

**UJI AKTIVITAS ANTIFUNGI EKSTRAK SEGAR DAN SIMPLISIA
BATANG DAN DAUN KITOLOD (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.)
TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR *Fusarium oxysporum*
SECARA *in vitro***

Oleh

Dwi Ajeng Febiola

NPM 1717021008



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

UJI AKTIVITAS ANTIFUNGI EKSTRAK SEGAR DAN SIMPLISIA BATANG DAN DAUN KITOLOD (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.) TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR *Fusarium oxysporum* SECARA *in vitro*

Oleh

DWI AJENG FEBIOLA

Fusarium oxysporum merupakan fungi patogen penyebab penyakit layu *Fusarium* pada berbagai jenis tanaman, antara lain: cabai, tomat, pisang, dan kentang. Tumbuhan kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.) diketahui memiliki kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, polifenol, tanin, dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut memiliki beberapa aktivitas antimikroba salah satunya adalah antifungi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antifungi ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 taraf perlakuan dan 8 kali ulangan. Metode uji antimikroba yang digunakan adalah metode difusi cakram Kirby-Bauer dengan parameter diameter zona bening di sekitar kertas cakram sebagai indikator aktivitas antifungi ekstrak. Data yang diperoleh dianalisis varians (ANOVA) satu arah dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Perlakuan ekstrak yang paling optimal dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* adalah ekstrak segar daun kitolod dengan rata-rata diameter zona bening sebesar 18,37 mm yang tidak berbeda nyata dengan kontrol positif dithane M-45.

Kata kunci: *Fusarium oxysporum*, kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.), zona bening.

ABSTRACT

ANTIFUNGAL ACTIVITY TEST OF FRESH AND DRIED EXTRACTS OF KITOLOD (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.) LEAVES AND STEMS ON THE GROWTH OF *Fusarium oxysporum in vitro*

By

DWI AJENG FEBIOLA

Fusarium oxysporum is a pathogenic fungus that causes *Fusarium* wilt disease on various types of plants, including: chilies, tomatoes, bananas, and potatoes. Kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.) is known to contain alkaloids, flavonoids, polyphenols, tannins, and saponins. These compounds have several antimicrobial activities, one of which is antifungal. The purpose of this study was to determine the antifungal activity of fresh and dried extracts of kitolod stems and leaves in inhibiting the growth of the fungus *Fusarium oxysporum*. This research was conducted using a completely randomized design with 4 levels of treatment and 8 replications. The antimicrobial test method used was the Kirby-Bauer disc diffusion method with the parameters of the diameter of the clear zone around the paper discs as an indicator of the antifungal activity of the extract. The data obtained were analyzed for one-way variance (ANOVA) and continued with Duncan's test. The results showed that the fresh and dried extract of kitolod stems and leaves could inhibit the growth of the fungus *Fusarium oxysporum*. The most optimal extract treatment in inhibiting the growth of *Fusarium oxysporum* was a fresh extract of kitolod leaves with an average clear zone diameter of 18.37 mm which was not significantly different from the positive control of dithane M-45.

Keyword: *Fusarium oxysporum*, kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.), antifungal.

**UJI AKTIVITAS ANTIFUNGI EKSTRAK SEGAR DAN SIMPLISIA
BATANG DAN DAUN KITOLOD (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.)
TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR *Fusarium oxysporum*
SECARA *IN VITRO***

Oleh

DWI AJENG FEBIOLA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **UJI AKTIVITAS ANTIFUNGI EKSTRAK
SEGAR DAN SIMPLISIA BATANG DAN
DAUN KITOLOD (*Laurentia longiflora* (L.)
Peterm.) TERHADAP PERTUMBUHAN
JAMUR *Fusarium oxysporum* SECARA
IN VITRO**

Nama Mahasiswa : **Dwi Ajeng Febiola**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1717021008

Jurusan / Program Studi : Biologi / S1 Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

A blue ink signature of Rochmah Agustrina, Ph.D.

Rochmah Agustrina, Ph.D.
NIP 19610803 198903 2 002

Pembimbing II

A blue ink signature of Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si.

Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si.
NIP 19880422 201504 2 001

2. Ketua Jurusan Biologi

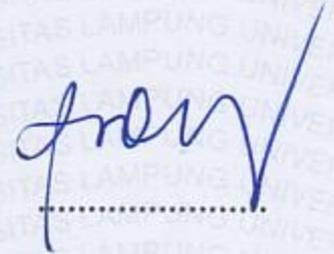
A blue ink signature of Drs. M. Kanedi, M.Si.

Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP 19610112 199103 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

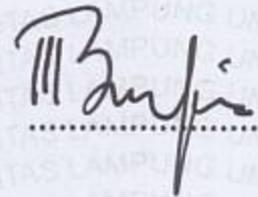
Ketua : **Rochmah Agustrina, Ph.D.**



Sekretaris : **Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si.**



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



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng Sripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP 19740705 200003 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **01 Desember 2021**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Ajeng Febiola
NPM : 1717021008
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul

**“UJI AKTIVITAS ANTIFUNGI EKSTRAK SEGAR DAN SIMPLISIA
BATANG DAN DAUN KITOLOD (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.)
TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR *Fusarium oxysporum* SECARA
IN VITRO”**

Yang merupakan bagian dari penelitian Ibu Rochmah Agustina Ph.D. dan Ibu Dra. Nismah Nukmal, M.Sc., Ph.D. Baik data penelitian, gagasan serta pemaparannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika yang berlaku, serta bukan merupakan hasil duplikasi atau jiplakan dari karya ilmiah yang pernah ditulis oleh orang lain kecuali sebagai acuan yang dicantumkan dalam daftar pustaka.

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

Bandar Lampung, 01 Desember 2021



Menyatakan,

(Dwi Ajeng Febiola)

NPM. 1717021008

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Dwi Ajeng Febiola lahir di Talang Padang, 18 September 1998. Penulis adalah anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Paryono dan Ibu Rosmala Dewi.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 1 Way Halim Permai Bandar Lampung pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 12 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 5 Bandar Lampung lulus pada tahun 2017.

Tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung dan mengambil Program Studi S1 Biologi. Selma menjadi mahasiswa Jurusan Biologi, penulis pernah menjadi asisten praktikum Taksonomi Hewan dan Embriologi Tumbuhan. Penulis juga pernah menjadi anggota di Organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila pada Biro Dana dan Usaha pada tahun 2018, kemudian menjadi anggota Biro Kesekretariatan dan Logistik pada tahun 2019. Pada tahun 2020, penulis melaksanakan praktik kerja lapangan (PKL) di Balai Kebun Raya Baturraden Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah dengan judul “Keanekaragaman Koleksi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kebun Raya Baturraden Kabupaten Banyumas Jawa Tengah”. Pada tahun 2020 di masa pandemi COVID-19 penulis juga melaksanakan kuliah kerja nyata (KKN) di Kelurahan Kedaton Kota Banda Lampung selama 40 hari.

PERSEMBAHAN

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

Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Paryono, Ibu Rosmala Dewi, dan Kakak Ika Puspita Sari, serta keluarga besar. Terima kasih atas doa, kasih sayang, nasihat, serta dukungan yang selalu diberikan demi tercapainya cita-cita dan kelancaran studiku.

Para dosen dan guru yang telah berjasa memberikan ilmu, bimbingan, dan motivasi yang sangat berharga melalui ketulusan dan kesabaranmu.

Teman-temanku, untuk dukungan dan perjuangan kita bersama

Almamater tercinta Universitas Lampung.

MOTTO

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan"

(Q.S. Al-Insyirah ayat 5 – 6)

"Hidup itu bukan soal menemukan diri Anda sendiri, hidup itu membuat diri Anda sendiri"

(George Bernard Shaw)

"Kehidupan adalah 10% apa yang terjadi pada Anda dan 90% adalah bagaimana Anda meresponnya"

(Lou Holtz)

"Rahasia untuk maju adalah memulai"

(Agatha Christie)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT serta segala rahmat dan hidayah-NYA yang tercurah, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“UJI AKTIVITAS ANTIFUNGI EKSTRAK SEGAR DAN SIMPLISIA BATANG DN DAUN KITOLOD (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.)”**. Penulis menyadari bahwa dalam proses pembuatan skripsi ini masih terdapat banyak kendala dan kekurangan. Namun dengan bantuan dari Allah SWT serta berbagai pihak yang terlibat, kendala-kendala yang dihadapi dapat teratasi dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku Dekan FMIPA Unila.
3. Bapak M. Kanedi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila.
4. Ibu Kusuma Handayani, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi FMIPA Unila.
5. Ibu Rochmah Agustrina, Ph.D., selaku dosen pembimbing utama dan selaku Sekretaris Jurusan Biologi FMIPA Unila yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis dalam proses pembuatan skripsi ini.
6. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si., selaku pembimbing kedua yang dengan sabar membimbing dan memberikan banyak pengarahan serta kritik dan saran selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Sc., selaku penguji utama yang dengan sabar membantu, memberikan arahan, motivasi, dan doa selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

8. Seluruh dosen dan karyawan FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, doa, dan motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
9. Keluargaku tercinta, Mama Rosmala Dewi, Ayah Paryono, kakakku tersayang Ika Puspita Sari yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan baik materil maupun nonmateril.
10. Teruntuk Anggun Legi Pratiwi, Mauli Maro Hidayat, Kristin Natalia br Surbakti, Indah Stellawati, Ria Novita Sari, Erika Clarissa Simamora, Fadlina Athfin, Suciani Miftahul Janah dan Niken Ayu Andira. Terima kasih atas semua dukungan, bantuan, semngat, kebersamaan, dan rasa kekeluargaan yang telah kalian berikan kepada penulis selama ini.
11. Teruntuk teman-temanku (Oktaviani, Ayu Anggraini) yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.
12. Teman-teman seperjuangan angkatan 2017 Jurusan Biologi FMIPA Unila. Terima kasih atas kekeluargaan ini, dan selalu memberikan dukungan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Serta semua pihak yang telah membantu, mempermudah, mendoakan, dan selalu memberikan semangat kepada penulis.

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

Bandar Lampung, 16 Desember 2021

Dwi Ajeng Febiola

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Manfaat Penelitian	4
1.4. Kerangka Pemikiran	4
1.5. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Kitolod (<i>Laurentia longiflora</i> (L.) Peterm.)	7
2.1.1. Taksonomi dan Morfologi Kitolod	8
2.1.2. Senyawa Aktif Kitolod	10
2.2. <i>Fusarium oxysporum</i>	15
2.2.1. Taksonomi dan Morfologi Jamur <i>F. oxysporum</i>	16
2.2.2. Penyakit Layu <i>Fusarium</i>	17
2.2.3. Pengendalian Penyakit Layu <i>Fusarium</i>	18
III. METODE PENELITIAN	20
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Rancangan Percobaan	21
3.4. Metode Kerja	21
1. Preparasi Sampel	21
2. Pembuatan Ekstrak Segar Batang dan Daun Kitolod	21
3. Pembuatan Ekstrak Simplisia Batang dan Daun Kitolod	22
4. Preparasi Larutan Kontrol	22
5. Skrining Fitokimia	22
a. Uji Alkaloid	22
b. Uji Flavonoid	23
c. Uji Polifenol	23

d. Uji Tanin	23
e. Uji Saponin	24
6. Uji Aktivitas Antifungi	24
a. Sterilisasi	24
b. Pembuatan Media PDA	24
c. Peremajaan Biakan Murni <i>Fusarium oxysporum</i>	24
d. Penentuan Aktivitas Antifungi	25
e. Pembuatan larutan uji	25
f. Penanaman Kertas Cakram	25
g. Pengukuran Zona Hambat	25
3.5. Analisis Data	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Hasil	27
4.2. Pembahasan	32
V. SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Simpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan alkaloid, flavonoid, polifenol, tanin, dan saponin pada ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod yang diekstrak menggunakan pelarut etanol 96%.....	27
Tabel 2. Daya hambat akuades steril (kontrol negatif) terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	30
Tabel 3. Daya hambat etanol 96% (kontrol negatif) terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	45
Tabel 4. Daya hambat fungisida dithane M45 (kontrol positif) terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	46
Tabel 5. Daya hambat ekstrak segar batang kitolod terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	47
Tabel 6. Daya hambat ekstrak segar daun kitolod terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	48
Tabel 7. Daya hambat ekstrak simplisia batang kitolod terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	49
Tabel 8. Daya hambat ekstrak simplisia daun kitolod terhadap pertumbuhan jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	50
Tabel 9. Rincian diameter zona hambat pada perlakuan kontrol (+).....	51
Tabel 10. Rincian diameter zona hambat pada perlakuan ekstrak segar batang kitolod.....	51
Tabel 11. Rincian diameter zona hambat pada perlakuan ekstrak segar daun kitolod.....	52

Tabel 12. Rincian diameter zona hambat pada perlakuan ekstrak simplisia batang kitolod.....	52
Tabel 13. Rincian diameter zona hambat pada perlakuan ekstrak simplisia daun kitolod.....	53
Tabel 14. Uji normalitas Kolmogrov Smirnov.....	53
Tabel 15. Uji One way ANOVA.....	54
Tabel 16. Uji ANOVA dengan uji lanjut Duncan / DMRT	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tumbuhan kitolod	7
Gambar 2. Akar kitolod	8
Gambar 3. Batang dan buah kitolod	9
Gambar 4. Daun dan bunga kitolod	9
Gambar 5. Bunga kitolod	10
Gambar 6. Buah kitolod	10
Gambar 7. Struktur alkaloid	11
Gambar 8. Struktur flavonoid	12
Gambar 9. Struktur polifenol	13
Gambar 10. Struktur tanin	14
Gambar 11. Struktur saponin	14
Gambar 12. <i>Fusarium oxysporum</i>	15
Gambar 13. <i>Fusarium oxysporum</i> makroskopis dan mikroskopis	16
Gambar 14. Tumbuhan yang terserang layu <i>Fusarium</i>	17
Gambar 15. Kitolod yang tumbuh liar di Kecamatan Labuhan Ratu.....	55
Gambar 16. Kitolod yang tumbuh liar di Kecamatan Kedaton.....	55
Gambar 17. Kitolod yang tumbuh liar di Kecamatan Way Halim.....	55
Gambar 18. Daun kitolod segar	56
Gambar 19. Batang kitolod segar.....	56
Gambar 20. Batang kitolod yang telah dirajang	56
Gambar 21. Daun kitolod yang telah dirajang.....	56
Gambar 22. Daun dan batang kitolod kering	56
Gambar 23. Simplisia batang dan daun kitolod	56
Gambar 24. Ekstrak segar batang dan daun kitolod	57
Gambar 25. Filtrat segar kitolod	57

Gambar 26. Penyaringan ekstrak segar	57
Gambar 27. Proses maserasi	57
Gambar 28. Proses maserasi	57
Gambar 29. Proses evaporasi	57
Gambar 30. Ekstrak simplisia daun kitolod	58
Gambar 31. Ekstrak simplisia batang kitolod	58
Gambar 32. Skrining fitokimia	58
Gambar 33. Uji alkaloid pada ekstrak segar batang kitolod	59
Gambar 34. Uji flavonoid pada ekstrak segar batang kitolod	59
Gambar 35. Uji polifenol pada ekstrak segar batang kitolod	59
Gambar 36. Uji tanin pada ekstrak segar batang kitolod	59
Gambar 37. Uji saponin pada ekstrak segar batang kitolod	59
Gambar 38. Uji alkaloid pada ekstrak segar daun kitolod	60
Gambar 39. Uji flavonoid pada ekstrak segar daun kitolod	60
Gambar 40. Uji polifenol pada ekstrak segar daun kitolod	60
Gambar 41. Uji tanin pada ekstrak segar daun kitolod	60
Gambar 42. Uji saponin pada ekstrak segar daun kitolod	60
Gambar 43. Uji alkaloid pada ekstrak simplisia batang kitolod	61
Gambar 44. Uji flavonoid pada ekstrak simplisia batang kitolod	61
Gambar 45. Uji polifenol pada ekstrak simplisia batang kitolod	61
Gambar 46. Uji tanin pada ekstrak simplisia batang kitolod	61
Gambar 47. Uji saponin pada ekstrak simplisia batang kitolod	61
Gambar 48. Uji alkaloid pada ekstrak simplisia daun kitolod	62
Gambar 49. Uji flavonoid pada ekstrak simplisia daun kitolod	62
Gambar 50. Uji polifenol pada ekstrak simplisia daun kitolod	62
Gambar 51. Uji tanin pada ekstrak simplisia daun kitolod	62
Gambar 52. Uji saponin pada ekstrak simplisia daun kitolod	62
Gambar 53. Larutan uji kontrol negatif dengan etanol 96%	63
Gambar 54. Larutan uji kontrol positif dengan dithane-M45	63
Gambar 55. Larutan uji perlakuan ekstrak segar batang kitolod	63
Gambar 56. Larutan uji perlakuan ekstrak segar daun kitolod	63
Gambar 57. Larutan uji perlakuan ekstrak simplisia daun kitolod	63

Gambar 58. Larutan uji perlakuan ekstrak simplisia daun kitolod	63
Gambar 59. Pembuatan media PDA	64
Gambar 60. Uji antifungi	64
Gambar 61. Isolat murni <i>Fusarium oxysporum</i>	64

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Usaha pertanian sejak revolusi industri tidak dapat terlepas dari organisme pengganggu yang sangat tidak diharapkan. Di antara berbagai spesies organisme pengganggu tanaman (OPT), jamur merupakan salah satu patogen tanaman yang utama. Salah satu jamur patogen yang umum menyerang tanaman budidaya adalah jamur *Fusarium oxysporum*. Penggunaan fungisida kimia dalam budidaya tanaman untuk mengatasi fungi pengganggu tersebut telah mempengaruhi dan mengubah keseimbangan ekosistem yang pada akhirnya membuat ketahanan agrosistem dalam mendukung produksi tanaman menjadi goyah. Serangan jamur *Fusarium oxysporum* berdampak bukan hanya menurunkan kuantitas dan kualitas panen tetapi juga seringkali berimbas pada gangguan sistem ketahanan pangan. Jamur *Fusarium oxysporum* dapat menyerang tanaman sejak fase perkecambahan benih hingga penanaman, bahkan sampai penyimpanan hasil panen di dalam gudang (Sutarman, 2017).

Fusarium oxysporum merupakan salah satu fungi pengganggu tanaman yang dapat menginfeksi dan menyebabkan penyakit layu *Fusarium*. Tanaman yang rentan terserang layu *Fusarium* antara lain tanaman cabai, pisang, kubis, semangka, tomat, rimpang jahe, tulip, dan kapas. Kondisi lingkungan yang mendukung seperti lahan yang selalu lembab menyebabkan jamur *Fusarium oxysporum* berkembang dengan baik dan tanaman terserang penyakit layu *Fusarium* (Sopialena, 2015). Gejala serangan penyakit tersebut antara lain

daun menguning, sebagian atau seluruh tanaman layu, dan batang bagian bawah berubah warna menjadi coklat kehitaman ataupun coklat kekuningan (Ngittu dkk., 2014). Daun yang terserang layu *Fusarium* mengalami kelayuan mulai dari ujung daun yang menguning kemudian terus menjalar ke atas ranting muda. Bila infeksi terus berkembang tanaman menjadi layu. Jaringan akar dan batang berubah warna menjadi coklat. Tempat luka infeksi tertutupi oleh hifa putih seperti kapas. Bila serangan terjadi pada saat pertumbuhan tanaman sudah maksimum, tanaman masih dapat menghasilkan buah. Namun bila serangan sudah sampai pada batang, maka buah yang dihasilkan kecil kemudian akan gugur (Joshi *et al.*, 2013).

Serangan jamur *Fusarium oxysporum* menyebabkan penurunan produksi komoditas pertanian sehingga mengakibatkan kerugian bagi petani. Upaya pengendalian yang biasa dilakukan petani untuk mengendalikan serangan layu *Fusarium* yaitu dengan membongkar dan membakar tanaman yang sakit serta menggunakan fungisida sintesis (Nugraheni, 2010). Pengendalian patogen di dalam tanah secara kimia terbukti kurang efektif. Penggunaan fungisida yang berlebihan dapat menyebabkan efek samping terutama pada gangguan kesehatan manusia, pencemaran lingkungan, dan perkembangan jamur patogen yang resisten terhadap fungisida (Prapagdee *et al.*, 2008). Selain itu bahan kimia sintetik dapat membunuh organisme bukan sasaran yang berguna (Untung, 1996). Pengendalian layu *Fusarium* dengan agen hayati dapat menghindari efek samping yang tidak diinginkan akibat penggunaan fungisida sintetik (Sigeo, 1993). Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan upaya untuk menemukan agen hayati yang bisa digunakan sebagai pengendali penyakit layu *Fusarium* yang ramah lingkungan yaitu fungisida nabati. Fungisida nabati banyak diperoleh dari tanaman yang mengandung senyawa bioaktif yang mampu menghambat pertumbuhan jamur.

Kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.) merupakan salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai fungisida nabati karena terbukti memiliki

kandungan senyawa bioaktif yang bersifat antifungi. Senyawa aktif yang terkandung dalam kitolod yaitu alkaloid, flavonoid, polifenol, tanin, dan saponin (Komala dkk., 2012). Selain bersifat antifungi aktivitas senyawa-senyawa tersebut memiliki beberapa efek farmakologi lain diantaranya: antiinflamasi, antioksidan, antikanker, antidiabetes, antibakteri, antimalaria, antitumor, antimikroba, antiinsektisida, dan antiseptik (Ebadi, 2002).

Metabolit sekunder pada tumbuhan merupakan senyawa yang tidak selalu terlibat secara langsung dalam proses pertumbuhan, perkembangan, atau reproduksi tumbuhan. Senyawa metabolit sekunder hanya diproduksi dalam jumlah sedikit, tidak terus-menerus, dan tidak terlalu penting seperti metabolit primer dalam kelangsungan hidup tanaman. Beberapa senyawa metabolit sekunder berperan sebagai atraktan dan sistem pertahanan tanaman. Sebagian besar senyawa metabolit sekunder juga bersifat racun bagi hewan (Yustinus *et al.*, 2018).

Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa kandungan senyawa aktif dalam ekstrak kitolod dapat menghambat pertumbuhan fungi *Candida albicans* yang menyebabkan penyakit karies gigi, *Fusarium solani* yang menyebabkan penyakit busuk batang pada tanaman buah naga (*Hylocereus* sp.), *Aspergillus flavus* yang menyebabkan infeksi aspergilosis, *Cephalosporium* yang menyebabkan penyakit garis sefalosporium pada tanaman serealia (Ebadi, 2002). Dengan demikian, diduga kitolod pun berpotensi sebagai agen hayati yang bisa digunakan sebagai pengendali jamur patogen penyebab penyakit layu *Fusarium* pada tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antifungi ekstrak batang dan daun kitolod terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jenis ekstrak yang paling tepat digunakan untuk menghambat pertumbuhan fungi *Fusarium oxysporum*.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. mengetahui aktivitas antifungi kandungan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.
2. mengetahui jenis ekstrak yang paling optimal dalam menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum*.

1.3. Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai aktivitas antifungi ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod terhadap pertumbuhan fungsi *Fusarium oxysporum*. Informasi di atas diharapkan dapat menjadi bahan referensi untuk studi penelitian berikutnya tentang aktivitas antifungi ekstrak kitolod terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.

1.4. Kerangka Pemikiran

Produksi tanaman pangan di Indonesia sampai saat ini belum dapat memenuhi kebutuhan pangan nasional sehingga pemerintah harus mengimpor mencapai lebih dari 20 juta ton per tahun. Tanaman hasil produksi pertanian tersebut diantaranya: cabai, jagung, pisang, bawang, kentang, tomat, padi, empon-empon dan sebagainya. Banyak faktor yang perlu diperhatikan dalam mengusahakan tanaman agar mendapatkan hasil yang optimum dan mutu yang baik, diantaranya adalah pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) penyebab rendahnya hasil pertanian yang dapat menyerang sejak tanaman di persemaian sampai hasil panennya. Salah satu penyakit tanaman yang menyebabkan rendahnya hasil pertanian adalah penyakit layu *Fusarium* yang menyebabkan kerugian dan gagal panen hingga 50 %. Variasi spesies patogen *Fusarium* cukup tinggi, yaitu sekitar 100 jenis, dan mampu menyebabkan kerusakan secara luas dalam waktu singkat dengan intensitas serangan mencapai 35%. Jamur *Fusarium oxysporum* adalah salah satu jenis patogen tular tanah yang mematikan. Umumnya petani masih mengendalikan

penyakit yang disebabkan oleh fungi patogen menggunakan fungisida kimia yang menimbulkan berbagai dampak negatif. Dilaporkan bahwa penggunaan fungisida kimia berlebih selain tidak efisien juga dapat menimbulkan berbagai masalah serius seperti akumulasi residu pestisida, patogen menjadi resisten, epidemi penyakit, serta terbunuhnya musuh alami dan pencemaran lingkungan. Dengan demikian perlu dicari cara pengendalian alternatif antara lain dengan memanfaatkan fungisida nabati.

Pemanfaatan fungisida nabati di Indonesia memiliki prospek yang menjanjikan, karena tanaman sumber fungisida nabati sangat tersedia, melimpah di alam, proses pembuatannya tidak memerlukan teknologi tinggi, cukup dengan pengetahuan dan kemampuan yang ada. Fungisida nabati mengandung bahan aktif sebagai fungisida yang mudah terurai (*biodegradable*) sehingga relatif aman bagi lingkungan.

Salah satu bahan nabati yang zat aktifnya berpotensi sebagai antifungi adalah tanaman kitolod. Batang dan daun kitolod diketahui mampu menghambat pertumbuhan mikroba sangat luas, mencakup: virus, bakteri, protozoa, dan jamur. Kandungan zat antifungi kitolod yang berpotensi sebagai fungisida nabati yaitu: alkaloid, flavonoid, tanin, polifenol, dan saponin. Sebagai antifungi, senyawa alkaloid dapat merusak membran sel yang menyebabkan kebocoran membran sel sehingga mengakibatkan kerusakan dan kematian sel jamur. Senyawa flavonoid berperan dalam menghambat proliferasi sel fungi. Senyawa saponin, tanin, dan polifenol dapat mempengaruhi permeabilitas membran sehingga proses pengangkutan dan biosintesis dinding sel jamur terganggu. Akibatnya pertumbuhan sel jamur terhambat atau sel mengalami kematian.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dikaji efektifitas antifungi batang dan daun kitolod terhadap patogen tanaman dengan beberapa alasan. Pertama, kandungan senyawa aktif tersebut di atas pada kitolod berpotensi sebagai antifungi sehingga dapat dijadikan bahan fungisida nabati yang lebih aman

dan murah. Kedua, penelitian uji antifungi ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* belum pernah dilakukan sehingga belum ditemukan publikasinya.

Ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod diharapkan mampu menjadi bahan fungisida nabati yang relatif aman bagi lingkungan. Selain itu juga diharapkan mampu mengurangi berbagai masalah serius seperti akumulasi residu fungisida, patogen menjadi resisten, epidemi penyakit, dan terbunuhnya musuh alami.

1.5. Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.)

Kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.) merupakan tumbuhan yang berasal dari benua Amerika khususnya wilayah Amerika Serikat dan Amerika Selatan. Kitolod telah menyebar luas ke seluruh negara-negara di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Beberapa nama asing kitolod diantaranya *star of Bethlehem*, *madam fate*, dan *star flower* (Romadhona, 2018). Di Indonesia sendiri, banyak orang menyebut nama tanaman ini dengan sebutan yang berbeda tergantung wilayahnya. Misalnya masyarakat Sunda menyebutnya daun tolod, sedangkan masyarakat Jawa lebih mengenalnya dengan sebutan kendali atau sangkobak. Kitolod tumbuh liar di pinggir saluran air, tepi sungai, pematang sawah, sekitar pagar, dan tempat-tempat lembab dan terbuka lainnya. Kitolod dapat ditemukan di dataran rendah sampai daerah dengan ketinggian 1100 m dpl. Tinggi kitolod dapat mencapai 60 cm, bercabang mulai dari pangkalnya, bergetah putih yang rasanya tajam dan mengandung racun (Tjitrosoepomo, 2007). Tumbuhan kitolod dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tumbuhan kitolod (Agrotek, 2020).

2.1.1. Taksonomi dan Morfologi Kitolod

Tjitrosoepomo (2007) menyatakan bahwa kitolod masuk ke dalam suku Campanulaceae yang terdiri dari 60 – 70 genus dan sekitar 2000 spesies. Tanaman yang tergolong suku Campanulaceae umumnya dapat memproduksi getah yang menyerupai air susu. Kedudukan taksonomi tanaman kitolod menurut Tjitrosoepomo (2007) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Division	: Spermatophyta
Class	: Dicotyledoneae
Ordo	: Asterales
Family	: Campanulaceae
Genus	: <i>Laurentia</i>
Species	: <i>Laurentia longiflora</i> (L.) Peterm. <i>Hippobroma longiflora</i> (L.) G. Presl. <i>Isotoma longiflora</i> (L.) C. Presl.

Tanaman kitolod memiliki sistem perakaran tunggang. Akar bercabang-cabang dan sangat mudah dicabut. Akar kitolod berwarna putih pucat dan panjang. Akar kitolod mampu menembus bebatuan maupun celah-celah dinding serta mampu menopang tubuhnya dengan kokoh (Fazil *et al.*, 2017). Akar kitolod dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Akar kitolod (Agrotek, 2020).

Batang kitolod (Gambar 3) dapat tumbuh tegak dan tingginya dapat mencapai 50 – 60 cm. Percabangan batang dimulai dari bagian pangkal batang. Batang tanaman ini dapat memproduksi getah berwarna putih susu yang rasanya sangat tajam dan dipercaya bersifat racun. Batang kitolod berbentuk silindris memiliki sedikit ruas pada batang muda, berwarna hijau

dan berkayu. Diameter batang berukuran kurang lebih 1 cm. Batang kitolod biasanya akan menciut dari bawah ke atas (Fazil *et al.*, 2017).



Gambar 3. Batang dan buah kitolod (Steermit, 2020).

Daun kitolod (Gambar 4) berbentuk jorong dan berwarna hijau. Helaian daunnya tunggal dengan permukaan bertekstur sedikit kasar karena mempunyai semacam bulu halus di sekitarnya. Ujung daun sedikit runcing dan bagian pangkalnya sedikit menyempit. Sisi tepi daun tidak rata dan sedikit bergerigi. Panjang daun mencapai 5 – 17 cm dan lebar mencapai 2 – 3 cm (Agrotek, 2020).



Gambar 4. Daun dan bunga kitolod (Klinik Mata Nusantara, 2019).

Bunga kitolod (Gambar 5) sangat mencolok dengan warna putihnya khususnya pada bagian mahkota. Tangkai bunganya panjang sehingga dijuluki *longiflora*. Bentuk bunganya seperti bintang mirip dengan bunga melati gambir yaitu melati yang digunakan sebagai bahan campuran teh. Bunga tanaman kitolod berdiri dengan tegak, termasuk bunga tunggal, dan biasanya tumbuh di sekitar ketiak daun. Bentuk bunganya yang mirip dengan bintang membuat bunga ini juga dikenal dengan nama bunga bintang (Agrotek, 2020).



Gambar 5. Bunga kitolod (Loper Online, 2017).

Buah kitolod (Gambar 6) berbentuk kotak menyerupai lonceng, merekah menjadi dua ruang, dan merunduk. Memiliki biji yang sangat banyak. Biji yang sudah berumur tua dan kering dapat dijadikan sebagai benih. Biji berbentuk bulat seperti telur, warnanya putih, dan berukuran kecil (Agrotek, 2020).



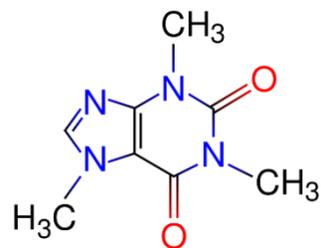
Gambar 6. Buah kitolod (Agrotek, 2020)

2.1.2. Senyawa Aktif Kitolod

Kitolod sangat kaya akan kandungan senyawa kimia. Kandungan senyawa kimia aktif yang sudah dikenal antara lain senyawa alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, dan polifenol. Getah tanaman mengandung racun, tetapi memiliki efek antifungi, antiradang, antineoplastik, analgesik atau penghilang rasa nyeri, dan hemostatik atau menghentikan perdarahan (Ali, 2003). Berikut adalah penjelasan tentang kandungan senyawa di dalam tanaman kitolod, yaitu :

2.1.2.1. Senyawa Alkaloid

Alkaloid dapat ditemukan pada hampir 20% spesies tumbuhan berpembuluh (Croteau *et al.*, 2015). Alkaloid pada dasarnya merupakan senyawa yang bersifat basa dengan keberadaan atom nitrogen dalam strukturnya (Gambar 7). Asam amino berperan sebagai senyawa pembangun dalam biosintesis alkaloid. Campuran alkaloid dengan suatu asam akan membentuk garam kristalin tanpa membentuk air. Kebanyakan alkaloid memiliki rasa pahit, sedikit larut dalam air, dan dapat larut dalam pelarut organik non polar seperti dietil eter, kloroform, dan lain-lain. Secara wujud, kebanyakan alkaloid berbentuk padatan kristal dan sedikit diantaranya merupakan padatan amorf (Julianto, 2019).

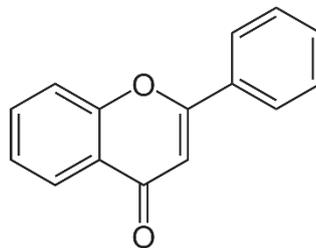


Gambar 7. Struktur alkaloid (Tok, 2021).

Sebagai senyawa yang bersifat alkalin, pH alkaloid sekitar 7,2 bila berada dalam sitosol dan pH 5 – 6 bila berada dalam vakuola. Sebagian besar alkaloid dipercaya berfungsi sebagai pertahanan tanaman terhadap herbivor, khususnya mamalia, karena toksisitasnya dan kemampuan pencegahannya (Yustinus *et al.*, 2018). Senyawa alkaloid yang terdapat pada tanaman kitolod dapat menyembuhkan berbagai penyakit baik pada manusia maupun tumbuhan seperti: penyakit busuk batang dan garis sefalosporium pada tumbuhan; miopi, hipermetropi, katarak, tumor mata, hingga kebutaan pada manusia. Manfaat kitolod belum banyak dibuktikan secara uji klinis namun telah terbukti secara empiris (Romadhona, 2018).

2.1.2.2. Flavonoid

Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenolik terbesar di alam. Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon yang membentuk susunan C6-C3-C6 (Gambar 8). Lebih dari 2000 flavonoid yang berasal dari tumbuhan telah diidentifikasi, diantaranya: antosianin, flavonol, dan flavon. Flavonoid sebagian besar tersimpan di dalam vakuola sel tumbuhan walaupun tempat sintesisnya ada di luar vakuola (Yustinus *et al.*, 2018).



Gambar 8. Struktur flavonoid (Julianto, 2019).

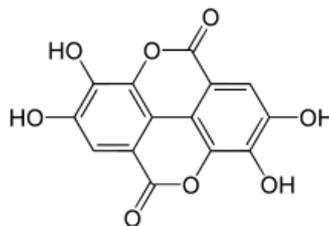
Senyawa flavonoid biasanya dikaitkan dengan respon pertahanan pada tumbuhan. Meskipun demikian senyawa flavonoid juga berperan penting dalam proses-proses lain, misalnya atraktan zat untuk mempercepat polinasi, warna untuk kamuflase, pertahanan terhadap herbivor, dan aktivitas antimiroba (Edreva *et al.*, 2008).

Yustinus *et al.* (2018) menyatakan bahwa daun, akar, dan seresah tumbuhan melepaskan berbagai metabolit primer dan sekunder ke lingkungan. Senyawa metabolit sekunder yang dilepaskan tumbuhan ke lingkungan dan berakibat negatif bagi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan lain di dekatnya disebut alelopati. Senyawa flavonoid yang dikeluarkan oleh suatu tumbuhan tertentu ke dalam tanah mampu berperan sebagai alelopati sehingga tumbuhan penghasil flavonoid tersebut memiliki akses yang cukup terhadap cahaya, air, dan hara. Penurunan hasil tanaman yang disebabkan oleh gulma atau residu dari tanaman yang ada sebelumnya diduga disebabkan oleh

efek dari alelopati (Croteau *et al.*, 2015). Flavonoid dalam tumbuhan umumnya mempunyai fungsi sebagai pigmen, fungsi dalam proses fisiologi dan patologi, serta berbagai aktivitas farmakologi. Flavonoid dapat digunakan sebagai obat karena mempunyai bermacam-macam bioaktivitas seperti antimikroba, antiinflamasi, antikanker, antifertilitas, antiviral, antidiabetes, antidepresan, diuretik, dan lain-lain (Ferreyra dkk., 2012).

2.1.2.3. Polifenol

Polifenol adalah kelompok zat kimia yang memiliki tanda khas yaitu memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya (Gambar 9). Polifenol sering terdapat dalam bentuk glikosida polar dan mudah larut dalam pelarut polar (Farnsworth, 1966). Menurut Harbone (1987), beberapa golongan bahan polimer penting dalam tumbuhan seperti lignin dan melanin adalah senyawa polifenol dan satuan fenolitik dijumpai pada protein, alkaloid, dan terpenoid. Senyawa polifenol sangat peka terhadap oksidasi enzim dan hilang pada proses isolasi akibat kerja enzim fenolase yang terdapat dalam tumbuhan.

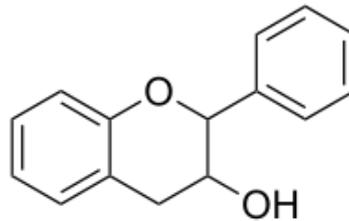


Gambar 9. Struktur polifenol (Romadhona, 2018).

2.1.2.4. Tanin

Tanin adalah suatu senyawa fenolik yang memberikan rasa pahit dan sepat. Tanin dapat bereaksi dan menggumpalkan protein atau senyawa organik lainnya yang mengandung asam amino dan alkaloid. Tanin (dari bahasa Inggris *tannin*; dari bahasa Jerman Hulu Kuno *tanna*, yang berarti “pohon ek” atau “pohon berangan”) pada mulanya merujuk pada penggunaan bahan *tannin* nabati dari pohon ek untuk menyamak belulang (kulit mentah) hewan agar menjadi masak yang

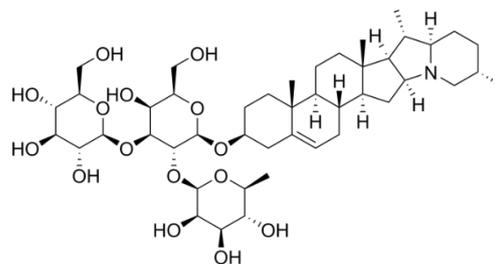
awet dan lentur (penyamakan). Namun kini pengertiannya meluas, mencakup berbagai senyawa polifenol berukuran besar yang mengandung cukup banyak gugus hidroksil dan gugus lainnya yang sesuai (misalnya gugus karboksil) membentuk ikatan kompleks yang kuat dengan protein dan makromolekul yang lain (Julianto, 2019). Struktur senyawa tanin dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Struktur tanin (Julianto, 2019).

2.1.2.5. Saponin

Saponin merupakan senyawa glikosida kompleks yaitu senyawa hasil kondensasi senyawa gula dengan senyawa hidroksil organik yang apabila dihidrolisis akan menghasilkan gula (glikon) dan non-gula (aglikon). Menurut Budi (2016), saponin termasuk golongan senyawa alam yang rumit, mempunyai massa dan molekul besar (Burger *et.al.*, 1998). Struktur saponin (Gambar 11) menyebabkan saponin bersifat seperti sabun atau detergen sehingga saponin disebut sebagai surfaktan alami. Adanya unsur larut lemak (steroid atau triterpen) dan larut air (gula) pada satu molekul menyebabkan saponin memiliki sifat seperti deterjen. Nama saponin sendiri diambil dari sifat utama ini yaitu “*sapo*” dalam bahasa Latin yang berarti sabun (Budi, 2016). Saponin akan membentuk busa yang sangat banyak jika dikocok (Harborne, 1987).



Gambar 11. Struktur saponin (Julianto, 2019).

2.2. *Fusarium oxysporum*

Fusarium oxysporum merupakan patogen tanaman yang menyebar melalui tanah (*soilborne*) yang tersebar di seluruh dunia. Jamur ini menyebabkan penyakit layu dan mempunyai kisaran tanaman inang yang luas. *Fusarium oxysporum* merupakan cendawan yang dapat hidup sebagai patogen, endofit, dan saprofit (Tunarsih *et al.* 2015). *Fusarium oxysporum* dimasukkan ke dalam famili Tuberculariaceae karena di alam jamur ini membentuk tubuh buah pembentuk konidium yang disebut sporodokium (Gilman, 1996). Bagian vegetatif jamur pada umumnya berupa benang-benang halus memanjang, bersekat (septa) atau tidak, disebut hifa. Kumpulan benang-benang hifa disebut miselium (Semangun, 2000). Fungi *Fusarium oxysporum* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Fusarium oxysporum* (Kitsler, 1997).

Bagian tubuh tanaman yang sering terserang oleh cendawan ini adalah pada pangkal batang dan akar. Jamur ini menyerang bibit, tanaman, dan hasil panen di gudang. Jamur ini menghasilkan tiga macam toksin yang menyerang pembuluh xilem yaitu asam fusarat, asam dehidrofusarat, dan likomarasmin. Toksin-toksin tersebut akan mengubah permeabilitas membran plasma dari sel tanaman inang sehingga mengakibatkan tanaman yang terinfeksi lebih cepat kehilangan air dari pada tanaman yang sehat (Semangun, 2001).

2.2.1. Taksonomi dan Morfologi Jamur *Fusarium oxysporum*

Menurut Agrios (1996), bahwa klasifikasi dari cendawan ini adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Division	: Eumycota
Class	: Hypomycetes
Order	: Moniliales
Family	: Tuberculariaceae
Genus	: <i>Fusarium</i>
Spesies	: <i>Fusarium oxysporum</i>

Morfologi dari *Fusarium oxysporum* yaitu memiliki struktur yang terdiri dari mikronidia dan makronidia. Permukaan koloninya berwarna putih atau ungu, tepinya bergerigi, permukaannya kasar berserabut dan bergelombang. Di alam, jamur ini membentuk konidium. *Fusarium oxysporum* adalah fungi aseksual yang menghasilkan tiga spora yaitu mikronidia, makronidia, dan klamidospora. Mikronidia adalah spora dengan satu atau dua sel yang dihasilkan *Fusarium* pada semua kondisi dan dapat menginfeksi tanaman. Makronidia adalah fungi dengan tiga sampai lima sel biasanya ditemukan pada permukaan. Klamidospora adalah spora dengan sel selain di atas dan pada waktu dorman dapat menginfeksi tanaman, sporanya dapat tumbuh di air (Djafaruddin, 2004). Morfologi *Fusarium oxysporum* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. *Fusarium oxysporum* a) makroskopis dan b.) mikroskopis (Srinivas *et al.*, 2019).

2.2.2. Penyakit Layu *Fusarium*

Gejala awal serangan penyakit layu *Fusarium* adalah helaian daun dan tulang daun terlihat pucat diikuti dengan merunduknya tangkai daun (Gambar 14). Daun kemudian menjadi layu dan lambat laun berwarna kuning. Jika disentuh, tangkai daun mudah lepas dan jatuh dari batang utamanya. Kelayuan terjadi mulai dari daun terbawah dan terus ke daun bagian teratas. Kelayuan dapat terjadi pada sebagian atau seluruh tubuh tanaman (Sastrahidayat, 1990).



Gambar 14. Tumbuhan yang terserang layu *Fusarium* (Herbafarm, 2021).

Kapasitas penyebaran dari *Fusarium oxysporum* merupakan kemampuan mendistribusi dari dalam lingkungan inang. Keefektifan serangan ditentukan oleh banyaknya spora yang diproduksi. Spora merupakan sumber inokulum yang paling penting dari cendawan. Patogen dapat memiliki virulensi dan daya tahan yang tinggi, tetapi ada kalanya tidak mampu menyebar tergantung pada agen biotiknya (Purwowidodo, 1993).

Infeksi tanaman yang terserang layu *Fusarium* berawal dari benih yang ditumbuhi *Fusarium oxysporum*, kemudian menjalar ke dalam tanaman, dan menyebabkan tanaman layu serta berwarna cokelat kehitaman. Hal ini disebabkan karena permeabilitas membran terganggu sehingga pergerakan air dalam jaringan tanaman terhambat sehingga mengakibatkan kematian tanaman. Umumnya patogen tanaman terutama jamur, menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menimbulkan gejala penyakit tanaman salah satunya asam fusarat yang dihasilkan oleh jamur *Fusarium*

oxysporum. Asam fusarat atau asam 5-n-butilpiridin-2-karboksilat merupakan racun yang larut dalam air yang sekaligus juga dapat berperan sebagai antibiotik. Toksin ini mempengaruhi permeabilitas membran dan akhirnya mempengaruhi kandungan air tanaman. Hambatan pergerakan air dalam tubuh tanaman menyebabkan terjadinya layu patologis yang tidak dapat balik dan mengakibatkan kematian (Hanafiah, 2005).

2.2.3. Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium*

Menurut Duriat dkk. (2007), pengendalian penyakit layu *Fusarium* dapat dilakukan dengan upaya sebagai berikut.

1. Perlakuan *Trichoderma*

Trichoderma merupakan agensia hayati berupa jamur baik yang dapat melawan perkembangan jamur patogen. Fungisida ini sangat efektif dan efisien untuk mencegah layu *Fusarium*. Cara penggunaannya adalah pencampuran dengan pupuk kandang sebagai pupuk dasar atau pengocoran pada setiap lubang tanaman.

2. Mencabut tanaman bergejala

Pencabutan tanaman dilakukan jika sudah terlihat tanda-tanda tanaman layu karena serangan layu *Fusarium*. Tanaman bergejala harus segera dicabut dan dibakar. Tanah bekas tanaman tersebut juga dibuang atau disemprotkan dengan fungisida kontak berbahan aktif klorotalonil atau tembaga hidroksida. Hal ini dilakukan untuk mencegah penularan yang ke tanaman yang masih sehat.

3. Penggunaan pupuk yang tepat

Penanganan layu *Fusarium* juga dapat dilakukan dengan mengurangi penggunaan pupuk berkadar N tinggi seperti urea atau NPK. Penggunaan urea yang berlebihan akan menyebabkan tanaman berair (sukulen) dan mudah terserang penyakit ini. Kadar air yang meningkat menyebabkan tumbuhan layu dan suram. Dalam kondisi parah, tumbuhan akan membusuk dan berwarna kecokelatan.

4. Rotasi tanaman

Rotasi tanaman adalah praktek penanaman berbagai jenis tanaman secara bergiliran di satu lahan. Rotasi tanaman atau pergiliran tanam ini dilakukan dengan menggunakan tanaman yang tahan terhadap layu *Fusarium* seperti kacang-kacangan dan umbi-umbian guna mengendalikan populasi dan perkembangan jamur *Fusarium oxysporum* di lahan pertanian. Sebagai contoh, lahan bekas tanaman cabai yang yang terserang layu *Fusarium* diganti dengan tanaman kacang-kacangan atau umbi-umbian. Dengan demikian kemungkinan serangan dari jamur bisa diminimalisir.

5. Penggunaan fungisida nabati

Penggunaan fungisida nabati selain dapat menghambat perkembangan penyakit juga aman bagi konsumen dan lingkungan karena mudah terurai dan tidak meninggalkan residu pada produk pertanian. Tumbuhan yang dapat digunakan sebagai fungisida nabati antara lain tapak liman, mimba, sirih, dan serai wangi. Penggunaan fungisida nabati dilakukan dengan cara penyemprotan ke seluruh bagian tanaman yang terserang pada pagi atau sore hari. Cara yang lain yaitu dengan penyiraman di sekitar perakaran agar fungisida nabati dapat bekerja secara sistemik. Aplikasi bisa diulang 3 kali dengan interval setiap 5 hari sekali.

III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2021 di Laboratorium Botani, Laboratorium Biomolekuler, dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, *hotplate*, *blender*, oven, inkubator jamur, autoklaf, lemari pendingin, *rotary vacuum evaporator* untuk menguapkan pelarut ekstrak, *laminar air flow* sebagai tempat untuk inokulasi jamur secara aseptis, Bunsen, *mortar* dan *pestle*, botol gelap, *jar* kaca, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, labu erlenmeyer, beaker *glass*, gelas ukur, labu ukur, penggaris, spatula, batang pengaduk, corong kaca, ayakan, sendok, pisau, mikropipet, mikrotip, pipet tetes, pipet volumetri, *bulb*, jarum ose, pinset, *plastic wrap*, plastik gelap, kertas HVS, kertas saring, kertas label, *cotton bud*, tisu, plastik tahan panas, karet gelang, kapas, kasa, benang kasur, botol penyemprot, botol plastik dan kaca, kain, dan sarung tangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang dan daun kitolod yang tumbuh liar di Kecamatan Labuan Ratu, Wayhalim, dan Kedaton Kota Bandar Lampung; kultur murni jamur *Fusarium oxysporum* diperoleh dari Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, etanol 96%, akuades, kentang,

agar, gula dekstrosa, kloramfenikol, spiritus, dithane-M45, HCl pekat, reagen Mayer, reagen Wagner, bubuk NaCl, larutan NaCl 10%, larutan FeCl₃ 1%, serbuk magnesium, dan air.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 taraf perlakuan yaitu: ekstrak segar batang kitolod; ekstrak segar daun kitolod; ekstrak simplisia batang kitolod; ekstrak simplisia daun kitolod; dan kontrol positif (dithane-M45) serta kontrol negatif (etanol 96%). Konsentrasi ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod yang digunakan adalah 100%. Semua perlakuan diulang sebanyak 8 kali.

3.4. Metode Kerja

1. Preparasi Sampel

Kitolod yang telah diperoleh dipisahkan batang maupun daunnya. Kemudian dicuci menggunakan air mengalir untuk membersihkan dari kotoran yang melekat. Batang dan daun kitolod ditiriskan dan langsung dirajang. Batang dan daun kitolod yang telah dirajang kemudian ditimbang sehingga diperoleh 4 kilogram batang dan 6 kilogram daun kitolod. Sebanyak 100 gram batang maupun daun kitolod disisihkan untuk dibuat ekstrak segar. Sedangkan sisanya dikeringanginkan tanpa terpapar sinar matahari selama 7 hari. Batang dan daun kitolod yang sudah kering kemudian diblender dan diayak kemudian ditimbang. Simplisia batang yang dihasilkan sebanyak 350 gram sedangkan simplisia daun yang dihasilkan sebanyak 560 gram.

2. Pembuatan Ekstrak Segar Batang dan Daun Kitolod

Pembuatan ekstrak segar batang dan daun kitolod dilakukan berdasarkan jurnal yang berjudul Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia Tirucalli* L.) oleh Baud, dkk (2014). Sebanyak 100 gram batang atau daun kitolod segar ditimbang dan ditambahkan 100 ml etanol 96%. Lalu diblender

hingga menyerupai bubur batang atau daun kitolod. Ekstrak segar batang atau daun kemudian diperas untuk memperoleh filtrat segar menggunakan kain steril. Filtrat kitolod disaring kembali menggunakan kertas saring dan filtrat yang dihasilkan digunakan dalam pengujian aktivitas antifungi dan jenis metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya.

3. Pembuatan Ekstrak Simplisia Batang dan Daun Kitolod

Pembuatan ekstrak simplisia dilakukan menggunakan metode maserasi berdasarkan jurnal yang berjudul Analisis Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan Betadin (*Jatropha multifida* L.) oleh Harliananda, dkk. (2019) . Sebanyak 300 gram simplisia batang maupun daun kitolod direndam dalam 3 L pelarut etanol 96% di dalam Beaker glass tertutup selama 2 x 24 jam sambil sesekali diaduk kemudian disaring. Residu yang diperoleh kemudian direndam kembali dengan etanol 96% sebanyak 150 mL lalu dikocok dan disimpan selama 2 x 24 jam. Filtrat yang diperoleh pada maserasi pertama dan kedua dicampur dan dievaporasi menggunakan *rotatory vacuum evaporator* sehingga diperoleh 20 ml ekstrak simplisia daun kitolod dan 50 ml ekstrak simplisia batang kitolod sebagai stok yang disimpan di dalam lemari pendingin sampai siap digunakan untuk uji aktivitas antifungi dan kandungan jenis metabolit sekunder.

4. Preparasi Larutan Kontrol

Larutan untuk kontrol positif dibuat dengan melarutkan 2 gram *dithane-M45* dengan akuades sampai mencapai 4 ml. Kontrol negatif menggunakan 1 ml etanol 96%.

5. Skrining Fitokimia

a. Uji Alkaloid

Uji alkaloid dilakukan menggunakan uji pengendapan. Sebanyak 3 tabung reaksi masing-masing diisi dengan 2 ml ekstrak kitolod dan diberi label I, II, dan III. Ke dalam masing-masing tabung ditambahkan

3 tetes larutan HCl pekat. Tabung I sebagai kontrol. Ke dalam tabung II ditambahkan 5 tetes pereaksi Mayer. Ke dalam tabung III ditambahkan 5 tetes pereaksi Wagner. Jika muncul kekeruhan atau endapan, maka dalam tabung tersebut menunjukkan terdapat kandungan alkaloid dalam ekstrak yang diuji (Aniszewki, 2007).

b. Uji Flavonoid

Uji flavonoid dilakukan menggunakan reaksi warna. Sebanyak 2 tabung reaksi masing-masing diisi dengan 2 ml ekstrak kitolod dan diberi label I dan II. Tabung I sebagai kontrol. Tabung II dipanaskan selama 5 menit pada air mendidih dan ditambahkan 0,1 gram serbuk magnesium dan 5 tetes HCl pekat. Jika terbentuk warna kuning hingga jingga kecokelatan maka ekstrak yang diuji positif mengandung flavonoid (Robinson, 1991).

c. Uji Polifenol

Uji polifenol dilakukan menggunakan reaksi warna (uji ferriklorida). Sebanyak 2 tabung reaksi masing-masing diisi dengan 0,3 ml ekstrak kitolod. Lalu ditambahkan 10 ml akuades panas dan 3 – 4 tetes larutan NaCl 10%. Kemudian diaduk dan disaring. Filtrat dibagi ke dalam 2 tabung dan diberi label I dan II. Tabung I sebagai kontrol. Tabung II diberi beberapa tetes larutan FeCl_3 1%. Jika muncul perubahan warna menjadi hijau biru hingga hitam, maka ekstrak mengandung polifenol (Siswandono dan Soekardjo, 2000).

d. Uji Tanin

Sebanyak 2 tabung reaksi masing-masing diisi dengan 2 ml ekstrak kitolod dan diberi label I dan II. Tabung I sebagai kontrol. Tabung II dipanaskan selama 5 menit dan ditambahkan beberapa tetes FeCl_3 1%. Jika terjadi perubahan warna menjadi coklat kehijauan atau biru kehitaman maka ekstrak positif mengandung tanin (Siswandono dan Soekardjo, 2000).

e. Uji Saponin

Uji saponin secara kualitatif dilakukan menggunakan uji buih.

Sebanyak 2 tabung reaksi masing-masing diisi dengan 0,3 ml ekstrak kitolod dan diberi label I dan II. Tabung I sebagai kontrol. Tabung II ditambahkan 10 ml akuades dan dikocok kuat selama 30 detik. Jika terbentuk buih setinggi 3 cm di atas permukaan larutan dan stabil selama 30 menit, maka ekstrak mengandung saponin (Gandjar dan Rohman).

6. Uji Aktivitas Antifungi

a. Sterilisasi

Seluruh alat yang akan digunakan dicuci bersih dan dikeringkan.

Sterilisasi dilakukan di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit. Tabung reaksi, gelas ukur, dan labu Erlenmeyer ditutup mulutnya dengan sumbat kapas. Cawan petri dibungkus dengan kertas HVS. Seluruh media pembenihan disterilkan. Pinset dan jarum ose disterilkan dengan cara memijarkan pada api Bunsen.

b. Pembuatan Media PDA

Sebanyak 100 gram kentang segar ditimbang dan dipotong kecil-kecil, kemudian direbus dengan 500 ml akuades hingga tampak agak keruh dan kentang lunak. Kemudian filtrat kentang disaring dan ditiriskan. Sebanyak 5 – 8 gram bubuk agar dan 10 gram bubuk gula dekstrosa dicampurkan ke dalam sari kentang lalu diaduk dan dipanaskan kembali hingga mendidih. Media kemudian dituangkan ke dalam labu erlenmeyer dan disterilisasi di dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah steril, media dibiarkan hangat kemudian ditambahkan 1 ml larutan antibiotik kloramfenikol (Farida, 2015). Media dihomogenkan dan siap digunakan untuk uji antifungi.

c. Peremajaan Biakan Murni *Fusarium oxysporum*

Fusarium oxysporum diremajakan dengan menitikkan fungsi tersebut menggunakan jarum ose pada permukaan media agar di dalam tabung

reaksi atau cawan petri. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari (Setyaningsih dkk, 2012).

d. Penentuan Aktivitas Antifungi

Penentuan aktivitas antifungi dilakukan dengan metode difusi cakram Kirby-Bauer (*disc diffusion method*). Sebanyak 20 ml media agar dituangkan ke dalam cawan petri lalu didiamkan hingga memadat. Isolat jamur diinokulasikan pada permukaan media dalam cawan petri menggunakan *cotton bud* steril dengan metode *streak* yang dilakukan berkali-kali hingga 8 putaran sehingga persebaran isolat jamur merata (Ovi, 2012).

e. Penanaman Kertas Cakram

Kertas cakram dibuat dari kertas saring Whatman No.1 berbentuk bulatan berdiameter 5 mm menggunakan alat pelubang kertas. Kertas cakram dicelupkan ke dalam larutan uji selama ± 15 menit, kemudian dianginkan hingga tidak ada larutan yang menetes. Kertas cakram diletakkan di atas permukaan media agar yang telah diinokulasi jamur *Fusarium oxysporum*. Tepi cawan petri ditutup dengan *plastic wrap* kemudian dibungkus dengan kertas HVS. Lalu diinkubasi di dalam inkubator jamur selama 2 – 3 hari pada suhu ruang (Setyaningsih dkk, 2012).

f. Pengukuran Zona Hambat

Aktivitas antifungi diamati berdasarkan diameter zona hambat pada media yang ditumbuhi fungi *Fusarium oxysporum* ditunjukkan dengan daerah bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram. Diameter daerah hambat diukur menggunakan penggaris. Pengukuran diameter zona hambat dilakukan sebanyak 3 kali pada sisi horizontal, vertikal, dan diagonal lalu dijumlahkan dan dirata-rata. Hasil diameter zona hambat diperoleh dengan cara mengurangi diameter zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram dengan diameter kertas cakram yang mengandung larutan uji.

Kriteria daya hambat pertumbuhan fungi menurut Puthera dkk. (2007) adalah sebagai berikut.

Zona daya hambat < 10 mm	= daya hambat lemah,
Zona daya hambat 10 – 15 mm	= daya hambat sedang,
Zona daya hambat 16 – 20 mm	= daya hambat kuat, dan
Zona daya hambat > 20 mm	= daya hambat sangat kuat.

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh terdiri dari data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif adalah jenis-jenis senyawa metabolit sekunder yang ditemukan pada ekstrak segar dan simplisia batang maupun daun kitolod. Data kuantitatif adalah daya hambat ekstrak segar dan simplisia batang maupun daun kitolod. Data kuantitatif kemudian dianalisis varians satu arah (ANOVA) dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan.

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

1. Kandungan ekstrak segar dan simplisia batang dan daun kitolod (*Laurentia longiflora* (L.) Peterm.) dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat di sekitar kertas cakram pada permukaan media.
2. Aktivitas antifungi yang paling optimal diberikan untuk menghambat pertumbuhan fungi *Fusarium oxysporum* adalah ekstrak segar daun kitolod dengan diameter zona hambat sebesar 18,37 mm.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk penelitian selanjutnya:

1. Penelitian lebih lanjut tentang kandungan kitolod yang paling berperan sebagai antifungi.
2. Menambahkan variasi konsentrasi.
3. Pengaplikasian ekstrak batang dan daun kitolod pada tanaman yang terserang *Fusarium oxysporum*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Agrotek. 2020. Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Kitolod. <https://agrotek.id/klasifikasi-dan-morfologi-tanaman-kitolod/> (diakses tanggal 1 Januari 2021).
- Ali, I. 2003. *Khasiat dan Manfaat Kitolod Penakhluk Gangguan pada Mata*. Depok: PT Agro Media Pustaka.
- Aniszewki, T. 2007. *Alkaloid: Secrets of life*. Amsterdam: Elsevier.
- Backer, C.A. dan R.C. Bakhuizen van den Brink. 1963. *Flora of Java Vol I*. Netherlands: Noordhoff Press.
- Basirun. 2010. Efek Antiinflamasi Ekstrak Daun dan Bunga Kitolod (*Isotoma longiflora*) terhadap Inflamasi Buatan pada Tikus Putih Jatah Galur Wistar. [Tesis]. Yogyakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Baud, G.S., Sangi, M.S., Koleangan, H.S.J. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia Tirucalli* L.). *Jurnal Ilmiah Sains*. 2(14): 108 – 112.
- Bonang, G. 1992. *Mikrobiologi Untuk Profesi Kesehatan Edisi 16*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Burkill, I. H. 1935. *A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula*. Vol. II. London.
- Carter, G.R. dan Cole, J.R. 1990. *Diagnostic Procedures in Veterinary Bacteriology and Micology* 5th ed. San Diego California: Academic Press Inc.
- Cowan, M.M. 1999. Plant Product as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews* 12 (4): 564 – 582.
- Croteau, R., Kutchan, T.M. dan Lewis, N.G. 2015. *Natural Products (Secondary Metabolites Eds. 2nd Ed*. London: Wiley dan Blackwell.
- Cushine, T.P.T dan Lamb, A.J. 2005. Antimicrobial Activity of Flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 26(5): 343 – 356.

- Dalimartha, S. 2008. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia: Mengungkap Kekayaan Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta: Niaga Swadaya.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Materia Medika Indonesia Jilid III*. Jakarta: Departemen Kesehatan.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2008. *Farmakope Herbal Indonesia (Edisi 1)*. Jakarta: Direktur Bina Kefarmasian Alat Kesehatan.
- Ditjen POM. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Djafaruddin. 2004. *Dasar-Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Duriat, A.S., Gunaeni, N dan Wulandari, A.W. 2007. *Penyakit Penting Tanaman Cabai dan Pengendaliannya*. Lembang - Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayur.
- Fadilah, L. 2016. Penggunaan Ekstrak Daun Kedondong (*Spondias pinnata*) Untuk Menghambat Pertumbuhan Miselia Jamur *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Ferreira, M.F., Rius, S.P. dan Casati, P. 2012. Flavonoids: Biosynthesis, Biological Functions, and Biotechnological Applications. *Plant Science* 3 (222): 1 – 15.
- Ebadi, M. S. 2002. *Pharmacodynamic Basis Of Herbal Medicine*. New York: CRC Press.
- Edreva A, Velikova V, Tsonev T, Dagnon S, Gürel AL dan Aktas L. 2008. Stress Protective Role Of Secondary Metabolites: Diversity of Functions and Mechanisms. *Genetic Application of Plant Physiology* 34: 67 – 78.
- EPA (Environmental Protection Agencies). 2014. Pyrethroids and Pyrethrins. <http://www.epa.gov>. (diakses tanggal 1 Januari 2021).
- Ergina, Nuryanti S dan Pursitasari ID. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia* 3:165 – 172.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Farnsworth, N. R. 1966. Biological and Phytochemical Screening of Plant. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 55: 59.
- Fazil, M., Suci, R.N., Allfiah, F., Alam, D.N., Angelia, G dan Situmeang, B. 2017. Analisis Senyawa Alkaloid dan Flavonoid dari Ekstrak Kitolod (*Isotoma longiflora*) dan Uji Aktivitasnya terhadap Bakteri Penyebab Karies Gigi. *Jurnal ITEKIMIA* 2: 77 – 83.
- Gandjar, I., Sjamsoeridzal W., dan Ariyanti O. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Nusantara.

- Gandjar, I. G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gilman, J.C. 1996. *A Manual of Soil Fungi*. Iowa: The Iowa State University Press.
- Gutzeit, H.O. dan Ludwig-Muller, J. 2014. *Plant Natural Products: Synthesis, Biological Functions and Practical Applications First Edition*. New York: Wiley-VCH Verlag GmbH dan Co.
- Halliwel, B., Aeschbach, R., Lolinger, J., dan Auroma, O. 1995. Toxicology. *J Food Chem.* 33, 60.
- Hamidy, M.Y., Safitri, I., Inayah dan Syafril, D. 2009. Isolasi dan Uji Aktifitas Antimikroba Ekstrak Metanol Tumbuhan Sapu Jagad (*Isotoma longiflora* (L) Presl.) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmu Kedokteran.* 3 (1) : 20 – 23.
- Hamim. 2008. *Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Hanafiah, K. A. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia Penentuan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Harborne, J. B. 2006. *Metode Fitokimia: Penentuan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Harliananda, N., Halimatussakdiah, dan Amna, U. 2019. Analisis Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Daun Betadin (*Jatropha multifida* L.). *Jurnal Kimia dan Sains Terapan.* 1(1): 5 – 10.
- Herbafarm. 2021. Layu Fusarium Penyakit Tanaman dan Cara Pengendalian. <https://www.google.com/amp/s/herbafarmmakassar.com/layu/fusarium>. (diakses pada 22 Juli 2021).
- Inayati, H. 2007. Potensi Antibakteri Ekstrak daun Kedondong Bangkok (*Spondias dulcis* Forst.). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Irianto, K. 2013. *Medical Parasitology*. Bandung: Alfabeta.
- Jeandet P. 2015. Phytoalexins: Current Progress And Future Prospects. *Molecules* 20: 2770 – 2774.
- Joshi M, Srivastava R, Sharma AK, dan Prakash A, 2013. Isolat And Characterization Of *Fusarium oxysporum*, A Wilt Causing Fungus, For Its Pathogenic And Non Pathogenic Nature In Tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Applied and Natural Science.* 5(1): 108 – 117.
- Julianto. 2019. *Metabolit Sekunder*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Kistler, H.C. 1997. Genetic Diversity in the Plant-pathogenic Fungus *Fusarium oxysporum*. Symposium Population Genetic of Soilborne Fungal Plant Pathogens. *Phytopathology* 87: 474 – 479.
- Klinik Mata Nusantara. 2019. Manfaat Bunga Katarak dan Daun Kitolod. <https://www.manfaat-bunga-dan-daun-kitolod>. (diakses pada 19 Juli 2021).
- Komala O., Yulianita dan Siwi FR. 2019. Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol 50% dan Etanol 96% Daun Pacar Kuku (*Lawsonia inermis* L.) terhadap *Trichophyton mentagrophytes*. *Ekologia : Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*. 19(1): 12 – 19.
- Loper Online. 2017. Bunga Kitolod dan Manfaatnya sebagai Obat Mata. <https://www.bunga-kitolod-dan-manfaatnya-sebagai-obat-mata>. (diakses pada 19 Juli 2021).
- Mahon, C.R., dan Manuseelis, J.R. 1995. *Textbook of Diagnostic Microbiology*. Philadelphia USA: WB Saunders Company.
- Mujim, S. 2010. Pengaruh Ekstrak Rimpang Jahe (*Zingerber officinale* Rosc.) terhadap Pertumbuhan *Pythium* sp. Penyebab Penyakit Rebah Kecambah Mentimun secara *in vitro*. *Jurnal HPT Tropika*. 2(1): 5 – 63.
- Nugraheni A.S., Syamsudin D., Abdul C. dan Edi P.U. 2014. Potensi Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus*) sebagai Fungisida Nabati terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*) pada Buah Apel (*Malus sylvestris* Mill). *Jurnal HPT Tropika*. 2(4): 2338 – 4336.
- Ngittu, Y.S., Mantiri F.R., Tallei T.E dan Kandou F.E.F., 2014. Identifikasi Genus Jamur *Fusarium* yang Menginfeksi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) di Danau Tondano. *Pharmacon*. 3(3): 156.
- Omidpanah S., Manayi A dan Sadeghi H. 2015. Evaluation of Antifungal Activity of Aqueous Extract of Some Medicinal Plants against *Aspergillus flavus*, Pistachio Aflatoxin Producing Fungus *in vitro*. *Journal of Drug Development and Therapeutics*. 2(6): 66 – 69.
- Ovi, R. A. 2012. *Uji Daya Antifungi Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (Piper crocatum Ruiz dan Pav) Terhadap Candida albicans ATCC 10231 secara in vitro*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pelczar, M. J. dan Chan, E. C. S. 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Poerwowidodo. 1993. *Telaah Kesuburan Tanah*. Bandung: Angkasa.
- Pratiwi. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga.
- Propagdee, B., Akrapikulchart, U. dan Mongkosuk, S. 2008. Potential of a Soil-borne *Streptomyces hygrosopicus* for Biocontrol of Anthracnosed Disease

Caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Orchid. *Journal of Biological Sciences*. 8(7): 1187 – 1192.

- Puthera, A., Agung, G. N. dan Duniaji, A. S. 2007. Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap Pertumbuhan *Aspergillus flavus* pada Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). 2(4): 131 – 136.
- Putri D.R., Asri, M.T., dan Ratnasari, E. 2019. Aktivitas Antifungi Ekstrak Buah Pare (*Momordica charantia* L.) dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum*. *Lentera Bio*. 8(2): 156-161.
- Robinson, T.1991. *Kandungan organik tumbuhan obat tinggi*. Bandung: ITB.
- Romadhona, L. 2018. *Tanaman Herbal Kitolod*. Surabaya: Poltekkes Kemenkes Surabaya.
- Sastrahidayat, I.R. 1990. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Semangun, H. 2001. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sigeo, D. C. 1993. *Bacterial Plant Pathology: Cell and Molecular Aspect*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Siswandono dan Soekardjo, B. 2000. *Kimia Medisinal Edisi 2*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Smith, J.A. 2004. *Interpretative Phenomenological Analysis*. Washington DC: American Psychological Association.
- Sopialena. 2015. Ketahanan Beberapa Varietas Tomat Terhadap Penyakit *Fusarium oxysporum* dengan Pemberian *Trichoderma* sp. *Jurnal Agrifor*. 14(1). 131 – 140.
- Steermi. 2020. Beralih ke Obat Tradisional.
<http://www.morfologi-kitolod-smarturl>. (diakses pada 19 Juli 2021).
- Srinivas, C., Devi D.N., Murthy, N. dan Srivastava, R.K. 2019. *Fusarium oxysporum* Causal Agent of Vascular Wilt Disease of Tomato: Biology to Diversity. <https://www.researchgate.net/figure/a-and-b>. (diakses pada 22 Juli 2021).
- Sudantha, I. M. 2010. *Pengendalian Hayati Patogen Tanaman*. Mataram university press. Mataram.
- Sulistiyawati, D. 2009. Uji Aktivitas Antijamur Infusa Daun Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.) terhadap *Candida albicans*. *Biomedika*. 2(1): 47 – 51.

- Sunarmi, N. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Akar Tanaman Kentang sebagai Antijamur (*Fusarium* sp. *Phytophthora infestans*) dan Antibakteri (*Ralstonia solanacearum*). *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Suryana, A. 2004. Ketahanan Pangan di Indonesia. Jakarta: LIPI.
- Susanto, Heri. 2007. Pengaruh Insektisida Nabati Terhadap Viabilitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Bals. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
- Sutarman. 2017. *Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tanaman*. Sidoarjo: Umsida Press.
- Tjitrosoepomo, G. 2007. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Tok. 2021. Struktur Alkaloid.
<https://www.struktur-alkaloid.com>. (diakses pada 19 Juli 2021).
- Trifani. 2012. Ekstraksi Pelarut Cair-Cair.
<http://awjee.com/2012/11/24/ekstrak-pelarut-cair-cair/>. (diakses pada tanggal 28 Juli 2021).
- Tunarsih F., Rahayu G dan Hidayat, I. 2015. Molecular Phylogenetic Analysis of Indonesian *Fusarium* Isolates from Different Lifestyles.
<https://doi.org/10.5943/ppq/5/2/5>. (diakses pada 21 Juli 2021).
- Untung, K. 1996. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Wink, M. 2010. *Biochemistry, Physiology, and Ecological Functions of Secondary Metabolites Second Edition*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Yustinus, U.A., Retno, S.I., Susanti, R., Yuniastuti, A., Lisdiana, Nugrahaningsih W.H., Noor, A.H., Siti, H.B dan Dafip, M. 2018. *Metabolit Sekunder pada Tanaman: Aplikasi dan Produksi*. Semarang: FMIPA Unnes.