic Acid* (IAA), melarutkan fosfat, dan menghambat pertumbuhan cendawan secara *in vitro* (Widyawati, 2008).

Hasil penelitian Suyanto dan Irianti (2015), isolat bakteri terpilih mengandung bakteri yang berguna untuk tanaman dan kesuburan tanah seperti *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. Bakteri-bakteri tersebut mampu berperan sebagai pelarut fosfat, pereduksi kitin, antagonis, dan pemacu pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian Widawati *et al.* (2010), menyatakan bahwa isolat bakteri *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. memiliki potensi sebagai agen pupuk organik hayati dan hasil analisis menunjukkan bahwa bakteri tersebut memiliki aktivitas efisiensi pelarutan fosfat. Isolat bakteri yang mampu melarutkan fosfat ditandai dengan terbentuknya zona

bening di sekitar koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media *pikovskaya* padat. Zona bening di sekitar koloni bakteri merupakan tanda adanya aktivitas bakteri pelarut fosfat dalam melarutkan P terikat (Purwaningsih, 2012).

Selain itu, isolat bakteri terpilih juga mengandung bakteri yang memiliki kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (Wiswasta *et al.*, 2016). Hasil penelitian Prihatiningsih *et al.* (2015), menyatakan bahwa *Bacillus* sp. mampu menjadi pemacu pertumbuhan tanaman dan menekan perkembangan penyakit hawar daun oleh jamur *P. infestans* serta penekanan populasi jamur total.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit dapat menghambat tingkat serangan *Phytophthora* sp. pada tanaman nanas (*Ananas comosus* L.) dibandingkan tanpa isolat bakteri.
2. Isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas dibandingkan tanpa isolat bakteri.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nanas

2.1.1 Sejarah Singkat

Nanas atau bahasa latinnya *Ananas comosus* bukan berasal dari tanaman Indonesia, tetapi berasal dari Brazil dan Paraguay. Kata *Pineapple* dikenal pertama kali pada tahun 1398 kemudian penelitian Eropa menemukan *Pineapple* tahun 1664 karena bentuknya mirip dengan buah pinus. Columbus menemukan di kepulauan Indies dan membawa ke Eropa. Bangsa Spanyol memperkenalkan ke Filipina dan Hawaii pada awal abad ke-19 (Sebayang, 2006).

2.1.2 Klasifikasi Tanaman Nanas

Nanas *Ananas comosus* (L.) Merr. merupakan buah tropis terpenting ketiga di Indonesia setelah pisang dan jeruk. Nanas sebagai buah nutrisi tambahan untuk kesehatan dengan sumber vitamin dan mineral, mengandung: kalsium, kalium, serat, dan vitamin C (Semangun, 2017).

Menurut Lawal (2013), kedudukan taksonomi nanas adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Superdivisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas	: Liliopsida (monokotil)
Subkelas	: Zingiberidae
Ordo	: Bromeliales
Famili	: Bromeliaceae (nenas-nenasan)
Genus	: <i>Ananas</i>
Spesies	: <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.

2.1.3 Syarat Tumbuh

Nanas dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah. Nanas sering ditemukan di daerah tropis, terutama di tanah latosol coklat kemerahan atau merah. Tanaman ini memiliki sistem perakaran yang dangkal, sehingga memerlukan tanah yang memiliki sistem drainase dan aerase yang baik, seperti tanah berpasir dan banyak mengandung bahan organik. Nilai pH yang optimum untuk pertumbuhan nanas adalah 4.5 sampai 6.5. Nanas secara alami merupakan tanaman yang tahan terhadap kekeringan karena nenas termasuk jenis tanaman CAM, yaitu tanaman yang membuka stomata pada malam hari untuk menyerap CO₂ dan menutup stomata pada siang hari. Hal ini akan mengurangi lajunya transpirasi (Ginting, 2013).

Nanas memerlukan sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhan. Kondisi berawan pada musim hujan menyebabkan pertumbuhannya terhambat, buah menjadi kecil, kualitas buah menurun dan kadar gula menjadi berkurang. Sebaliknya bila sinar matahari terlalu banyak maka tanaman akan terbakar dan buah cepat masak. Intensitas rata-rata cahaya matahari pertahunnya yang baik untuk pertumbuhan nenas berkisar 33 sampai 71%. Nanas tumbuh dan berproduksi pada kisaran curah hujan yang cukup luas yaitu dari 600 sampai diatas 3500 mm/tahun dengan curah hujan optimum untuk pertumbuhan yaitu 1000 -1500 mm/tahun (Sunarjono, 2008).

2.2 Penyakit Busuk Hati dan Busuk Akar

2.2.1 Penyebab Penyakit

Budidaya tanaman nanas tidak terlepas dari penyakit busuk hati dan busuk akar yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora* sp.

Klasifikasi *Phytophthora* sp. adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Chromista
Filum	: Chromalveolata
Kelas	: Oomycetes
Ordo	: Peronosporales
Famili	: Pythiaceae
Genus	: <i>Phytophthora</i>
Spesies	: <i>Phytophthora</i> sp.

Menurut Drenth and Guest (2004) ada sekitar 60 spesies dalam genus *Phytophthora* sp. yang menjadi patogen tamanan dan jamur ini diberi julukan oleh ahli patogen tanaman sebagai "plant destroyer" atau penghancur tanaman, karena jamur *Phytophthora* sp. adalah satu genus yang paling merusak tanaman di daerah beriklim sedang dan tropis yang menyebabkan kerugian hingga miliaran dollar. Penyakit yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora* sp. telah diteliti dengan baik pada beberapa iklim di dunia sejak kentang terserang penyakit busuk daun yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp.



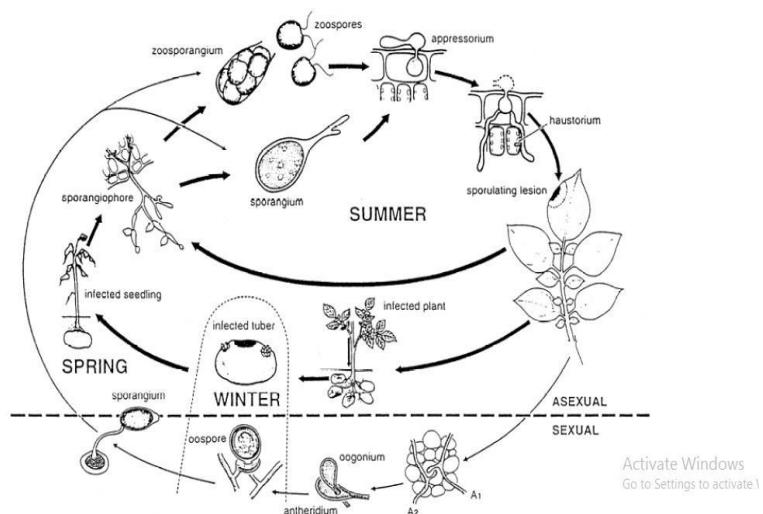
Gambar 2. (a) Penyakit busuk hati, (b) Penyakit busuk akar yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. (Nelson, 2012).

2.2.2 Siklus Hidup

Siklus hidup *Phytophthora* sp. melibatkan hingga tiga bentuk spora aseksual dan satu bentuk spora seksual. Diploid miselium vegetatif menghasilkan sporangia aseksual yang dapat berkecambah secara langsung untuk menghasilkan zoospora, yang masing-masing melewati siklus penyebaran. Beberapa spesies, seperti *P. cinnamomi*, juga memproduksi klamidiospora secara aseksual dari miselium. Hasil reproduksi seksual dalam produksi disebut Oospora. Semua jenis spora berpotensi infektif dan klamidiospora dan Oospora juga berfungsi sebagai musim dingin atau saat beristirahat karena faktor lingkungan (Drenth and Guest, 2004).

Selain itu, sisa-sisa tanaman yang terinfeksi serta adanya klamidiospora sebagai spora istirahat *Phytophthora* sp. di tanah juga berfungsi sebagai sumber inokulum awal. Klamidiospora dapat bertahan selama beberapa tahun meskipun tidak ada inang. Saat suhu dan kelembaban tanah meningkat, maka klamidiospora

berkecambah dengan menghasilkan satu atau beberapa tabung kecambah. Klamidospora juga dapat menginfeksi langsung akar tanaman atau memproduksi sporangium. Masing-masing sporangium berkecambah menghasilkan 5-30 zoospora dan zoospora inilah yang menginfeksi akar tanaman melalui proses kemotaksis. Satu jam kemudian, zoospora yang masuk ke dalam akar akan berkecambah dan segera menginfeksi tanaman. Selanjutnya tumbuh dengan cepat masuk sel epidermis dan korteks. Di dalam jaringan tanaman tersebut, *Phytophthora* sp. berkembang biak menghasilkan sporangia atau klamidospora. Selanjutnya siklus ini berlangsung berulang-ulang untuk menghasilkan infeksi yang baru (Drenth and Guest, 2004).



Gambar 3. Siklus hidup jamur *Phytophthora* sp. (Drenth and Sendall, 2001).

2.2.3 Gejala Serangan

Gejala busuk hati pada tanaman muda yang terserang penyakit ini yaitu daun yang klorotis dengan ujung nekrotik, daun-daun muda mudah dicabut dan pangkalnya busuk. Bagian daun yang membusuk mempunyai batas yang berwarna coklat. Pembusukan dapat meluas ke bagian batang tanaman, bagian yang busuk berbau tidak sedap. Pada tanaman tua jarang terjadi infeksi, jika hal ini terjadi, umumnya hanya sebatas pada jaringan sukulen pada bagian atas batang dan terbatas pada petak kecil di lapang. Tanaman yang terserang penyakit ini tidak selalu mati, hanya rebah dan membentuk tunas-tunas baru dan secara perlahan melanjutkan pertumbuhannya. Sedangkan pada busuk akar menyebabkan pembusukan pada

sebagian perakaran. Jika tanaman terserang jamur ini maka pertumbuhannya terhambat, sehingga pematangan buahnya juga tertunda. Penyakit ini berkembang dengan baik pada kondisi pertanaman nanas yang drainasenya tidak baik atau tergenang air (Semangun, 2004).

2.3 Bakteri Antagonis

Bakteri yang bersifat antagonis adalah bakteri yang dapat menghambat atau mematikan patogen dengan metabolismik yang dihasilkannya. Mekanismenya bisa berupa antibiosis dengan menghasilkan enzim, senyawa-senyawa volatil, zat pelisis, dan substansi racun lainnya (Harni dan Khaerati, 2013).

Adanya dugaan bakteri antagonis mampu menghasilkan antibiotik maka mekanisme terpenting dari kerja antibiotik terhadap sel bakteri adalah menghambat sintesa protein dan asam nukleat oleh bakteri proteolitik. Selain mekanisme tersebut aktivitas antibiotik juga meliputi perusakan dan penghambatan pembentukan dinding sel, perubahan permeabilitas sel target dan penghambatan kerja enzim yang berperan dalam pertumbuhan bakteri (Tasnim *et al.*, 2011).

Salah satu bakteri antagonis yang bermanfaat untuk tanaman ialah *Bacillus subtilis*. Bakteri antagonis tersebut diketahui mampu menghambat jamur patogen dengan menghasilkan senyawa yang diketahui sebagai *antifungal*. *B. subtilis* mampu menghasilkan senyawa *fengycin* dan *bacillomycin* yang diketahui sebagai antifungal, dan senyawa antibiotik lainnya seperti peptid (Stein, 2005).

2.4 Pengendalian Hayati dengan Mikroba Antagonis

Pengendalian hayati adalah suatu tinakan yang bertujuan untuk mereduksi kepadatan inokulum atau aktivitas patogen sehingga tidak menimbulkan gejala pada tanaman, dengan menggunakan satu atau lebih agens pengendali hayati (APH) melalui manipulasi lingkungan, inang atau anagonistik (Sopialena, 2008).

Bakteri antagonis berperan sebagai pemacu ketahanan tanaman terhadap patogen tanaman dengan cara menghambat ataupun menekan pertumbuhan patogen

tanaman. Bakteri antagonis dapat menghambat sintesa protein dan asam nukleat pada patogen tanaman. Selain itu, bakteri antagonis mampu menghasilkan antibiotik atau antifugal, enzim ekstraseluler (kitinase, protease, dan selulase), dan hidrogen sianida (HCN) (Tasnim *et al.*, 2011).

Mekanisme dari penghambatan atau penekanan pertumbuhan patogen oleh bakteri antagonis karena adanya kompetisi tempat tumbuh, dan antibiosis (Gofar *et al.*, 2014). Kompetisi tempat tumbuh ditunjukkan dengan adanya koloni bakteri yang tumbuh tersebar hampir di seluruh media. Kompetisi tempat tumbuh juga terjadi karena adanya persaingan antara bakteri antagonis dan patogen dalam memperebutkan kebutuhan nutrisi. Mekanisme antibiosis mengakibatkan terjadinya perusakan dan penghambatan pembentukan dinding sel. Perubahan permeabilitas sel patogen dan penghambatan kerja enzim yang berperan dalam pertumbuhan patogen (Tasnim *et al.*, 2011).

Bakteri yang mempunyai potensi sebagai agen antagonis antara lain *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. melalui mekanisme antibiosis dengan menghasilkan senyawa penghambat (senyawa anti-mikroba) diantaranya antibiotik, enzim litik, alkaloid, siderofor, atau zat toksik lainnya (Haggag dan Mohamed, 2007).

2.5 Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB)

Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) adalah bakteri yang berperan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari penyakit dan cekaman abiotik melalui berbagai mekanisme bakteri yang membangun hubungan dekat dengan tanaman, seperti bakteri endofit, dapat berhasil dalam pemacu pertumbuhan tanaman (Souza *et al.*, 2015).

Mekanisme pengendalian hayati menurut Lo (1998) dapat berupa (1) antibiosis, (2) kompetisi, (3) mikoparasitisme, (4) enzim pendegradasi dinding sel, dan (5) penginduksi ketahanan, (6) pemacu pertumbuhan dan (7) pengoloni rizosfer. Pengendalian secara hayati terhadap patogen tanaman menjadi lebih penting karena tidak menimbulkan residu, aman bagi lingkungan, dan berpengaruh positif pada tanaman. Selain itu, menurut Choudhary and Johri (2008) agen hayati seperti

Bacillus spp. dapat berperan sebagai pupuk hayati dan agensia pengendali hayati melalui mekanisme antibiosis, sekresi enzim pelisis, dan penginduksi ketahanan sistemik (*Induced Systemic Resistance = ISR*).

Hasil penelitian Glick (2012), mekanisme secara langsung yang dilakukan PGPB yaitu dengan memfasilitasi serapan hara seperti nitrogen, fosfor, dan besi melalui produksi siderofor dan memproduksi hormon terutama asam indol-3-asetat (IAA). Bakteri PGPB mampu menghasilkan hormon pengatur tumbuh seperti Indole-3-Acetic-Acid (IAA) yang merupakan salah satu produk metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri. Indole Acetic Acid (IAA) merupakan hormon tumbuh yang memegang peranan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Dewi, 2015).

Hasil penelitian Prihatiningsih *et al.* (2015), menyatakan bahwa *Bacillus* sp. mampu menjadi pemacu pertumbuhan tanaman dan menekan perkembangan penyakit hawar daun oleh jamur *P. infestans* serta penekanan populasi jamur total. Selanjutnya, Gusmaini *et al.* (2013), melaporkan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat dapat berperan untuk meningkatkan performa tanaman antara lain di dalam memacu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon IAA dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Bakteri mampu melarutkan fosfat menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Selain itu, bakteri tersebut dapat berpotensi sebagai agensia hayati.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Perbanyakkan isolat *Phytophthora* sp. dan pembuatan konsorsium bakteri terpilih dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini berlangsung dari bulan Agustus 2019 - Februari 2020.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit nanas varietas *Smooth Cayenne* klon GP3, 3 Isolat Bakteri terpilih asal Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), 3 Isolat Bakteri terpilih asal Rimpang Nanas (RS), Isolat Jamur *Phytophthora* sp., media PDA *Potato Dextrose Agar* (Agar, Kentang, Dextrose), media PPGA, media tomat dan wortel, larutan Twin 0,1 %, larutan klorok, tanah, kotoran kandang sapi, air steril dan alkohol 70%.

Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, drum modifikasi, polybag hitam 50 x 50 cm, skop, gembor, golok, gunting, penggaris, pita ukur, *Laminar Air Flow* (LAF), bunsen, jarum ose, cawan peri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas ukur, botol UC, alumunium foil, plastik warp, karet gelang, vorteks mixer, plastik tahan panas, autoklaf, oven, dirigen 20 liter, timbangan digital, tali rafia, gelas ukur, alat semprot, plastik, jangka sorong, label, meteran, *chlorophyll meter* SPAD, kamera, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Penelitian menggunakan 5 perlakuan dan 5 ulangan yaitu :

K0 = Tanpa isolat bakteri terpilih dan tanpa diinokulasi jamur *Phytophthora* sp.

K1 = Tanpa isolat bakteri terpilih dan diinokulasi jamur *Phytophthora* sp.

K2 = Isolat bakteri terpilih asal ekstrak tandan kosong kelapa sawit dan di inokulasi jamur *Phytophthora* sp.

K3 = Isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan diinokulasi jamur *Phytophthora* sp.

K4 = Gabungan isolat bakteri terpilih (tandan kosong kelapa sawit : rimpang nanas = 1:1), dan inokulasi jamur *Phytophthora* sp.

Susunan tata letak satuan percobaan yang dirancang dalam RAK sebagaimana tata letak penelitian di lapangan seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini :

ULANGAN				
I	II	III	IV	V
K3	K1	K0	K4	K2
K2	K4	K3	K1	K0
K0	K2	K1	K3	K4
K1	K0	K4	K2	K3
K4	K3	K2	K0	K1

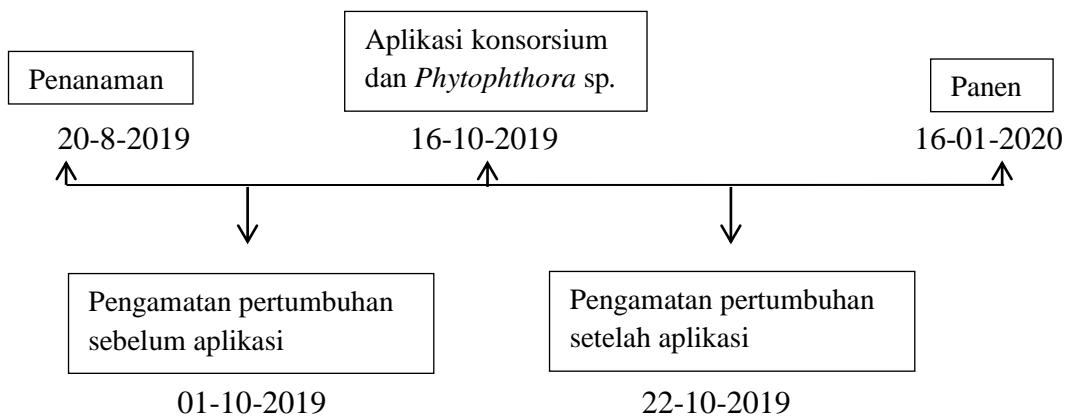
U
↑
↓
S

Tabel 1. Susunan kombinasi percobaan

Keterangan :

- K0 = Tanpa isolat bakteri terpilih dan tanpa diinokulasi jamur *Phytophthora* sp.
- K1 = Tanpa isolat bakteri terpilih dan diinokulasi jamur *Phytophthora* sp.
- K2 = Isolat bakteri terpilih asal ekstrak tandan kosong kelapa sawit dan di inokulasi jamur *Phytophthora* sp.
- K3 = Isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan diinokulasi jamur *Phytophthora* sp.
- K4 = Gabungan isolat bakteri terpilih (tandan kosong kelapa sawit : rimpang nanas = 1:1), dan inokulasi jamur *Phytophthora* sp.

Berikut ini adalah bagan tahapan pelaksanaan penelitian :



Gambar 4. Tahapan pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir

Pelaksanaan penelitian dimulai pada awal bulan Agustus 2019. Pengamatan pertumbuhan dilaksanakan sebelum dan sesudah aplikasi konsorsium dan *Phytophthora* sp., yaitu 5 MST sebelum aplikasi dan 7 MST setelah aplikasi. Pengamatan pertumbuhan dilaksanakan sampai akhir penelitian yaitu 20 MST.

3.4 Analisis Data

Data hasil pengamatan diuji homogenitas dengan Uji Bartlett dan aktivitas data diuji dengan Uji Tukey. Data pengamatan kemudian dianalisis dengan analisis ragam. Jika asumsi terpenuhi maka dilanjutkan dengan perbandingan antar perlakuan dengan menggunakan Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Penyiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan yaitu, *pertama* ; tanah permukaan (*top soil*) pada kedalaman 0–20 cm yang diperoleh dari tanah Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dengan jenis tanah Ultisol. *Kedua* ; Pupuk kandang kotoran sapi yang diperoleh dari lokasi Bataranila. Tanah dan pupuk kandang kotoran sapi selanjutnya dijemur selama 3–7 hari hingga kering. Selanjutnya tanah dan pupuk kandang kotoran sapi diayak dengan lubang ayakan 5 mm. Tanah dan pupuk kendang kotoran sapi yang telah diayak kemudian diaduk hingga merata. Media tanam kotoran sapi diambil 5 kg dan tanah 10 kg, kemudian dimasukkan ke dalam polibag ukuran 50 x 50 cm.

3.5.2 Pengadaan Bibit Nanas

Varietas bibit nanas yang digunakan adalah varietas *Smooth Cayenne* klon GP3 yang diperoleh dari PT. Great Giant Pineapple Lampung.

3.5.3 Pembuatan Medium Biakan *Phytophthora* sp.

3.5.3.1 Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Media PDA digunakan sebagai sumber nutrisi dan tempat tumbuh jamur *Phytophthora* sp. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan media adalah 200 g kentang, 20 g *Dextrose*, 20 g Agar batang, 1 liter *aquades*. Kentang dikupas, dicuci bersih lalu ditimbang. Setelah itu, kentang dipotong dadu dan dimasukkan kedalam gelas ukur yang berisi 1 liter *aquades* kemudian direbus menggunakan *microwave* selama 15 menit. Air rebusan dimasukkan kedalam erlen mayer yang berisi *Dextrose* dan agar batang. Setelah itu, tabung *erlenmayer* yang

berisi media ditutup dengan *alumunium foil* yang diikat dengan karet kemudian dimasukkan kedalam plastik tahan panas dan disterilisasi menggunakan *Autoklaf* pada suhu 121°C selama 120 menit. Setelah selesai proses sterilisasi media ditambahkan asam laktat sebanyak 140 micron sebelum digunakan dengan tujuan menghambat atau mencegah tumbuhnya bakteri (Azzahra *et al.*, 2020).

3.5.3.2 *Media Potato Peptone Glucose Agar (PPGA)*

Media PPGA dibuat dengan mencampurkan ekstrak kentang, dengan *peptone*, *glucose*, Na₂HPO₄.2H₂O, NaCl, KH₂PO₄, dan agar kedalam akuades. Sebanyak 200 g kentang dipotong kecil ± 1 cm kemudian direbus dengan 1.000 ml akuades sampai kentang lunak. Ekstrak hasil rebusan disaring dan dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi 5 g *peptone*, 3 g Na₂HPO₄.2H₂O, 3 g NaCl, 0,5 g KH₂PO₄, 5 g *glucose* dan 20 g agar. Jika media belum mencapai 1.000 ml, maka ditambahkan akuades sampai volume tersebut. Setelah semua bahan homogen, media dituang ke dalam tabung reaksi sebanyak 5 ml per tabung dan kemudian ditutup menggunakan kapas. Selanjutnya, semua media dalam tabung reaksi dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dan diautoklaf selama 10 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1atm. Selanjutnya, media diangkat dan dimiringkan dalam *laminar air flow* sampai media membeku (Sari *et al.*, 2018).

3.5.3.3 Media tomat dan wortel

Pada penelitian ini media digunakan adalah sari buah tomat dan wortel. Untuk membuat media sari buah tomat dan wortel dibutuhkan 1 kg wortel dan 1 kg tomat (1:1), kemudian media diblender dan disaring menggunakan saringan kasa sebanyak 3 kali penyaringan. Selanjutnya media dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer ukuran 1 liter dan ditambahkan 800 ml air steril, 15 gram agar batangan yang telah dipotong-potong, dan 3 gram CaCO₃, lalu diaduk sehingga menjadi homogen dan direbus. Setelah direbus, tabung erlenmeyer disterilkan dengan otoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama ± 120 menit.

3.5.4 Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

Penanaman bibit nanas ke dalam polibag dilakukan pada sore hari dengan kedalaman 5 cm dengan jumlah bibit per polibag sebanyak 1 bibit tanaman nanas. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penanaman bibit nanas adalah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan media tanam pada polibag
- b. Membuat lubang tanam pada polibag sedalam 5 cm.
- c. Mengambil bibit nanas dan menanam bibit pada lubang sedalam 5 cm dengan jumlah bibit per polibag 1 bibit tanaman nanas.
- d. Tanah dipadatkan disekitar pangkal bibit nanas agar tidak mudah roboh dan akar tanaman dapat kontak langsung dengan air tanah.
- e. Dilakukan penyiraman hingga tanah lembab dan basah.

Pemeliharaan tanaman nanas meliputi penyulaman, penyirangan dan pengairan. Penyulaman dilakukan apa apabila terdapat tanaman yang mati diserang hama atau pertumbuhannya terhambat.

Penyirangan dilakukan untuk membersihkan tanaman dari gulma. Cara penyirangan dilakukan dengan manual yaitu mencabut gulma yang ada didalam polibag.

Tanaman nanas tahan terhadap kekeringan, namun untuk pertumbuhan tanaman nanas yang optimal diperlukan air yang cukup, penyiraman dilakukan 1 hari sekali yaitu pada pagi hari.

3.5.5 Pembuatan Isolat Bakteri Terpilih

Isolat Mikroba yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil penelitian jangka panjang yang dilakukan oleh Dermiyati *et al.* (2018).

Isolat bakteri terpilih yang digunakan terdiri dari 3 (tiga) jenis yaitu 3 isolat bakteri terbaik hasil isolasi MOL TKKS, 3 Isolat bakteri terbaik hasil isolasi MOL rimpang nanas, dan kombinasi keduanya (1:1). 3 Isolat bakteri terpilih terbaik dari isolasi MOL TKKS terdiri dari *A.S(2) 50.8 B (8)*, *AN.S (3) 50. 12 P (8)* dan *S.S (2) 50. 12 PB (8)*, 3 terbaik isolasi rimpang nanas terdiri dari *A.N (3) 50.12 PKr5*, *A.N (2) 50. 12 K5*, dan *S.N (1) 50.12 PKr5* dan isolat bakteri terpilih

terbaik campuran keduanya diperoleh dari kombinasikan antara isolasi TKKS dan rimpang nanas.

Peremajaan isolat bakteri terpilih dilakukan di dalam tabung reaksi dengan menggunakan media *potato peptone glucose agar* (PPGA). Peremajaan isolat bakteri terpilih dilakukan dalam kondisi aseptik di dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Setiap isolat diambil menggunakan jarum ose sebanyak 1 ose, kemudian digoreskan pada media agar miring PPGA yang telah disediakan. Media PPGA yang telah digores kemudian ditutup kembali dengan kapas dan plastik warp serta diberi label jenis isolat.

3.6 Aplikasi *Phytophthora* sp. dan Isolat Bakteri Terpilih

Biakan *Phytophthora* sp. yang telah dibuat dan siap diperlakukan yaitu sebanyak 34 cawan petri diaplikasikan untuk setiap jenis perlakuan yang ada dengan takaran 100 ml per tanaman. *Phytophthora* sp. diaplikasikan pada waktu sore hari setelah penyiraman. Aplikasi dilakukan sebanyak 3 kali pada fase awal vegetatif tanaman dengan frekuensi dua pekan sekali yang dimulai saat tanaman berusia 7 MST.

Isolat bakteri terpilih yang telah dibuat diaplikasikan untuk setiap jenis perlakuan yang ada dengan takaran dosis sebanyak 500 ml per tanaman. Isolat bakteri terpilih diaplikasikan pada waktu sore hari setelah penyiraman tanaman. Pada perlakuan K₀ (kontrol) diberikan air steril dengan takaran sebanyak 500 ml seperti pada perlakuan konsorsium. Aplikasi Isolat bakteri terpilih dilakukan sebanyak 3 kali pada fase awal vegetatif tanaman dengan frekuensi dua pekan sekali yang dimulai saat tanaman berusia 7 HST.

3.7 Variabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman nanas dari setiap perlakuan yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini variabel yang diamati adalah :

- a. Tinggi tanaman (cm)

Pengukuran panjang tanaman diukur dengan cara mengukur pangkal batang sampai ujung daun terpanjang tanaman nanas, dengan menggunakan

penggaris. Pengukuran dilakukan selang waktu 1 minggu sekali dari tanaman berumur 5 minggu setelah tanam (MST) sampai 20 minggu setelah tanam (MST).

b. Jumlah daun (helai)

Jumlah daun dihitung pada setiap tanaman, yaitu tanaman yang sudah membuka secara sempurna. Penghitungan dilakukan pada setiap sampel pengamatan dari 5 MST sampai 20 MST.

c. Indeks luas daun (cm^2)

Pengukuran luas indeks daun dilakukan dengan menggunakan penggaris panjang yaitu dengan mengukur panjang daun dan lebar daun. Pengukuran dilakukan pada setiap sampel pengamatan dari 5 MST sampai 20 MST.

d. Kandungan klorofil (CCI)

Kandungan klorofil pada daun tanaman diukur dengan menggunakan alat *Chlorophyll meter* SPAD. Pengukuran dilakukan dengan menjepitkan kepala alat *Chlorophyll meter* SPAD pada lembaran daun yang masih berada di tanaman kemudian ditunggu sebentar hingga berbunyi “beep” dan menampilkan data pengukuran. Dalam setiap tanaman diukur 3 ulangan daun yang terdiri dari daun yang berada di bawah, tengah, dan atas. Waktu pengukuran kandungan klorofil terbaik dengan alat ini yaitu antara pukul 10.00 sampai 14.00. Pengukuran dilakukan selang waktu 2 minggu sekali dari tanaman berumur 6 MST sampai 20 MST.

e. Panjang akar (cm)

Pengukuran panjang akar dilakukan dengan mengukur panjang akar primer dengan menggunakan mistar yang dimulai dari leher akar sampai ujung akar. Pengamatan panjang akar dilakukan pada saat akhir pengamatan 20 MST.

f. Bobot segar tajuk (g)

Pengukuran bobot segar tajuk dilakukan pada akhir pengamatan. Pengukuran dilakukan dengan cara mengeluarkan tanaman nanas dari dalam polybag kemudian media tanam digemburkan dibawah pancuran air sambil dibilas sampai bagian akar bersih. Setelah sampel tanaman dibersihkan baru dilakukan penimbangan. Hasil bobot segar tajuk dinyatakan dalam satuan gram (g).

g. Bobot kering tajuk (g)

Pengukuran bobot kering tajuk dilakukan setelah panen dengan cara tanaman yang telah ditimbang bobot segarnya dijemur pada terik sinar matahari sampai kering. Tajuk yang telah dikeringkan kemudian dibungkus dengan kertas koran dan dioven pada suhu 75⁰C sampai bobotnya konstan selama 3-4 hari.

h. Bobot segar akar (g)

Pengamatan bobot segar akar dilakukan dengan cara mencabut tanaman nanas pada akhir pengamatan, kemudian potong bagian pangkal batang dan menimbang bagian akar yang telah dibersihkan.

i. Bobot kering akar (g)

Pengukuran bobot kering akar dilakukan setelah panen dengan cara tanaman yang telah ditimbang bobot segarnya dijemur pada terik sinar matahari sampai kering. Akar yang telah dikeringkan kemudian dibungkus dengan kertas koran dan dioven pada suhu 75⁰C sampai bobotnya konstan selama 3-4 hari. Hasil bobot kering akar dinyatakan dalam satuan gram (g).

j. Keparahan intensitas serangan pada tajuk

Pengamatan dilakukan dengan skoring dengan ketentuan sebagai berikut :

0 = tidak ada daun yang menunjukkan gejala layu dan kering.

1 = 25% daun menunjukkan gejala layu dan kering

2 = 50% daun menunjukkan gejala layu dan kering

3 = 75% daun menunjukkan gejala layu dan kering

4 = 100% daun menunjukkan gejala layu dan kering

k. Keparahan intensitas serangan pada akar

Pengamatan dihitung dengan menggunakan skoring mengacu pada sistem skoring. Menurut Idris *et al.* (2004) ketentuan dalam skoring antara lain sebagai berikut :

0 = sehat

1 = miselium mulai menempel dipermukaan kulit akar namun belum infeksi

2 = infeksi dikulit, akar belum membusuk

3 = akar mulai nekrosis/membusuk, tajuk belum tampak gejala

4 = sebagian besar akar nekrosis/membusuk, tajuk tampak gejala

5 = tanaman mati

Keparahan penyakit dihitung menggunakan metode Townsend dan Heuberger, dengan rumus sebagai berikut:

$$KP = \frac{\Sigma nV}{zN} \times 100\%$$

Keterangan :

KP = keparahan penyakit

n = jumlah tanaman dalam setiap katagori

V = nilai numerik dari katagori serangan

z = katagori serangan dengan nilai numerik tertinggi

N = jumlah seluruh tanaman yang diamati

Penilaian keparahan dalam nilai numerik (skor) yang digunakan disajikan

pada Tabel 2.

Tabel 2. Gejala pada daun dan nilai numerik penyakit nanas

Gejala pada daun (%)	Nilai numerik (skor)
0	0
0 < x < 20	1
20 < x < 40	2
40 < x < 60	3
60 < x < 80	4
80 < x < 100	5

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit serta kombinasi keduanya mampu menghambat perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp.
2. Inokulasi *Phytophthora* sp. tanpa adanya pemberian isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit serta kombinasi keduanya menurunkan performa tanaman nanas.
3. Aplikasi isolat bakteri terpilih asal ekstrak rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit serta kombinasi keduanya mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nanas.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, saran yang diajukan adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kemampuan isolat bakteri terpilih asal rimpang nanas dan tandan kosong kelapa sawit serta gabungan keduanya dalam meningkatkan pertumbuhan dan menekan perkembangan serangan *Phytophthora* sp. secara jangkauan luas (lapangan)

DAFTAR PUSTAKA

- Astriani, M., dan Mukharomah, E. 2017. Penggunaan Strategi Inkuiiri dalam Pembelajaran Isolasi Bakteri Asal Mol dan Penerapannya Sebagai Pupuk Hayati. *Jurnal Florea* 4(1): 17-23.
- Azzahra, N., Jamilatun, M., dan Aminah, A. 2020. Perbandingan Pertumbuhan *Aspergilus fumigates* pada Media Instan Modifikasi *Carrot Sucrose Agar* dan *Potato Dextrose Agar*. *Jurnal Mikologi Indonesia* 4(1): 168-174.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Produksi Buah Nanas di Lampung 2017*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. <https://www.bps.go.id/>. Diakses pada tanggal 5 Maret 2020.
- Choudhary, D.K., and Johri, B.N. 2008. Interactions of *Bacillus* spp. and plants – With special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiology Research* 64(5): 493–513
- Dermiyati, D., Suharjo, R., Telaumbanua, M., Ilmiasari, Y., Yosita, R., Annisa, R.M., Andayani, A.P and Yulianti, D.M. 2019. Population of phosphate solubilizing bacteria in the liquid organic fertilizer created from palm oil bunches and pineapple rhizome. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 20(11): 3315-3321.
- Dermiyati, Suharjo R., Telaumbanua M., Yosita, R., Sari, A.W., and Andayani, A.P. 2020. Abundance and characterization of microorganisms isolated from oil palm empty fruit bunches waste under aerobic, anaerobic, and facultative anaerobic conditions. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 21(9): 42137–4220.
- Dewi, N. 2015. Uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani*. Skripsi. UIN Alauddin Makassar. Makassar. 52 hlm.
- Drenth, A., and Guest, D.I. 2004. *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia*. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR). 100 pp.
- Drenth, A., and Sendall, B. 2001. *Practical Guide to Detection and Identification of Phytophthora*. CRC for Tropical Plant Protection Brisbane. Australia

- Elfina, Y., dan Fenti, P. 2008. Identifikasi Jamur pada Rizosfir Tanaman Nenas (Ananas comosus L.) dan Uji Indikasi Antagonisnya terhadap Patogen Thielaviopsis paradoxa di Desa Rimbo Panjang Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Sagu* 7(1):45-52.
- Esitken, A., Yildiz, H. E., Ercisli, S., Donmez, M. F., Turan, M., and Gunes, A. 2010. Effects of plant growth promotiing bacteria (PGPB) on yield, growth, and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae* 124: 62–65.
- Ginting, R.C., Badia, R. Saraswati, dan Husen. 2013. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati, Mikroorganisme Pelarut Fosfat. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Pertanian. Bogor. Hlm 141-157
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology* 41-109:117.
- Gofar, N., Munawar, Widjajanti, H., dan Mulya, A.P., 2014. Eksplorasi bakteri antagonis asal jaringan dan rizosfer tanaman karet untuk menekan pertumbuhan bakteri proteolitik pada bahan olahan karet (bokar). *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 16(2): 61–66.
- González, R., Laudat, T., Arzola, M., Méndez, R., Marrero, P., Pulido, L.E., Dibut, B., and Lorenzo, J.C. 2011. *Effect of Azotobacter chroococcum on in vitro pineapple plants growth during acclimatization. In Vitro Cellular and Developmental Biology Plant* 47: 387-390.
- Gusmaini, Aziz, S.A., Munif, A., Sopandie, D., dan Bermawie, N. 2013. Potensi Bakteri endofit dalam upaya meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan kandungan andrografolid pada tanaman sambiloto. *Jurnal Littri* 19(4): 167 – 177.
- Haggag, W. M. and Mohamed, H. A. A. 2007. Biotechnological aspects of microorganism used in plant biological control. *Journal Sustainable Agriculture* 1(1): 7-12.
- Hardiningsih, S. 2011. *Phytophthora* sp. Penyebab Penyakit Rebah Semai pada Kacang Hijau dan Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Harni, R., dan Khaerati. 2013. Evaluasi Bakteri Endofit untuk Pengendalian Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Tanaman Kopi. *Buletin RISTRI* 4(2): 109-116.
- Idris, A.S., Kushairi, A., Ismail, S., dan Ariffin, D. 2004. Selection for partial resistance in oil palm progenies to *Ganoderma* basal stem root. *Journal of Oil Palm Research* 16: 12-18.

- Ilmisari, Y. 2020. Kemelimpahan, karakterisasi, dan kemampuan mikroorganisme local asal rimpang nanas sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan antagonis *Phytophthora* sp. *Tesis*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 113 hlm.
- Irianti, A.T.P. 2015. Efektivitas *Trichoderma* sp dan Mikroorganisme lokal (MOL) sebagai dekomposer dalam meningkatkan kualitas pupuk organik alami dari beberapa limbah tanaman pertanian. *Jurnal Agrosains* 12(2): 1–7.
- Ketnawa, S., Chaiwut, P. and Rawdkuen, S. 2012. Pineapple wastes: A potential source for bromelin extraction. *Food and Bioproducts Processing* 90: 385-391.
- Lawal, D. 2013. Medicinal, Pharmacological and Phytochemical Potentials off *Annona comsus* Linn. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences* 6 (1): 101-104.
- Liu, C.H., Liu, Y., Fan, C., and Kuang, S.Z. 2013. The Effect of Composted Pineapple Residue Return on Soil Properties and Growth and Yield of Pineapple. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 13(2): 433-444.
- Lo CT. 1998. General mechanisms of action of microbial biocontrol agents. *Plant Pathol Bull* 7: 155– 166.
- Martin, D. A. 2015. Hubungan sifat fisik dan kimia tanah terhadap penyebaran penyakit busuk hati yang disebabkan oleh *Phytophthora* sp. pada perkebunan nanas (*Ananas comusus*) di Provinsi Lampung. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 82 hlm.
- Miller, R. W., and Donahue R. L. 1990. Soil: an introduction to soils and plant growth. Sixht Edition. Englewood Cliffs; Prentice-Hall International, Inc. 768 p
- Nelson, S. 2012. Pineapple Images. <http://www.flickr.com/photos/scotelson/8250775784>. Diakses pada 30 November 2020.
- Nurmas, A., Nofianti, Rahman, A., dan Khaeruni, A. 2014. Eksplorasi dan Karakterisasi Azotobacter *Indigenous* untuk Pengembangan Pupuk Hayati Tanaman Padi Gogo Lokal di Lahan Marjinal. *Jurnal Agroteknologi* 4(2):128-134.
- Prasetyo, J.dan A. Titik Nur. 2014. Pineapple fruit collapse: newly emerging disease of pineapple fruit in Lampung, Indonesia. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika* 14(1): 96-99.
- Prihatiningsih, N., Arwiyanto, T., Hadisutrisno, B., dan Widada, J. 2015. Mekanisme antibiosis *Bacillus subtilis* B315 untuk pengendalian

- penyakitlayu bakteri kentang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika* 15(1): 64–71.
- Purwantisari, S., dan Hasturi, R.B. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Jurnal Bioma* 11(1): 24-32.
- Rani, M.I., Lestari, R.P., Rahmayani, E.D., Asan, M., dan Astriani, M. 2017. Uji bakteri pelarut fosfat dan penghasil IAA pada MOL buah bintaro (*Cerbera manghas* L.). *Jurnal Florea* 4(2):11 – 21.
- Rani, I. D. 2020. Pengaruh aplikasi mikroorganisme lokal dan kompos terhadap aktivitas dan sifat biologi tanah serta performa tanaman bawang merah. *Tesis*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 40-45 hlm.
- Ruli, J.P., Karlin, A., dan Yursida. 2014. Tanggap tanaman jagung terhadap aplikasi POC urin sapi dan pupuk anorganik di lahan pasang surut tipe luapan . *Jurnal Lahan Suboptimal* 3(2): 1327–137.
- Sari, G.I., Aini, L.Q., dan Abadi, A.F., 2014. Pengaruh Pemberian Kompos terhadap Perkembangan Penyakit Busuk Hati (*Phytophthora* Sp.) pada Tanaman Nanas (*Ananas comosus*). *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Brawijaya* 2(4): 71-76.
- Sari. D. V., Wurya, S. dan Sudirta. 2018. Identifikasi penyebab penyakit layu pada tanaman strawbery (*Fragaria* sp.) di Desa Pancasari dan potensi pengendaliannya dengan mikroba Antagonis. *Jurnal Agroteknologi Tropika* 7 (1): 104-112.
- Sebayang, F. 2006. Pengujian Stabilitas Enzim Bromelin yang Diisolasi dari Bonggol Nanas serta Imobilisasi Menggunakan Kappa Karagenan. *Jurnal Sains Kimia* 10(1): 20-26.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-penyakit Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press 1. Yogyakarta. 815 hlm.
- Semangun, H. 2017. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura*. Gadjah Mada University. Yogyakarta. Hal: 511 – 522.
- Sopialena, 2017. *Segitiga Penyakit Tanaman*. Samarinda. Mulawarman University Press.
- Souza, R.D., Ambrosini, A., and Possaglia, L.M.P. 2015. Plant growth promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Journal Genetics and Molecular Biology* 38(4): 401–419.

- Stein, T. 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Molecular Microbiology*. 56(4): 854–857.
- Suharjo, R., Aeny, TN., Hasanudin, U., Sumakatri, T., Krisno, R., Khoironi, T., Safitri, D.A. 2018. Potential of endophytic bacteria as plant growth promoter and antagonist against pineapple-fungal plant pathogen in Indonesia. *Proceedings of International Symposium on Innovatif*. Gifu University. Japan.
- Sunarjono, H. 2008. *Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suyanto, A., dan Irianti, A.T.P. 2015. Efektivitas *Trichoderma* sp dan Mikroorganisme lokal (MOL) sebagai dekomposer dalam meningkatkan kualitas pupuk organik alami dari beberapa limbah tanaman pertanian. *Jurnal Agrosains* 12(2): 1–7.
- Stein, L. 2005. *Plant Physiology, third edition*. Sunderland (US) : Sinauer Associates.
- Tasnim, S., Retno, K., dan Astiti, N.P.A. 2011. Efektifitas daya hambat bakteri *Streptomyces* sp. terhadap *Erwinia* sp. penyebab penyakit busuk rebah padalidah buaya (*Aloe Barbadensis* Mill). *Jurnal Simbiosis* 1(1): 21–27.
- Van, P.A.W., Jones, D.L., Jentschke, G and Godbold, D.L. 2005. Organic acid concentrations in soil solution: effects of young coniferous trees and ectomycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry* 37(7): 771-776.
- Wiswasta, I. G., Widyana., I. D., Raka dan Cipta, I. w. 2016. Mikroorganisme Lokal (MOL) sebagai pupuk organik cair dari limbah pertanian dan kaitannya dengan ketersediaan hara makro dan mikro. Seminar Nasional. 892-900
- Widawati , S. 2010. Uji bakteri simbiotik dan nonsimbiotik pelarutan Ca vs P dan efek inokulasi bakteri pada anakan Turi (*Sesbania grandiflora* L. Pers.). *Jurnal Biologi Indonesia* 11(2): 295-307.
- Widyawati A. 2008. *Bacillus* sp. Asal rizosfer kedelai yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan biokontrol fungi patogen akar. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. 68 hlm.
- Yosita, R. 2020. Kemelimpahan, karakterisasi, dan kemampuan mikroorganisme lokal asal tandan kosong kelapa sawit sebagai antagonis jamur *Ganoderma boninense* dan pemacu pertumbuhan tanaman. *Tesis*. Universitas Lampung. Lampung. 97 hlm.