

**APLIKASI *Trichoderma asperellum* DAN EKSTRAK TEMBELEKAN,
KIRINYUH, SERTA BANDOTAN UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT
BULAI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

SKRIPSI

Oleh

Dani Tri Ananto



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

APLIKASI *Trichoderma asperellum* DAN EKSTRAK TEMBELEKAN, KIRINYUH, SERTA BANDOTAN UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT BULAI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)

Oleh

DANI TRI ANANTO

Penyakit bulai pada tanaman jagung yang disebabkan oleh *Peronosclerospora* spp. merupakan penyakit penting dan menyebabkan penurunan produksi. Pengendalian penyakit dengan fungisida sintetik dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan dan resistensi patogen. Oleh karena itu, perlu dicari teknik pengendalian lain seperti penggunaan pestisida nabati dan agensia hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi *Trichoderma asperellum* dan ekstrak tembelean, kirinyuh dan bandotan serta kombinasinya untuk mengendalikan penyakit bulai dan pertumbuhan tanaman. Percobaan tingkat rumah kaca yang dilakukan di Jurusan Proteksi Tanaman pada bulan Maret-Mei 2022 menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua faktor (2 x 4). Faktor pertama yaitu *T. asperellum* dan faktor kedua yaitu ekstrak tembelean, kirinyuh dan bandotan. Variabel yang diamati terdiri dari masa inkubasi, keterjadian penyakit, keparahan penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering tajuk dan akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *T. asperellum* dapat menurunkan keparahan penyakit, meningkatkan tinggi tanaman, bobot kering akar dan tajuk tanaman. Perlakuan ekstrak tembelean, kirinyuh dan bandotan dapat menurunkan keterjadian dan keparahan penyakit serta meningkatkan jumlah daun, tinggi tanaman dan bobot kering akar tanaman. Kombinasi *T. asperellum* dengan ekstrak bandotan dapat menurunkan keterjadian dan keparahan penyakit.

Kata kunci: Penyakit bulai, *Trichoderma asperellum*, tembelean, kirinyuh, bandotan, *Zea mays* L.

**APLIKASI *Trichoderma asperellum* DAN EKSTRAK TEMBELEKAN,
KIRINYUH, SERTA BANDOTAN UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT
BULAI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Oleh

Dani Tri Ananto

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **APLIKASI *Trichoderma asperellum* DAN EKSTRAK TEMBELEKAN, KIRINYUH, SERTA BANDOTAN UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT BULAI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Nama Mahasiswa : **Dani Tri Ananto**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1814191012

Jurusan : Proteksi Tanaman

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.P.
NIP 195902141989021001



Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.
NIP 196010031986031003

MENGETAHUI,

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman



Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 198108152008122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

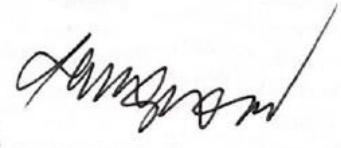
Pembimbing Utama : **Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.P.**



Anggota Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **6 September 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Aplikasi *Trichoderma asperellum* dan Ekstrak Tembelekan, Kirinyuh, serta Bandotan untuk Pengendalian Penyakit Bulai dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)**" merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 September 2022

Yang menyatakan



Dani Tri Ananto
NPM 1814191012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotagajah, Lampung 24 Agustus 1999 sebagai anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Zainudin dan Ibu Suryati (almh).

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Pertiwi pada tahun 2006, Sekolah Dasar Negeri (SDN) 3 Kotagajah pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 2 Kotagajah pada tahun 2015, Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Kotagajah pada tahun 2018. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan akademik dan organisasi. Penulis pernah menjabat sebagai anggota kementerian Dalam Negeri di Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung (BEM U) 2018-2021, anggota departemen Internal Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung (BEM FP) 2019/2020, anggota bidang Organisasi dan Diklat Anggota Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) 2019/2020, dan Ketua Umum di Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) 2020/2021. Selain itu Penulis juga pernah menjadi asisten dosen untuk mata kuliah Penyakit Penting Tanaman 2021/2022.

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kotagajah, Kabupaten Lampung Tengah pada bulan Februari-Maret. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PP Gapsera Sejahtera Mandiri, Lampung Tengah pada bulan Agustus-September dengan tema “Efektivitas Ekstrak Daun Jeruk dan Daun Mengkudu terhadap Pengendalian Hama Kutu Beras (*Sitophilus oryzae*) di PP Gapsera Sejahtera Mandiri Lampung Tengah.”

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, dengan judul “Aplikasi *Trichoderma asperellum* dan Ekstrak Tembelean, Kirinyuh, serta Bandotan untuk Pengendalian Penyakit Bulai dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Selama penyusunan dan penyelesaian skripsi ini penulis mendapat banyak bimbingan, saran dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat:

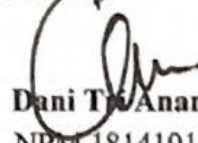
1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penelitian ini.
2. Ibu Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P. selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memfasilitasi dan memberi ijin penelitian ini.
3. Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penelitian ini.
4. Bapak Dr. Radix Suharjo, S.P., M. Agr. selaku Pembina HIMAPROTEKTA Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberi motivasi selama penelitian.
5. Bapak Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.P. selaku dosen pembimbing pertama atas ide penelitian, motivasi, saran, serta kesabaran dan kerja kerasnya dalam memberikan bimbingan kepada penulis.

6. Bapak Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S. selaku dosen pembimbing kedua dan dosen pembimbing akademik atas saran, motivasi, nasihat dan bimbingannya dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku dosen pembahas yang telah memberikan kritik dan saran serta nasihat dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Kedua orang tua penulis yang tercinta Bapak Zainudin dan Ibu Suryati (almh), dan Ibu Kalin, kakakku Lilin Prasetyowati dan Beni Susanto, S.T serta keluarga besar Almarhumah Ibu Sudianti dan keluarga besar Almarhumah Ibu Turinah yang telah memberikan dukungan, saran, doa, bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Keluarga Laboratorium Bioteknologi Pertanian bang Firnando, S.P., mba Tariyati, S.P., mba Yeyen Ilmiasari, S.P., M.P. yang telah membantu penulis selama ini.
10. Sahabat karib Ajeng, Haya, Ketrin, Zulfa, Kintan, Tasya, Komang, Reza, Fitri, Anggi, Nabila yang sudah memberikan dukungan, hiburan, doa, kritik dan saran sejauh ini.
11. Sahabat kuliah Cindi, Rahmi, Aulia, Yara yang selalu memberikan arahan, doa, hiburan, kritik dan saran selama ini.
12. Teman-teman tim penelitian bulai dan biotek berkemah yang senantiasa mendukung dari awal penelitian hingga akhir penelitian Ari, Dita, Rohmi, Hening, Thias, TA Nyoman, Santi, Adi, Umar.
13. Sahabat sekolah Bella, Intan, Fenti, Amar, Dwi, Alex yang telah menemani penulis selama ini
14. Teman presidium dan pengurus HIMAPROTEKTA periode 2020/2021.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap saran dan kritik membangun dapat diberikan. Dengan ketulusan hati penulis menyampaikan terima kasih dan semoga Allah SWT. membalas semua kebaikan dan kerja keras mereka serta skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan untuk kita semua.

Bandar Lampung, September 2022

Penulis,



Dani Tri Ananto
NPM 1814191012

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT. ku persembahkan karya ini untuk ayahku, orang yang mencintaiku dalam diam. Namun, ia sosok yang selalu mengerti akan hati ketika yang lain tidak memahami. Ibuku, malaikat yang diutus tuhan untuk melindungiku dan menjadi anugrah terindah dalam hidupku. Kakakku dan saudara-saudaraku yang telah mengorbankan segalanya dan membantuku serta memotivasiku untuk terus berjuang menggapai cita-cita.

Terima kasih untuk diriku yang berusaha berjalan meskipun perlahan. Diriku yang berusaha bangkit meskipun jatuh kembali. Diriku yang berusaha tegar walaupun raga mau patah. Diriku yang berusaha tersenyum dibalik banyak sekali kesedihan. Terima kasih untuk tidak memilih menghilang dari bumi.

Serta

Dosen Pembimbing dan Penguji

Almamater tercinta

Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

MOTTO

“Hidup cuma sekali, hiduplah yang berarti”

(Penulis)

“Pendidikan adalah senjata paling ampuh untuk mengubah dunia”

(Nelson Mandela)

“Barangsiapa yang hendak menginginkan dunia, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Barangsiapa menginginkan akhirat, hendaklah ia menguasai ilmu. Dan barang siapa yang menginginkan keduanya (dunia dan akhirat), hendaklah ia menguasai ilmu”

(HR. Ahmad)

“Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(Q.S Al-Insyirah:7)

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	6
2.1.2 Syarat Tumbuh.....	8
2.2 Jamur Antagonis <i>Trichoderma</i> sp.	8
2.3 Penyakit Bulai	10
2.3.1 Gejala Penyakit Bulai	10
2.3.2 Daur Penyakit Bulai	11
2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Bulai	11
2.3.4 Pengendalian Penyakit Bulai	12
2.4 Fungisida Nabati.....	12
2.4.1 Tembelekan (<i>Latana camara</i> L.)	13
2.4.2 Kirinyuh (<i>Chromolaena odorata</i>).....	13
2.4.3 Bandotan (<i>Ageratum conyzoides</i> L.).....	14
III. BAHAN DAN METODE	15
3.1 Tempat dan Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Metode Penelitian.....	16

3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Persiapan Media Tanam.....	17
3.4.2 Penanaman	18
3.4.3 Pembuatan Pestisida Nabati.....	18
3.4.4 Perbanyak Isolat <i>T. asperellum</i>	18
3.4.5 Aplikasi <i>T. asperellum</i>	18
3.4.6 Aplikasi Fungisida Nabati.....	19
3.4.7 Persiapan Inokulum <i>P. sorghi</i>	19
3.4.8 Inokulasi <i>P. sorghi</i>	22
3.4.9 Identifikasi Molekuler Jamur <i>T. asperellum</i> Isolat Klinik Tanaman.....	22
3.5 Pengamatan	24
3.5.1 Masa Inkubasi	24
3.5.2 Keterjadian Penyakit	24
3.5.3 Keparahan Penyakit	25
3.5.4 Tinggi Tanaman	26
3.5.5 Jumlah Daun	26
3.5.6 Bobot Kering Tajuk Tanaman.....	26
3.5.7 Bobot Kering Akar Tanaman	27
3.6 Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil Penelitian.....	28
4.1.1 Masa Inkubasi	28
4.1.2 Keterjadian Penyakit Bulai	28
4.1.3 Keparahan Penyakit Bulai.....	30
4.1.4 Jumlah Daun	32
4.1.5 Tinggi Tanaman	34
4.1.6 Bobot Kering Akar Tanaman.....	35
4.1.7 Bobot Kering Tajuk Tanaman	37
4.2 Pembahasan	37
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Simpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43

LAMPIRAN.....	49
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan <i>T. asperellum</i> dan ekstrak fungisida nabati.....	16
2. Karakteristik morfologi <i>Peronosclerospora</i> spp. penyebab bulai (CIMMYT, 2012).....	20
3. Skor keparahan penyakit bulai pada tanaman jagung.....	25
4. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap masa inkubasi penyakit bulai.....	28
5. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap keterjadian penyakit bulai.....	29
6. Pengaruh kombinasi <i>T. asperellum</i> dan fungisida nabati terhadap keterjadian penyakit bulai.....	30
7. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap keparahan penyakit bulai.....	31
8. Pengaruh kombinasi <i>T. asperellum</i> dan fungisida nabati terhadap keparahan penyakit bulai.....	32
9. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun tanaman jagung.....	33
10. Pengaruh kombinasi <i>T. asperellum</i> dan fungisida nabati terhadap jumlah daun tanaman jagung umur 21 HST.....	33
11. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman jagung.....	34
12. Pengaruh perlakuan <i>T. asperellum</i> terhadap tinggi tanaman jagung.....	34

13. Pengaruh perlakuan fungisida nabati terhadap tinggi tanaman jagung	35
14. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap bobot brangkasan akar tanaman jagung	36
15. Pengaruh perlakuan <i>T. asperellum</i> terhadap bobot brangkasan akar tanaman jagung	36
16. Pengaruh perlakuan fungisida nabati terhadap bobot brangkasan akar tanaman jagung	37
17. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap bobot brangkasan tajuk tanaman jagung.....	37
18. Masa inkubasi penyakit bulai (hari).....	50
19. Masa inkubasi penyakit bulai (hari) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	50
20. Analisis ragam masa inkubasi penyakit bulai (hari)	51
21. Keterjadian penyakit bulai pada 7 hari setelah inokulasi (%).....	51
22. Keterjadian penyakit bulai pada 7 hari setelah inokulasi (%) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	52
23. Analisis ragam keterjadian penyakit bulai pada 7 hari setelah inokulasi.....	52
24. Keterjadian penyakit bulai pada 14 hari setelah inokulasi (%).....	53
25. Keterjadian penyakit bulai pada 14 hari setelah inokulasi (%) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	53
26. Analisis ragam keterjadian penyakit bulai pada 14 hari setelah inokulasi	54
27. Keterjadian penyakit bulai pada 21 hari setelah inokulasi (%).....	54
28. Keterjadian penyakit bulai pada 21 hari setelah inokulasi (%) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	55
29. Analisis ragam keterjadian penyakit bulai pada 21 hari setelah inokulasi	55
30. Keterjadian penyakit bulai pada 28 hari setelah inokulasi (%).....	56
31. Keterjadian penyakit bulai pada 28 hari setelah inokulasi (%) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	56

32. Analisis ragam keterjadian penyakit bulai pada 28 hari setelah inokulasi	57
33. Pengaruh perlakuan <i>T. asperellum</i> terhadap keterjadian penyakit bulai	57
34. Pengaruh perlakuan fungisida nabati terhadap keterjadian penyakit bulai	57
35. Keparahan penyakit bulai pada 7 hari setelah inokulasi (%)	58
36. Keparahan penyakit bulai pada 7 hari setelah inokulasi (%) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	58
37. Analisis ragam keparahan penyakit bulai pada 7 hari setelah inokulasi	59
38. Keparahan penyakit bulai pada 14 hari setelah inokulasi (%)	59
39. Keparahan penyakit bulai pada 14 hari setelah inokulasi (%) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	60
40. Analisis ragam keparahan penyakit bulai pada 14 hari setelah inokulasi	60
41. Keparahan penyakit bulai pada 21 hari setelah inokulasi (%)	61
42. Keparahan penyakit bulai pada 21 hari setelah inokulasi (%) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	61
43. Analisis ragam keparahan penyakit bulai pada 21 hari setelah inokulasi	62
44. Keparahan penyakit bulai pada 28 hari setelah inokulasi (%)	62
45. Keparahan penyakit bulai pada 28 hari setelah inokulasi (%) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	63
46. Analisis ragam keparahan penyakit bulai pada 28 hari setelah inokulasi	63
47. Pengaruh perlakuan fungisida nabati terhadap keparahan penyakit bulai	64
48. Jumlah daun tanaman jagung pada 7 hari setelah tanam	64
49. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada 7 hari setelah tanam	64
50. Jumlah daun tanaman jagung pada 14 hari setelah tanam	65

51. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada 14 hari setelah tanam	65
52. Jumlah daun tanaman jagung pada 21 hari setelah tanam	66
53. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada 21 hari setelah tanam	66
54. Jumlah daun tanaman jagung pada 28 hari setelah tanam	67
55. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada 28 hari setelah tanam	67
56. Jumlah daun tanaman jagung pada 35 hari setelah tanam	68
57. Analisis ragam jumlah daun tanaman jagung pada 35 hari setelah tanam	68
58. Pengaruh <i>T. asperellum</i> terhadap jumlah daun tanaman jagung	68
59. Pengaruh perlakuan fungisida nabati terhadap jumlah daun tanaman jagung 21 HST.....	69
60. Tinggi tanaman jagung pada 7 hari setelah tanam (cm)	69
61. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada 7 hari setelah tanam	69
62. Tinggi tanaman jagung pada 14 hari setelah tanam (cm)	70
63. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada 14 hari setelah tanam	70
64. Tinggi tanaman jagung pada 21 hari setelah tanam (cm)	71
65. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada 21 hari setelah tanam	71
66. Tinggi tanaman jagung pada 28 hari setelah tanam (cm)	72
67. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada 28 hari setelah tanam	72
68. Tinggi tanaman jagung pada 35 hari setelah tanam (cm)	73
69. Analisis ragam tinggi tanaman jagung pada 35 hari setelah tanam	73
70. Bobot kering akar tanaman jagung (g).....	74
71. Analisis ragam bobot kering akar tanaman jagung.....	74
72. Bobot kering tajuk tanaman jagung (g).....	75
73. Bobot kering tajuk tanaman jagung (g) (data ditransformasi $\sqrt{x+0,5}$)	75
74. Analisis ragam bobot kering tajuk tanaman jagung.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata letak satuan percobaan	17
2. Skoring keparahan penyakit.....	25
3. Alat sterilisasi media tanam.	77
4. Media tanam yang siap untuk ditanam.....	77
5. Benih jagung varietas BISI-18.	77
6. Kerapatan spora <i>T. asperellum</i> (10^8).....	78
7. Suspensi <i>T. asperellum</i>	78
8. Aplikasi <i>T. asperellum</i> pada lubang tanam.	78
9. Pembuatan ekstrak fungisida nabati.....	79
10. Penyiapan suspensi spora <i>P. sorghi</i>	79
11. Kerapatan spora <i>P. sorghi</i> (10^5).	79
12. Larutan uji aplikasi.....	80
13. Inokulasi <i>P. sorghi</i> pada titik tumbuh tanaman jagung.....	80
14. Alat oven	80
15. Brangkasan akar dan tajuk tanaman telah dioven.	81
16. a. konidiofor <i>P. sorghi</i> ; b. oospora <i>P. sorghi</i>	81
17. Karakteristik jamur <i>T. asperellum</i> isolat Klinik Tanaman; a. Koloni jamur; b. Struktur jamur; 1. Konidia; 2. Konidiofor; 3. Fialid (perbesaran 100x).	81
18. Pohon filogenetik <i>T. asperellum</i> Isolat Klinik Tanaman berdasarkan NCBI.....	82

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu makanan pokok lebih dari setengah penduduk dunia, termasuk Indonesia setelah beras dan gandum. Selain sebagai bahan pangan, jagung juga dapat digunakan sebagai pakan ternak. Biji jagung mengandung karbohidrat sebagai sumber nutrisi. Biji jagung dapat diolah sebagai beras jagung, *popcorn* dan jagung marning, serta tepung jagung. Dengan demikian, jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri yang menambah nilai dalam usaha tani tanaman tersebut.

Kementerian Pertanian (2021) menyatakan bahwa produksi jagung di Provinsi Lampung dari tahun 2014-2018 mengalami fluktuasi. Produksi jagung di Lampung pada periode tersebut secara berurutan sebesar 1.719.386 ton, 1.502.800 ton, 1.720.196 ton, 2.518.895 ton, dan 2.581.224 ton. Salah satu penyebab penurunan produksi jagung adalah penyakit bulai yang disebabkan *Peronosclerospora* spp. Di Indonesia, terdapat 3 spesies *Peronosclerospora* yang menginfeksi tanaman jagung yaitu *P. maydis*, *P. philippinensis*, dan *P. sorghi* (Rustiani dkk., 2015).

Penyakit bulai merupakan salah satu penyakit utama dan paling berbahaya pada tanaman jagung di Indonesia. Kerusakan tanaman jagung dapat mencapai 90-100% akibat penyakit bulai, terutama pada varietas yang rentan (Ekawati dan Gusnawaty, 2018). Menurut Ginting dan Prasetyo (2016), penyakit bulai pada jagung sangat berisiko karena infeksinya pada tanaman muda dapat menyebabkan tanaman tidak

menghasilkan buah, sedangkan jika infeksi pada saat tanaman lebih tua, buah jagung bijinya sedikit. Oleh karena itu, jika infeksi penyakit ini meluas maka akan terjadi kerugian yang besar bahkan gagal panen.

Umumnya penyakit bulai pada jagung dikendalikan oleh petani menggunakan fungisida sintetik berbahan aktif metalaksil dalam jangka waktu lama. Menurut Burhanuddin (2009), fungisida metalaksil tidak dapat lagi digunakan untuk mengendalikan penyakit bulai secara tuntas, hal ini disebabkan penggunaan fungisida berbahan aktif metalaksil dapat memicu terjadinya resistensi *Peronosclerospora* spp. Penggunaan fungisida berbahan aktif metalaksil dan fenamidon berisiko tinggi terhadap terjadinya resistensi pada *Peronosclerospora* spp. sehingga diperlukan teknik alternatif untuk mengendalikan penyakit bulai pada tanaman jagung (Anugrah dan Widiyanti, 2018).

Pengendalian penyakit tanaman menggunakan pestisida nabati sudah mulai banyak diterapkan oleh masyarakat dalam rangka mengurangi penggunaan pestisida sintetik. Pestisida nabati merupakan hasil ekstraksi daun, biji, buah dan akar yang senyawa atau metabolit sekundernya memiliki sifat racun terhadap hama atau patogen tertentu sehingga bahan aktifnya lebih aman bagi lingkungan dan mudah terdegradasi (Djunaedi, 2009). Pestisida nabati harus diaplikasikan berkali-kali karena pestisida ini kerjanya relatif lambat dan cepat terurai. Tembelean, kirinyuh dan bandotan adalah tumbuhan yang mengandung bahan yang berpotensi sebagai pestisida nabati. Ketiga tumbuhan ini telah banyak diteliti sebagai pestisida nabati untuk pengendalian penyakit tanaman.

Trichoderma sp. adalah salah satu jenis jamur yang banyak dijumpai pada semua jenis tanah. *Trichoderma* sp. sebagai agensia hayati dapat berperan dalam mengendalikan penyakit tanaman secara spesifik target dan mampu meningkatkan hasil produksi tanaman (Suanda, 2019). *Trichoderma* sp. bersifat menguntungkan karena aktivitasnya sebagai antifungal atau biofungisida jamur patogen (Herlina, 2009).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian tentang fungisida nabati berbahan alami ekstrak tembelekan (*Latana camara* L.), kirinyuh (*Chromolaena odorata*), bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) yang dikombinasikan dengan jamur *Trichoderma* sp. untuk mengendalikan penyakit bulai pada tanaman jagung masih relevan.

1.2 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui pengaruh aplikasi *Trichoderma asperellum* terhadap penyakit bulai dan pertumbuhan tanaman jagung.
2. Mengetahui pengaruh ekstrak tembelekan, kirinyuh, bandotan sebagai fungisida nabati terhadap penyakit bulai dan pertumbuhan tanaman jagung.
3. Mengetahui pengaruh interaksi *T. asperellum* dan ekstrak tembelekan, kirinyuh, bandotan terhadap penyakit bulai dan pertumbuhan tanaman jagung.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pengendalian penyakit bulai menggunakan fungisida sintetik berbahan aktif metalakasil dan fenamidon telah menyebabkan resistensi patogen *Peronosclerospora* spp. sehingga tidak efektif lagi digunakan dalam jangka waktu yang panjang (Burhanuddin, 2009). Resistensi *Peronosclerospora* spp. dapat mengakibatkan infeksi patogen yang meningkat sehingga menyebabkan gagal panen. Dengan demikian, diperlukan langkah lain dalam mengendalikan penyakit bulai yaitu salah satunya menggunakan fungisida nabati. Fungisida nabati telah banyak diaplikasikan seiring pengurangan penggunaan fungisida sintetik yang berdampak buruk bagi lingkungan. Fungisida nabati memiliki beberapa keunggulan antara lain yaitu aman dan ramah terhadap lingkungan, serta tidak meninggalkan residu yang berbahaya. Namun demikian, fungisida nabati memiliki beberapa kelemahan yaitu kerjanya yang relatif lambat dan mudah terurai sehingga perlu diaplikasikan berkali-kali.

Beberapa jenis ekstrak tanaman dapat dimanfaatkan sebagai fungisida nabati karena kandungan bahan aktifnya mampu mengendalikan penyakit pada tanaman.

Tembelekan (*Latana camara* L.) memiliki kandungan senyawa alkaloida, saponin, flavonoid, tanin dan minyak atsiri (Lestari, 2009). Berdasarkan penelitian Edy dan Purwanto (2020) ekstrak tembelekan memiliki aktivitas sebagai antifungi dalam menghambat jamur *Trichophyton concentricum* L. Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) sebagai fungisida nabati telah banyak digunakan karena mengandung senyawa tanin, fenol, flavonoid, steroid, dan saponin (Yenti dkk., 2011).

Panggabean (2009) menyatakan bahwa ekstrak daun kirinyuh dapat menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* pada penyakit busuk buah kakao.

Ekstrak kirinyuh juga dapat menekan pertumbuhan jamur *Colletotrichum capsici* pada cabai (Masniati dan Panggeso, 2020). Ekstrak bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) memiliki kandungan saponin, flavonoid, dan polifenol yang dapat dimanfaatkan sebagai fungisida nabati yang aman terhadap lingkungan (Lumowa, 2011). Menurut Febia dkk. (2020), ekstrak daun bandotan dapat mempengaruhi pertumbuhan *Phytophthora* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur asli tanah yang menguntungkan karena bersifat antagonis terhadap jamur-jamur patogen tanaman jagung. Mekanisme *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan patogen bersifat spesifik target dan mampu meningkatkan produksi tanaman. Hal ini menjadi keuntungan sendiri dalam penggunaan *Trichoderma* sp. sebagai agensia hayati (Purwantisari dan Hastuti, 2009). Ivayani dkk. (2018) menyatakan bahwa aplikasi *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan ketahanan tanaman jagung karena *Trichoderma* sp. ini dapat berperan dalam memperkuat sistem perakaran, mendekomposisi bahan organik disekitar rizosfer tanaman sehingga meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman jagung. *Trichoderma* sp. dapat menghasilkan beberapa senyawa yang menginduksi ketahanan tanaman secara lokal dan sistemik terhadap penyakit tanaman.

Trichoderma sp. menginduksi tanaman untuk dapat bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Prasetyo dkk., 2021). *Trichoderma* sp. mampu mengendalikan beberapa penyakit tanaman diantaranya adalah busuk pangkal batang pada tanaman vanili yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. dan

jamur akar putih (JAP) yang menyerang tanaman karet. Selain itu, *Trichoderma* sp. juga dapat berperan sebagai biodekomposer dalam pembuatan pupuk organik (Iswari dkk., 2021).

Menurut Sastrahidayat dkk. (2007), *Trichoderma* sp. berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman karena berfungsi sebagai biodekomposer. *Trichoderma* sp. juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, perakaran tanaman dan produksi tanaman. Akar yang terinfeksi *Trichoderma* sp. akan lebih banyak dibandingkan dengan akar yang tidak terinfeksi. Ketika perakaran banyak terinfeksi maka akan terjadi penyerapan unsur hara yang lebih optimum sehingga tanaman akan tumbuh dengan baik (Rizal dkk., 2019). Menurut Fitria dkk. (2021), *Trichoderma* sp. dapat berperan dalam meningkatkan produksi tanaman dan pertumbuhan karena berperan aktif dalam merangsang perkembangan sel-sel tanaman sebagai zat pengatur tumbuh pada tanaman. *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama pertumbuhan akar yang lebih banyak. Selain hidup dipermukaan akar, koloni *Trichoderma* sp. dapat masuk ke lapisan epidermis akar bahkan lebih dalam lagi yang mana kemudian *Trichoderma* sp. menghasilkan atau melepaskan beberapa zat yang dapat merangsang sistem pertahanan tubuh di dalam tanaman (Novandini, 2007).

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas maka hipotesis yang akan diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Aplikasi *T. asperellum* dapat mengendalikan penyakit bulai dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.
2. Aplikasi beberapa ekstrak tembelean, kirinyuh, bandotan dapat mengendalikan penyakit bulai dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.
3. Interaksi *T. asperellum* dengan ekstrak tembelean, kirinyuh, bandotan lebih efektif dalam mengendalikan penyakit bulai dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung, daripada aplikasi tunggal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Tanaman jagung tergolong dalam keluarga rumput-rumputan dengan spesies *Zea mays* L. Menurut USDA (2018), klasifikasi tanaman jagung sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Superdivisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Subkelas : Commelinidae
Ordo : Cyperales
Famili : Poaceae
Genus : *Zea*
Spesies : *Zea mays* L.

Sistem perakaran serabut pada tanaman jagung memiliki tiga macam akar, yaitu akar seminal yang berkembang dari radikula dan embrio. Pertumbuhan akar akan

melambat setelah plumula muncul diatas permukaan tanah dan akan berhenti pada saat tanaman berumur 10-18 hari setelah berkecambah. Akar adventif merupakan akar yang semula berkembang dari buku di ujung mesokotil yang kemudian akan berkembang dari tiap buku secara berurutan hingga ke ruas diantara 7-10 buku yang semuanya di bawah permukaan tanah. Akar kait atau penyangga merupakan akar adventif yang telah muncul pada dua atau tiga buku di atas permukaan tanah (Subekti dkk., 2012).

Batang tanaman jagung berbentuk silindris, tidak bercabang, serta terdiri dari sejumlah ruas dan buku ruas. Tunas yang berkembang menjadi tongkol akan ditemui pada buku ruas tanaman jagung. Dua tunas teratas akan berkembang menjadi tongkol yang produktif. Demikian halnya, batang tanaman mempunyai tiga komponen sebagai jaringan utama, yaitu kulit atau epidermis, jaringan pembuluh, dan pusat batang (Subekti dkk., 2012).

Daun yang terbuka pada saat koleoptil muncul di atas permukaan tanah. Di setiap daun terdiri atas helaian daun, ligula, dan pelepah daun yang melekat pada batang. Jumlah daun berkisar antara 10-18 helai yang sama dengan jumlah buku batang. Rata-rata daun yang muncul sempurna berkisar antara 3-4 hari di setiap daun. Bentuk daun pada tanaman jagung berbeda, yaitu runcing, runcing agak bulat, bulat, bulat agak tumpul, dan tumpul (Subekti dkk., 2012).

Tongkol jagung diselimuti oleh daun kelobot. Tongkol yang terletak pada bagian atas lebih dahulu terbentuk dan lebih besar dibandingkan yang terletak pada bagian bawah. Setiap tongkol terdiri atas 10-16 baris biji yang jumlahnya akan selalu genap. Biji jagung biasa disebut kariopsis, dinding ovary atau pericarp yang menyatu dengan kulit biji atau testa yang membentuk dinding buah. Biji jagung yang terdiri atas pericarp berupa lapisan luar yang tipis dengan fungsi mencegah embrio dari organisme pengganggu dan kehilangan air. Endosperm berfungsi sebagai cadangan makanan (Subekti dkk., 2012).

Letak bunga tanaman jagung terpisah antara bunga jantan dan betina. Bagian malai bunga di ujung tanaman jagung merupakan letak bunga jantan, sedangkan bunga betina terletak pada tongkol tanaman jagung. Sejumlah rambut yang ujungnya membelah dan jumlahnya cukup banyak terdapat pada bunga betina. Tangkai kepala putik adalah rambut-rambut yang terjumbai di ujung tongkol yang dibungkus kelobot dengan jumlahnya berkisar antara 6-14 helai (Wijaya, 2018).

2.1.2 Syarat Tumbuh

Lahan sawah atau tegalan pada dataran rendah maupun tinggi dapat digunakan untuk budidaya jagung. Tanaman jagung membutuhkan suhu optimal antara 21-34 °C dan pH tanah antara 5,6-7,5 dengan ketinggian antara 1000-1800 m dpl dan ketinggian optimum sekitar 500-600 m dpl. Tanaman jagung membutuhkan air untuk hidup berkisar antara 100-140 mm/bulan. Tanaman jagung dapat mulai ditanam saat curah hujan telah mencapai 100 mm/bulan. Tanah yang mengandung unsur hara terutama nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam jumlah banyak dapat membantu tanaman jagung dalam berproduksi dengan baik (BPTP NAD, 2009).

2.2 Jamur Antagonis *Trichoderma* sp.

Karakterisasi morfologi jamur *Trichoderma* sp. meliputi bentuk, warna koloni dan diameter pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp. Menurut Syahputra dkk. (2017), morfologi jamur *Trichoderma* sp. secara makroskopis yaitu koloni berwarna putih sampai hijau tua, permukaan ada yang kasar dan ada juga yang halus dengan tepi halus berwarna putih, beberapa terdapat lingkaran konsentris. Menurut Harman *et al.* (2004), klasifikasi jamur *Trichoderma* sp. yaitu sebagai berikut:

Kingdom : Fungi

Divisi : Deuteromycota

Class : Deuteromycetes

Subclass : Deuteromycetidae

Ordo : Moniliales

Familia : Moniliacea

Genus : *Trichoderma*

Spesies : *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang berperan sebagai agensia hayati dalam mengendalikan patogen pada tanaman. *Trichoderma* sp. dapat berperan sebagai biodekomposer pada pertanaman jagung sehingga dapat mendekomposisi limbah organik menjadi kompos yang bermutu serta berfungsi sebagai biofungisida. *Trichoderma* sp. juga dapat berperan sebagai stimulator pertumbuhan tanaman (Hardianti dkk., 2014).

Jamur *Trichoderma* sp. mampu menekan pertumbuhan jamur patogen melalui berbagai mekanisme. Diantara mekanismenya adalah cara antibiosis dan cara kompetisi. Cara antibiosis terjadi melalui penghambatan terhadap patogen oleh senyawa metabolik yang dihasilkannya. Cara kompetisi yaitu *Trichoderma* sp. yang tumbuh mengambil nutrisi sehingga pertumbuhan jamur patogen akan terganggu. *Trichoderma* sp. dapat berperan sebagai jamur saprofit sehingga mampu bertahan dan berkembang biak pada sisa-sisa bahan organik (Juliana dkk., 2017).

Menurut Harman *et al.* (2004), jamur *Trichoderma* sp. berperan dalam meningkatkan pertumbuhan akar dan tunas tanaman serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan melarutkan nutrisi dalam tanah. Infeksi patogen dapat terhambat karena fungsi dari enzim peroksidase yang berperan dalam penguatan dinding sel tanaman. *Trichoderma* sp. merupakan jamur asli tanah pada daerah rizosfer yang dapat berperan sebagai faktor biotik dalam menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit. Jamur yang terdapat di dalam tanah dapat melindungi tanaman dari infeksi patogen dan kesuburan pertumbuhan tanaman dapat meningkat. *Trichoderma* sp. sangat dibutuhkan dalam rizosfer karena daerah akar tanaman terbuka terhadap infeksi patogen, apabila terdapat agensia hayati maka patogen tersebut akan berhadapan dengan agensia hayati tersebut selama menyebar dan menginfeksi akar (Syahputra dkk., 2017).

Menurut Purwantisari dan Hastuti (2009), *Trichoderma* sp. berperan dalam melindungi tanaman terhadap patogen tanaman dan sebagai jamur pemacu pertumbuhan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan asam organik, seperti asam glukonat, sitrat dan fumarat yang menurunkan pH tanah serta berperan dalam pelarutan fosfat, mikronutrien dan kation mineral seperti besi, magnesium dan mangan yang berfungsi dalam metabolisme tanaman di tanah netral atau basa (Vinale *et al.*, 2012).

2.3 Penyakit Bulai

2.3.1 Gejala Penyakit Bulai

Tanaman jagung yang telah terinfeksi patogen penyakit bulai akan menunjukkan gejala nekrotik pada daun akan tampak garis-garis putih hingga kuning. Penyakit bulai akan terlihat dengan terbentuknya jamur yang menyerupai tepung pada permukaan daun. Bercak akan berkembang menjadi jalur yang sejajar dengan tulang induk berwarna putih sampai kekuningan pada permukaan daun dengan diikuti dengan garis-garis klorotik. Ruang antar sel pada daun akan berbentuk kaku, tegak, dan menyempit karena adanya benang-benang patogen. Pada permukaan bawah daun pada pagi hari akan nampak lapisan tepung berwarna putih, apabila dicabut akar akan menggerombol tidak berkembang sehingga mengganggu proses transfer hara menuju daun dan seluruh tanaman sehingga tampak pucat (Semangun, 2004).

Tanaman jagung memiliki masa kritis terserang penyakit bulai yaitu sejak benih ditanam hingga berusia 35 hari (Pradhipta dkk., 2019). Tanaman jagung terserang bulai terlihat dengan jelas yaitu daun menjadi sempit dan kaku berwarna klorotik. Pada infeksi berat seluruh tanaman akan berwarna kuning pucat dan kemudian mati. Apabila infeksi penyakit bulai pada saat tanaman jagung masih muda, maka akan menyebabkan 100% kegagalan atau tanaman tidak menghasilkan (Matruti dkk., 2013).

2.3.2 Daur Penyakit Bulai

Mekanisme penularan penyakit bulai adalah tanaman sakit pada awal musim terjadi infeksi konidia dari luar pertanaman. Penyakit akan berkembang dari hasil penularan konidia tanaman sakit di dalam pertanaman. Penularan akan memuncak pada minggu ke-4. Besarnya intensitas infeksi penyakit bulai ditentukan oleh waktu infeksi. Semakin awal terjadi infeksi, maka akan diikuti dengan intensitas penyakit tinggi. Hal ini terjadi disebabkan oleh sifat penularan bulai mengikuti pola penyakit majemuk. Infeksi primer terjadi melalui penularan konidia yang berasal dari luar pertanaman. Hal ini terjadi pada awal tanam, selanjutnya infeksi primer akan menghasilkan infeksi sekunder selang 1 minggu kemudian. Infeksi sekunder atau siklus polisiklik dapat terjadi antara 2-5 MST (Muis dkk., 2018).

2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Bulai

Interaksi antara patogen, inang dan lingkungan yang sering digambarkan dalam segitiga penyakit dapat menyebabkan terjadinya suatu penyakit. Namun ketiga faktor tersebut akan berinteraksi dalam jangka waktu tertentu, sehingga model segitiga penyakit dapat dikembangkan menjadi tetrahedron penyakit yang mana mencakup faktor tanaman, lingkungan, patogen, dan waktu. Faktor waktu dapat berpengaruh kapan terjadinya suatu penyakit (Ginting, 2013).

Penyebaran penyakit bulai yang disebabkan oleh *Peronosclerospora* spp. dapat dipengaruhi oleh faktor seperti jarak tanaman, angin dan hujan. Jarak tanaman yang dekat akan mempengaruhi perkembangan penyakit karena kondisi kelembaban yang tinggi dan rendahnya paparan sinar matahari yang sampai pada tanaman sehingga akan berdampak positif bagi perkembangan patogen. Angin dapat menyebabkan penyebaran konidia dalam jangkauan jauh. Kecepatan angin pada musim kemarau akan lebih tinggi dibandingkan pada saat musim hujan sehingga dapat membantu penyebaran konidia *Peronosclerospora* spp. (Muis dkk., 2018).

Pemencaran konidia didukung oleh tingginya suhu dan sinar matahari dengan intensitas dan waktu yang lama serta menurunnya kelembapan udara. Hembusan angin dapat menerbangkan spora pada tanaman ke arah tanaman inang baru sesuai dengan arah angin pada saat itu. Demikian halnya, hembusan angin yang terlalu kencang juga dapat mempercepat keringnya permukaan daun sehingga dapat menggagalkan proses infeksi patogen (Purwanto dkk., 2016).

2.3.4 Pengendalian Penyakit Bulai

Penyakit bulai dapat dikendalikan dengan berbagai cara. Cara kultur teknis yaitu mengatur jarak tanam yang tidak terlalu rapat dan menanam dengan varietas tahan. Pengendalian secara mekanik dilakukan dengan mencabut tanaman yang telah terserang dan membakar tanaman sakit tersebut. Pengendalian secara kimiawi dengan penggunaan fungisida sintetik ridomil yang berbahan aktif metalaksil. Namun menurut Burhanuddin (2009), penggunaan fungisida metalaksil akan menimbulkan resistensi *Peronosclerospora* spp. sehingga fungisida metalaksil tidak digunakan dalam pengendalian penyakit bulai pada tanaman jagung. Pestisida nabati telah banyak diaplikasikan untuk meninggalkan penggunaan pestisida sintetik. Misalnya penggunaan ekstrak tembelekan yang mengandung senyawa alkaloida, saponin, flavonoid, tanin dan minyak atsiri (Lestari, 2019). Penggunaan ekstrak kirinyuh yang mengandung senyawa sekunder tanin, fenol, flavonoid, steroid, dan saponin yang berpotensi sebagai pestisida nabati (Yenti dkk., 2011). Menurut Lumowa (2011), kandungan senyawa dalam ekstrak bandotan yaitu saponin, flavonoid dan polifenol.

2.4 Fungisida Nabati

Fungisida nabati sudah banyak dikembangkan karena memiliki banyak kelebihan. Pestisida nabati ramah terhadap lingkungan, murah dan mudah untuk didapatkan, tidak meracuni tanaman, tidak menimbulkan resistensi terhadap hama, terdapat unsur hara yang diperlukan oleh tanaman serta kompatibel jika digabungkan dengan pengendalian yang lainnya (Irfan, 2016). Kurangnya informasi kepada petani bahwa ekstrak tanaman yang mengandung senyawa seperti fenolik, terpenoid, tanin,

alkaloid, steroid, dan minyak atsiri berpotensi menjadi pestisida nabati yang ramah lingkungan (Tampubolon dkk., 2018). Banyak tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan pestisida nabati diantaranya tembelean, kirinyuh dan bandotan.

2.4.1 Tembelean (*Latana camara* L.)

Tembelean dianggap sebagai tumbuhan liar karena dapat mengganggu tanaman komoditi bagi para petani. Menurut Djauhariya dan Hernani (2004), tembelean (*Latana camara* L.) memiliki batang semak berkayu, bercabang, berduri dan banyak tumbuh di daerah iklim tropis. Bagian bunga pada tanaman memiliki bermacam-macam warna seperti putih, merah, kuning, merah muda hingga jingga. Bagian buah akan muncul bergerombol di ujung tangkai, bulat, kecil, berwarna hijau, dan ketika mentah akan berwarna kebiruan serta mengkilap ketika matang.

Menurut Lestari (2019), tembelean mengandung senyawa kimia seperti alkaloida, saponin, flavonoida, tanin dan minyak atsiri. Menurut Edy dan Purwanto (2020), kandungan yang terdapat dalam tembelean selain dapat digunakan sebagai penyembuhan luka, juga dapat dimanfaatkan sebagai pestisida alami. Edy dan Purwanto (2020), menjelaskan bahwa ekstrak tembelean (*Lantana camara* L.) telah diformulasikan dalam bentuk salep, krim maupun gel. Sediaan tersebut memperlihatkan aktivitas antimikroba diantaranya seperti *S. typhi*, *S. pyogenes*, *M. luteus*, *V. cholera*, *S. dysenteriae*, *V. alginolyticus*, *S. aureus*, dan *E. coli*. Demikian halnya, ekstrak etanol pada daun tembelean memperlihatkan aktivitas sebagai antifungi yang telah diuji pada jamur *Trichophyton concentricum* L.

2.4.2 Kirinyuh (*Chromolaena odorata*)

Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) adalah tumbuhan liar yang memiliki pertumbuhan cepat dikarenakan setiap tanamannya menghasilkan banyak jumlah biji. Biji dengan mudah tersebar melalui angin, manusia dan hewan ternak. Kirinyuh dapat dimanfaatkan karena bahan-bahannya banyak ditemukan di alam, tidak menimbulkan dampak negatif bagi pengguna, konsumen dan lingkungan (Sari dkk., 2017).

Menurut Yenti dkk. (2011), pada daun kirinyuh terdapat kandungan seperti senyawa sekunder tanin, flavonoid, steroid, dan saponin. Menurut Panggabean (2009), ekstrak daun kirinyuh dapat menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. Ekstrak kirinyuh juga dapat menekan pertumbuhan jamur *Colletotrichum capsici* pada cabai (Masniati dan Panggeso, 2020). Waluyo (2015), melaporkan bahwa minyak atsiri pada daun kirinyuh dapat menekan pertumbuhan patogen *P. nicotianae* penyebab penyakit lanas pada tanaman tembakau.

2.4.3 Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.)

Bandotan merupakan tanaman liar yang biasa hidup pada lahan pertanian dan menimbulkan kerugian. Menurut Hikmah dkk. (2018), bandotan dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati yang ramah dan aman terhadap lingkungan serta dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia yang berdampak buruk bagi kesehatan petani dan lingkungan. Kandungan senyawa dalam bandotan adalah bahan aktif saponin, flavonoid dan polifenol (Lumowa, 2011).

Menurut Wulandari dkk. (2015), ekstrak bandotan dapat menghambat pertumbuhan dan sporulasi jamur *C. capsici*. Menurut Mengkido dkk. (2019), ekstrak bandotan terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Menurut Febia dkk. (2020), ekstrak metanol pada daun bandotan dapat mempengaruhi pertumbuhan *Phytophthora* sp. ekstrak daun bandotan juga dapat mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai yang disebabkan oleh jamur *C. capsici* (Wati dkk., 2014).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Proses pembuatan fungisida nabati beberapa ekstrak tanaman dan perbanyakan isolat *T. asperellum* dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penanaman benih jagung dilakukan di dalam *polybag* yang disusun di halaman gedung G Jurusan Proteksi Tanaman. Penelitian ini berlangsung bulan Maret-Mei 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekop, autoklaf, ember, timbangan, kain saring, gembor, penggaris, cawan petri, *Laminar Air Flow* (LAF), jarum ose, senter, *cover glass*, mikro pipet, oven, blender, kuas, botol, tabung reaksi, kaca preparat, sentrifuse, pipet tetes, *hemocytometer*, erlenmeyer, mikroskop majemuk, dan *rotamixer*. Bahan yang digunakan adalah benih jagung varietas BISI-18, isolat *T. asperellum*, *methylene blue*, akuades, pupuk kandang, ekstrak tembelean, ekstrak kirinyuh, ekstrak bandotan, media PDA, plastik tahan panas, karet dan *polybag*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan dua faktor (2 x 4). Faktor pertama yaitu perlakuan *T. asperellum* yang terdiri dari dua level yaitu dengan *T. asperellum* (T1) dan tanpa *T. asperellum* (T0). Faktor kedua yaitu perlakuan ekstrak fungisida nabati yang terdiri dari empat level yaitu tanpa ekstrak tanaman (F0), ekstrak tembelean (F1), ekstrak kirinyuh (F2), dan ekstrak bandotan (F3). Dengan demikian terdapat 8 kombinasi perlakuan (Tabel 1). Setiap perlakuan diulang 3 kali. Kedelapan kombinasi tersebut yaitu Kontrol (T0F0), *T. asperellum* (T1F0), ekstrak tembelean (T0F1), ekstrak tembelean + *T. asperellum* (T1F1), ekstrak kirinyuh (T0F2), ekstrak kirinyuh + *T. asperellum* (T1F2), ekstrak bandotan (T0F3), ekstrak bandotan + *T. asperellum* (T1F3).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan *T. asperellum* dan ekstrak fungisida nabati

Perlakuan	F0	F1	F2	F3
T0	T0F0	T0F1	T0F2	T0F3
T1	T1F0	T1F1	T1F2	T1F3

Keterangan: T0 = tanpa *T. asperellum*, T1 = *T. asperellum*, F0 = tanpa ekstrak tanaman, F1 = ekstrak tembelean, F2 = ekstrak kirinyuh, F3 = ekstrak bandotan.

Percobaan ini memerlukan 24 *polybag*, setiap *polybag* ditanam 7 benih jagung. Dalam setiap blok, perlakuan diacak dengan menggunakan metode undian. Tata letak satuan percobaan seperti pada (Gambar 1).

Blok 1	Blok 2	Blok 3
T0F3	T0F1	T0F1
T1F3	T1F0	T1F2
T1F2	T1F2	T0F0
T0F2	T0F0	T0F3
T1F1	T0F2	T0F2
T0F0	T1F3	T1F1
T0F1	T1F1	T1F0
T1F0	T0F3	T1F3

Gambar 1. Tata letak satuan percobaan

Keterangan:

T0 = Tanpa *T. asperellum*

T1 = *T. asperellum*

F0 = Tanpa ekstrak tanaman

F1 = Ekstrak tembelekan

F2 = Ekstrak kirinyuh

F3 = Ekstrak bandotan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahap persiapan media tanam, penanaman, pembuatan pestisida nabati, perbanyakan isolat *T. asperellum*, aplikasi *T. asperellum*, aplikasi fungisida nabati, penyiapan suspensi *Peronosclerospora sorghi*, dan inokulasi *P. sorghi*.

3.4.1 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang disiapkan adalah campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Media tanam tanah dan pupuk kandang disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 3 jam. Setelah dingin, kemudian dimasukkan ke dalam *polybag* berkapasitas 10 kg (40 x 40 cm).

3.4.2 Penanaman

Benih jagung yang digunakan adalah benih jagung F1 varietas BISI-18. Setiap *polybag* ditanami 7 benih jagung.

3.4.3 Pembuatan Pestisida Nabati

Daun tembelean, kirinyuh dan bandotan ditimbang sebanyak 250 g, dicuci menggunakan air steril, kemudian dikeringanginkan. Selanjutnya daun tembelean, kirinyuh dan bandotan dioven pada suhu 50 °C selama 36 jam. Masing-masing bahan pestisida nabati kemudian diblender dan diayak guna mendapatkan ekstrak tepung yang halus. Larutan induk pestisida nabati dibuat dari 10 g tepung yang di larutkan ke dalam 70 mL air steril. Larutan induk pestisida nabati disaring menggunakan kertas saring, kemudian disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm (Sekarsari dkk., 2013).

3.4.4 Perbanyakan Isolat *T. asperellum*

Perbanyakan isolat jamur *T. asperellum* dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Isolat jamur *T. asperellum* diperoleh dari koleksi Klinik Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Jamur diperbanyak ke dalam cawan petri yang berisikan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dengan mengambil biakan menggunakan jarum ose yang kemudian diinkubasikan selama 7 hari.

3.4.5 Aplikasi *T. asperellum*

Jamur *T. asperellum* disuspensikan dengan 100 mL air steril, kemudian diencerkan hingga kerapatan sporanya mencapai 10^8 . Sebanyak 10 mL suspensi jamur *T. asperellum* di inokulasikan pada setiap lubang tanaman.

3.4.6 Aplikasi Fungisida Nabati

Fungisida nabati diaplikasikan bersamaan dengan konidia *P. sorghi*. Sebelum diaplikasi konidia direndam terlebih dahulu selama 1 jam. Konidia *P. sorghi* dilakukan pada titik tumbuh tanaman jagung. Pada setiap tanaman diaplikasi dengan 1 mL suspensi.

3.4.7 Persiapan Inokulum *P. sorghi*

Persiapan inokulum *P. sorghi* dilakukan melalui tahap identifikasi *P. sorghi* penyebab penyakit bulai dan pembuatan suspensi *P. sorghi*.

1. Identifikasi *P. sorghi* penyebab bulai

Identifikasi *P. sorghi* penyebab bulai dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi yang dikemukakan oleh CIMMYT (2012) seperti pada (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik morfologi *Peronosclerospora* spp. penyebab bulai (CIMMYT, 2012)

Patogen	Karakteristik Morfologi		
	Konidiofor/ Sporangiofor	Konidia/Sporangia	Oospora
<i>P. sorghi</i>	Tegak, bercabang 2, panjang konidiofor 180–300 μm . tumbuh berkelompok pada stomata.	Oval (14.4–27.3 $\times$ 15–28.9 μm)	Bulat (diameter rata-rata 36 μm), berwarna kuning terang kecoklatan.
<i>P. maydis</i>	Bercabang 2-4, panjang 150–550 μm , konidiofor tumbuh berkelompok pada stomata.	Bulat hingga subsferikal (17–23 $\mu\text{m} \times$ 27–39 μm).	Tidak Dilaporkan
<i>P. philippinensis</i>	Konidiofor tegak, bercabang 2-4, dengan panjang 150–400 μm dan muncul dari stomata	Seperti telur hingga silinder (17–21 $\mu\text{m} \times$ 27–38 μm), sedikit membulat pada bagian atas.	Jarang ditemukan, bulat (berdiameter 25–27 μm dan memiliki dinding).
<i>P. sacchari</i>	Memiliki panjang 160–170 μm dan muncul dari stomata secara tunggal atau berpasangan.	Elips, lonjong (15–23 $\mu\text{m} \times$ 25–41 μm) dengan ujung yang bulat.	Bulat, berdiameter 40–50 μm dan berwarna kuning.
<i>Sclerospora graminicola</i>	Panjang rata-rata 268 μm .	Bulat panjang (12–21 $\times$ 14–31 μm) dengan bagian atas berbentuk runcing.	Berdiameter 22–35 μm dan berwarna coklat pucat
<i>Sclerophthora macrospora</i>	Sangat pendek (rata-rata 14 μm).	Seperti lemon (30–65 $\times$ 60–100 μm)	Bundar (45–75 μm) dan berwarna kuning pucat,
<i>Sclerophthora rayssiae</i> var. <i>zeae</i>		Oval hingga silinder (18–26 $\times$ 29–67 μm).	Bulat (berdiameter 29–37 μm) dan berwarna coklat

a. Pengamatan morfologi *P. sorghi*

Pengamatan morfologi jamur *P. sorghi* dilakukan menggunakan mikroskop majemuk untuk mengamati diameter konidia, panjang konidiofor, dan tingkat percabangan. Pengambilan konidia yang akan diamati dilakukan dengan mengarahkan sorot lampu senter ke daun yang berlawanan arah dengan pandangan pengamat, selanjutnya konidia jamur yang berwarna putih diambil menggunakan selotip bening yang kemudian direkatkan pada kaca objek dan ditetesi *methylene blue* lalu ditutup dengan *cover glass*. Selanjutnya diamati di bawah mikroskop majemuk dengan perbesaran 400 x.

b. Pengamatan oospora *P. sorghi*

Pengamatan dilakukan dengan mengambil daun tanaman jagung yang sudah mengering khas bulai yang ditandai dengan warna lebih coklat. Pengamatan dilakukan dengan mengerok daun menggunakan *cover glass* yang telah ditetesi akuades sebelumnya setelah itu, diamati dibawah mikroskop majemuk menggunakan perbesaran 400 x.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa konidiofor *P. sorghi* memiliki 3 tingkat percabangan. Panjang konidiofor 185 µm, diameter konidia 15,2 x 20,1 µm berbentuk *oval-spherical* (bulat), dan ditemukan oospora berwarna kuning terang hingga kecoklatan dengan bentuk bulat. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut maka dapat diketahui bahwa penyebab penyakit bulai pada tanaman uji adalah *P. sorghi*. Menurut deskripsi CIMMYT (2012) jamur *P. sorghi* memiliki panjang konidiofor 180-300 µm, konidia berbentuk oval berdiameter 14,1-27,3 x 15-28,9 µm, tingkat percabangan 2, dan oospora berbentuk bulat dengan warna kuning hingga kecoklatan.

2. Penyiapan suspensi *P. sorghi*

Menurut Giofanny dkk. (2014), konidia *P. sorghi* dari tanaman yang sakit diambil dengan cara merendam daun jagung yang bergejala dan dikeruk menggunakan kuas pada bagian bawah permukaan daun yang terdapat spora tersebut hingga tercampur dengan air. Selanjutnya dihomogenkan menggunakan *rotamixer*, kemudian diencerkan hingga kerapatan konidianya sebesar 10^5 spora/mL.

3.4.8 Inokulasi *P. sorghi*

Menurut Sekarsari dkk. (2013), inokulasi konidia jamur *P. sorghi* dilakukan pada pukul 02.00-03.00 WIB ketika daun terkena embun. Sebelum dilakukan inokulasi, konidia *P. sorghi* direndam terlebih dahulu dengan larutan induk pestisida nabati dan air steril selama 1 jam. Perbandingan antara konidia *P. sorghi*, larutan induk pestisida nabati, dan air steril yaitu sebesar 1:1:1 guna menghambat pertumbuhan konidia *P. sorghi*. Konidia *P. sorghi* diaplikasikan pada titik tumbuh tanaman jagung, tiap tanaman diaplikasi dengan 1 mL suspensi.

3.4.9 Identifikasi Molekuler Jamur *T. asperellum* Isolat Klinik Tanaman

Jamur *T. asperellum* yang digunakan pada percobaan ini adalah isolat Klinik Tanaman dari biakan jamur *T. asperellum* pada media PDA yang berusia 7-14 hari dipanen dengan menambahkan air steril sebanyak 10 mL tiap cawan petri. Suspensi konidia yang didapatkan dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse, kemudian disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm dan ditambahkan alkohol 70% sebanyak 500 μ L. Pelet yang didapatkan kemudian disentrifuse kembali dengan kecepatan 14.000 rpm selama 10 menit, lalu supernatan dibuang dan pelet ditambahkan 1000 μ L larutan buffer ekstraksi DNA 1. Pelet tersebut kemudian dihomogenkan menggunakan *rotamixer* dan dimasukkan ke dalam mortar dingin dan diinkubasi selama 1-2 hari di dalam lemari es. Selanjutnya pelet diambil dan dimasukkan kedalam mortar tersebut lalu ditumbuk selama 15 menit, selanjutnya dimasukkan ke dalam tube 1,5 mL

sebanyak 0,5 mL dan ditambahkan CTAB 2% sebanyak 400 μ L lalu di *waterbath* selama 1 jam dengan suhu 65 °C.

Ditambahkan PCI sebanyak 500 μ L pada pelet yang kemudian dihomogenkan menggunakan sentrifuse dengan kecepatan 14.000 rpm selama 10 menit, lalu diambil larutan bening 500 μ L dan dipindahkan ke tabung baru 1,5 mL.

Ditambahkan CI dengan perbandingan 1:1 dan disentrifuse dengan kecepatan 14.000 rpm selama 10 menit, kemudian diambil larutan bagian atas sebanyak 400 μ L yang dipindahkan ke tabung baru serta ditambahkan isopropanol 400 μ L (1:1) lalu dihomogenkan. Pelet tersebut diinkubasi terlebih dahulu pada suhu -20 °C selama 20 menit lalu disentrifuse dengan kecepatan 14.000 rpm selama 10 menit. Pelet yang dipisahkan dari supernatan ditambahkan alkohol 70% sebanyak 500 μ L dan disentrifuse selama 5 menit dengan kecepatan 14.000 rpm, kemudian dikeringanginkan selama 1-2 hari. Pelet tersebut ditambahkan 20 μ L larutan buffer TE.

DNA genom dielektroforesis dengan *agarose* yang digunakan sebesar 0,5 % yang ditambahkan 1 μ L *ethidium bromide* 9ETBr 10mg/mL. Proses elektroforesis dilakukan pada tegangan 55 V selama 60 menit. Marker DNA yang digunakan adalah marker 1 kb *Ladder* sebanyak 3 μ L, DNA setiap sumur diberikan 3 μ L yang dicampurkan *loading dye* sebanyak 1 μ L sebagai pemberat. Hasil yang telah didapatkan kemudian divisualisaikan dengan *Digi Doc-Imaging System Major Science*. Proses PCR digunakan untuk amplifikasi DNA fungi. Ekstraksi genom DNA fungi di amplifikasi menggunakan *primer universal*, yaitu ITS1 dan ITS4.

Isolat jamur yang telah di subkultur kemudian diidentifikasi sampai tingkat taksa Genus menggunakan metode bioinformatika (BLAST) secara online. Sikuen gen jamur yang telah didapat dari proses *sequencing* yang sebelumnya telah diterjemahkan terlebih dahulu menjadi kode nukleotida, kemudian sikuen nukleotida tersebut disejajarkan dan dibandingkan dengan data sikuen gen isolat jamur yang terdapat pada database Bank Gen NCBI (*National Center Biotechnonology Information*) secara online. Proses *alignment* dari sikuen

nukelotida gen isolat jamur menggunakan *tool multiple sikuense aligment* dari software Clustal X dan software MEGA untuk menganalisis filogenik jamur tersebut melalui pohon filogenik.

Berdasarkan analisis hasil penjajaran sekuen dengan software BLAST dalam situs NCBI menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma* sp. isolat Klinik Tanaman memiliki kesamaan sekuen yang tinggi hingga 99,81% dengan *T. asperellum*. Pohon filogenetik yang diperoleh menunjukkan bahwa *T. asperellum* memiliki kekerabatan yang paling dekat dengan isolat Klinik Tanaman. Kekerabatan terdekat dimiliki oleh *T. asperellum* G7 dengan nilai bootstrap 43 dan *T. asperellum* CBS 433.97 dengan nilai bootstrap 92.

3.5 Pengamatan

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi variabel penyakit bulai yang terdiri dari masa inkubasi, keterjadian penyakit, dan keparahan penyakit dan variabel pertumbuhan yang terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering tajuk dan akar.

3.5.1 Masa Inkubasi

Masa inkubasi merupakan waktu yang dibutuhkan suatu tanaman untuk menunjukkan gejala sakit. Pengamatan dilakukan sejak inokulasi penyakit bulai hingga muncul suatu gejala bulai.

3.5.2 Keterjadian Penyakit

Menurut Ginting (2013) keterjadian penyakit suatu tanaman dapat dihitung menggunakan rumus:

$$TP = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

TP = keterjadian penyakit (%)

n = jumlah unit yang menunjukkan gejala

N = jumlah unit yang diamati

3.5.3 Keparahan Penyakit

Menurut Ginting (2013) untuk mengukur keparahan penyakit suatu tanaman digunakan alat bantu berupa skor atau skala penyakit berdasarkan tingkat keparahan penyakit yang terjadi. Skala penyakit yang digunakan ialah skala yang terdiri dari 5 kategori seperti pada (Tabel 3 dan Gambar 2).

Tabel 3. Skor keparahan penyakit bulai pada tanaman jagung

SKOR	KETERANGAN
0	Tidak terdapat gejala
1	Gejala timbul sampai 10% luas daun
2	Gejala terjadi pada lebih 10% sampai 25% daun
3	Gejala terjadi pada lebih 25% sampai 50% daun
4	Gejala terjadi pada lebih 50% atau tanaman mati

Sumber: Ginting (2013).



Gambar 2. Skoring keparahan penyakit

Keparahan penyakit dihitung menggunakan rumus:

$$PP = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100 \%$$

Keterangan:

PP = keparahan penyakit (%)

n = jumlah daun dengan skor tertentu

N = jumlah daun yang diamati

V = skor atau skala tertinggi

3.5.4 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman jagung dihitung setiap minggu sekali pada tanaman berumur 7-35 HST. Tinggi tanaman diukur menggunakan pita ukur, yang diukur yaitu dari permukaan tanah hingga pucuk tanaman tertinggi.

3.5.5 Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung daun yang telah membuka sempurna setiap minggu sekali. Waktu pengamatan dilakukan pada tanaman berumur 7-35 HST.

3.5.6 Bobot Kering Tajuk Tanaman

Pengamatan bobot kering tajuk dilakukan dengan cara tanaman jagung diambil kemudian dibersihkan dari tanah. Bagian tajuk tanaman dipotong-potong, kemudian dimasukkan ke dalam amplop dan dioven pada suhu 80 °C selama 5 hari hingga bobot kering tajuk konstan.

3.5.7 Bobot Kering Akar Tanaman

Tanaman jagung dicabut secara hati-hati, akar dibersihkan dari tanah. Bagian akar dipotong kemudian dimasukkan ke dalam amplop untuk dioven pada suhu 80 °C selama 5 hari hingga bobot kering akar konstan.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis. Homogenitas data diuji menggunakan uji Barlett dan aditivitas data, diuji Tukey. Untuk data yang tidak homogen dan aditif, ditransformasi. Setelah homogen dan aditif, data dianalisis ragam. Untuk mengetahui perbedaan nilai tengah perlakuan dilakukan uji DMRT. Semua pengujian statistik menggunakan taraf nyata 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi *T. asperellum* dapat menurunkan keparahan penyakit bulai serta meningkatkan tinggi dan bobot kering akar tanaman.
2. Ekstrak tembelean, kirinyuh, dan bandotan dapat mengendalikan penyakit bulai serta meningkatkan tinggi dan bobot kering akar tanaman. Ekstrak tembelean dan bandotan lebih efektif daripada ekstrak kirinyuh.
3. Interaksi *T. asperellum* dengan ekstrak bandotan efektif mengendalikan penyakit bulai, namun tidak dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk meningkatkan dosis, metode dan waktu aplikasi *T. asperellum* dan ekstrak tembelean, kirinyuh serta bandotan untuk mengendalikan penyakit bulai dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, F. M. dan Widiyanti, F. 2018. Pengaruh fungisida berbahan aktif Metalaksil, Fenamidone, dan Dimetomorf terhadap konidia *Peronosclerospora* spp. isolat Klaten. *Jurnal Penelitian Saintek*. 23(1): 21-31.
- Alfandri, D., Prasetyo, J., dan Maryono, T. 2014. Pengaruh ekstrak kunyit, kencur, jahe, dan lengkuas terhadap penyakit bulai pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharate*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(2): 220-223.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NAD. 2009. *Budidaya Tanaman Jagung*. Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian. Aceh.
- Burhanuddin. 2009. Fungisida Metalaksil tidak efektif menekan penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) di Kalimantan Barat dan alternatif pengendaliannya. *Pros. SemNas. Serealia*. Hal 395-399.
- Cartika, I., Dani, U., dan Asminah, M. 2016. Pengaruh cendawan *Trichoderma* sp. dan pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi cabai merah keriting. *Jurnal Agrivet*. 4(1): 47-54.
- CIMMYT. 2012. Maize Doctor. <http://maizedoctor.org/downy-mildew-extended-information>. Diakses tanggal 07 Desember 2021.
- Darwis, H. S. 2010. Induksi ketahanan resistensi konidia *Trichoderma koningii* terhadap *Phytophthora nicotianae* pada beberapa varietas tembakau deli. *Jurnal Agrium*. 16(2): 46-56.
- Djauhariya, E. dan Hernani. 2004. *Gulma Berkhasiat Obat*. Seri Agrisehat. Jakarta. Hal. 74-75.
- Djunaedy, A. 2009. Biopestisida sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang ramah lingkungan. *Jurnal Embryo*. 6(1): 88-95.

- Edy, H. J., Purwanto, M. L. E. 2020. Aktivitas antimikroba dan potensi penyembuhan luka ekstrak tembelekan (*Lantana camara* Linn.). *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*. 3(1): 33-38.
- Ekawati, L. O. S. B. dan Gusnawaty, H. S. 2018. Keberadaan dan karakterisasi morfologi *Peronosclerospora* spp. di Sulawesi Tenggara. *Journal Berkala Penelitian Agronomi*. 6(2): 19-24.
- Febia, Y., Mukarlina, dan Rahmawati. 2020. Aktivitas antifungi ekstrak metanol daun bandotan (*Ageratum conyzoides*) terhadap *Phytophthora* sp. (Im5) secara *in-vitro*. *Jurnal Protobiont*. 9(2): 167-174.
- Fitria, E., Kesumawaty, E., Basyah, B., dan Asis. 2021. Peran *Trichoderma harzianum* sebagai penghasil zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan produktivitas varietas cabai (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agron. Indonesia*. 49(1): 45-52.
- Gholib, D. 2009. Daya hambat ekstrak kencur (*Kaempferia galanga* L.) terhadap *Trichophyton mentagrophytes* dan *Cryptococcus neoformans* jamur penyebab penyakit kulit dan penyakit paru. *Bullitro*. 20(1): 59-67.
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan Konsep dan Aplikasi*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung.
- Ginting, C. dan Prasetyo, J. 2016. *Jamur Patogen Tumbuhan*. Plantaxia. Yogyakarta.
- Giofanny, W., Prasetyo, J., dan Efri. 2014. Pengaruh beberapa ekstrak tanaman terhadap penyakit bulai pada jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(3): 441-446.
- Hardianti, A. R., Rahayu, Y. S., dan Asri, M. T. 2014. Efektivitas waktu pemberian *Trichoderma harzianum* dalam mengatasi serangan layu fusarium pada tanaman tomat varietas ratna. *LenteraBio*. 3(1): 21-25.
- Harman, G. E., Petzoldt, R., Comis, A., and Chen, J. 2004. Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Phytopathology*. 94(2): 147-153.
- Herlina, L. 2009. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai biofungisida pada tanaman tomat. *Biosaintifika*. 1(1): 62-69.

- Hikmah, A. U. Bilkis, F. G., Maelani, D. G., dan Triastinurmiatiningsih. 2018. Pemanfaatan ekstrak daun babandotan (*Ageratum conyzoides*) sebagai bioherbisida gulma rumput teki (*Cyperus rotundus*). *Ekologia*. 18(1): 25-30.
- Irfan, M. 2016. Uji pestisida nabati terhadap hama dan penyakit tanaman. *Jurnal Agroteknologi*. 6(2): 39-45.
- Iswari, P., Prasetyo, J., Nurdin, M., dan Dirmawati, S. R. 2021. Pengaruh *Trichoderma* spp. dalam beberapa jenis bahan organik terhadap penyakit bulai (*Peronosclerospora* spp.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 9(1): 25-34.
- Ivayani, Faishol, F., Sudiharta, N., dan Prasetyo, J. 2018. Efektivitas beberapa isolat *Trichoderma* sp. terhadap keterjadian penyakit bulai yang disebabkan oleh *Peronosclerospora maydis* dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 18(1): 39-45.
- Juliana, Umrah, dan Asrul. 2017. Pertumbuhan miselium *Trichoderma* sp. pada limbah cair tempe dan limbah air kelapa. *Jurnal Biocelebes*. 12(2): 52-59.
- Kementrian Pertanian. 2021. Produksi Jagung Menurut Provinsi, 2014-2018. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>. Diakses tanggal 07 Desember 2021.
- Lestari, N. A. 2019. Kajian potensi berbagai tanaman liar menjadi pestisida nabati. *Agriovet*. 1(2): 261-273.
- Lumowa, S. V. 2011. Efektivitas ekstrak babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap tingkat kematian larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Eugenia*. 12(3): 186-191.
- Matruti, A. E., Kalay, A. M., dan Uruilal, C. 2013. Serangan *Peronosclerospora* spp. pada tanaman jagung di Desa Rumahtiga, Kecamatan Teluk Ambon Baguala Kota Ambon. *Agrologia*. 2(2): 109-115.
- Masniati dan Panggeso, J. 2020. Efektivitas ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) untuk menekan pertumbuhan jamur *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada cabai secara *in-vitro*. *Jurnal Agrotekbis*. 8(5): 1110-1116.
- Mengkido, M., Lambui, O., dan Harso, W. 2019. Uji daya hambat ekstrak daun bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Biocelebes*. 13(2): 121-130.
- Muis, A., Suriani, Kalqutni, S. H., dan Nonci, N. 2018. *Penyakit Bulai pada Tanaman Jagung dan Upaya Pengendaliannya*. CV Budi Utama. Yogyakarta.

- Muljowati, J. S. dan Purnomowati. 2010. Pengaruh kombinasi jenis bahan pembawa dan lama masa simpan yang berbeda terhadap produksi pelet biofungisida *Trichoderma harzianum*. *Biosfera*. 27(1): 22-29.
- Novandini, A. N. 2007. Eksudat Akar sebagai Nutrisi *Trichoderma harzianum* DT38 serta Aplikasinya terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurmansyah. 2004. Pengaruh Penambahan Minyak Serai Wangi dan Limbah Kayu Manis terhadap Daya Anti Fungi Pestisida Nabati Sirih. *Prosiding Ekspose Teknologi Gambir Kayu Manis dan Atsiri*. Universitas Andalas, Padang. 27 September 2004.
- Oanh, K. L., Vichai, K., Chaibarong, R., and Sirikul, W. 2006. Influence of biotic and chemical plant inducers on resistance of chilli to anthracnose. *Kasetsart J. (Nat Sci)*. 40(1): 39-48.
- Panggabean, I.R. 2009. Pengaruh Tingkat Konsentrasi Ekstrak Gulma Siam (*Chromolaena odorata*) yang Diaplikasikan dengan Cara Semprot dan Oles dalam Menghambat Perkembangan Gejala Penyakit Busuk Buah Kakao di Lapang. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Pradhipta, H. N., Kurniasari, I., dan Romadi, U. 2019. Efektivitas *Plant Growth Promoting Rhizobacteria Pseudomonas Fluorescens* dalam pengendalian hayati penyakit bulai pada tanaman jagung. *Agrin*. 23(1): 45-53.
- Prasetyo, J., Ginting, C., Akin, H. M., Suharjo, R., Niswati, A., Afandi, A., Adiwijaya, R., Sudiono, dan Nurdin, M. 2021. The effect of biological agent and botanical fungicides on maize downy mildew. *Biodiversitas*. 22(4): 1652-1657.
- Purwantisari, S. dan Hastuti, 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.
- Purwanto, D.S., Nirwanto, H. dan Wijatiningsih, S. 2016. Model epidemi penyakit tanaman: hubungan faktor lingkungan terhadap laju infeksi dan pola sebaran penyakit bulai (*Peronosclerospora maydis*) pada tanaman jagung di Kabupaten Jombang. *Plumula*. 5(2): 138-152.
- Rizal, S., Novianti, D., dan Septiani, M. 2019. Pengaruh jamur *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Indobiosains*. 1(1): 14-21.

- Rustiani, U. S., Sinaga, M. S., Hidayat, S. H., dan Wiyono, S. 2015. Tiga spesies *Peronosclerospora* penyebab penyakit bulai jagung di Indonesia. *Berita Biologi*. 14(1): 29-37.
- Sari, V. I., Hafif, A., dan Soesatrijo, J. 2017. Ekstrak gulma kirinyuh (*Chromolaena odorata*) sebagai bioherbisida pra tumbuh untuk pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*. 9(1): 71-79.
- Sastrahidayat, I. R., Djauhari, S., Saleh, N., dan Hardaningsih, S. 2007. *Pemanfaatan Teknologi Pellet Mengandung Saproba Antagonis dan Endomikoriza (VAM) untuk Mengendalikan Penyakit Rebah Semai (Slerotium rolfsii) dan Meningkatkan produksi Kedelai*. Laporan Hasil Penelitian Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T). Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Sekarsari, R. A., Prasetyo, J., dan Maryono, T. 2013. Pengaruh beberapa fungisida nabati terhadap keterjadian penyakit bulai pada jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(1): 98-101.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Sipuhatar, R. 2015. Efek Komposisi Media Pembawa (*Carrier*) dan Pemberian Nutrisi terhadap Viabilitas *Trichoderma harzianum*. *Skripsi*. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Suanda, I. W. 2019. Karakterisasi morfologis *Trichoderma* sp. isolat Jb dan daya hambatnya terhadap jamur *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu dan jamur akar putih pada beberapa tanaman. *Widya Biologi*. 10(2): 99-112.
- Subekti, N. A., Syafruddin, Efendi, R., dan Sunarti, S. 2012. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. Hal 185-204.
- Syahputra, M. H., Anhar, A., dan Irdawati. 2017. Isolasi *Trichoderma* spp. dari beberapa rizosfer tanaman padi asal solok. *Jurnal Biosains*. 1(2): 97-105.
- Tampubolon, K., Sihombing, F. N., Purba, Z., Samosir, S. T. S., dan Karim, S. 2018. Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia. *Jurnal Kultivasi*. 17(3): 683-693.

- USDA. 2018. Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Zea mays* L. Classification. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service.
<https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=ZEMA>. Diakses tanggal 16 Desember 2021.
- Vinale, F., Sivasithamparan, K., Ghisalberti, E. L., Ruocco, M., Woo, S., and Lorito, M. 2012. *Trichoderma* secondary metabolites that affect plant metabolism. *Natural Product Communications*. 7(11): 1545-1550.
- Waluyo, M. B. 2015. Potensi Minyak Atsiri Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) terhadap Penekanan Pertumbuhan Penyebab Penyakit Lanas (*Phytophthora nicotianae* vBdH var. *parasitica*) pada Tanaman Tembakau. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Wasilah, F., Ammi, S., dan Yanti, H. 2004. Pengaruh Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* avar) terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* *Schlect* secara *In-vitro*. *Skripsi*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Watanabe, T. 2002. *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species*. Crc Press Llc. Florida.
- Wati, I. F., Efri, dan Maryono, T. 2014. Keefektifan ekstrak daun sirih dan daun babadotan mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(3): 436-440.
- Wijaya, R. A. 2018. Aplikasi Kombinasi *Trichoderma*, Mikoriza, dan Fungisida Nabati pada Tanah Steril untuk Mengendalikan Bulai pada Jagung. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Wulandari, S., Aeny, T. N., dan Efri. 2015. Pengaruh fraksi ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides*) terhadap pertumbuhan dan sporulasi *Colletotrichum capsici* secara *in vitro*. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(2): 226-230.
- Yanti, N., Samingan, dan Mudatsir. 2016. Uji aktivitas antifungi ekstrak etanol gal manjakani (*Quercus infectoria*) terhadap *Candida albicans*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*. 1(1): 1-9.
- Yenti, R., Afrianti, L., dan Afriani. 2011. Formulasi krim ekstrak etanol dau kirinyuh (*Eupatorium odoratum* L.) untuk penyembuhan luka. *Majalah Kesehatan Pharma Medika*. 3(1): 227-230.