

**POTENSI ANTIFUNGI DARI *CELL-FREE FILTRATE*
BAKTERI KULIT KATAK *Sumaterana crassiovis* TERHADAP
PERTUMBUHAN FUNGI PATOGEN *Colletotrichum* PENYEBAB
PENYAKIT ANTRAKNOSA PADA TANAMAN CABAI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program
Studi Biologi



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

disusun oleh:
Nabilla Afira Shaibah
20106040017

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-213/Un.02/DST/PP.00.9/01/2025

Tugas Akhir dengan judul : Potensi Antifungi dari Cell-Free Filtrate Bakteri Kulit Katak Sumatera *crassiovis* Terhadap Pertumbuhan Fungi Patogen *Colletotrichum* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NABILLA AFIRA SHAIBAH
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040017
Telah diujikan pada : Kamis, 23 Januari 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
SIGNED

Valid ID: 679c04217233f



Penguji I

Jumailatus Solihah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 679c0b0232d19



Penguji II

Agessy Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 679b89cc1be68



Yogyakarta, 23 Januari 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 679c39636022c



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nabilla Afira Shaibah

NIM : 20106040017

Judul Skripsi : Potensi Antifungi dari *Cell-Free Filtrate* Bakteri Kulit Katak *Sumaterana crassiovis*
Terhadap Pertumbuhan Fungi Patogen *Colletotrichum* Penyebab Penyakit
Antraknosa pada Tanaman Cabai

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 19 Januari 2025

Pembimbing

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.

NIP. 197901272009012004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Nabilla Afira Shaibah

NIM : 20106040017

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 20 Januari 2025



Nabilla Afira Shaibah

20106040017

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(QS. Al-Baqarah 2: 286)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim,

Alhamdulillahirabbilalamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Antifungi dari *Cell-Free Filtrate* Bakteri Kulit Katak *Sumaterana crassiovis* Terhadap Pertumbuhan Fungi Patogen *Colletotrichum* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai” dengan baik. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang diharapkan syafaatnya kelak di hari akhir. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi jenjang S-1 Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, arahan, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah Danang Nugroho (Alm) yang telah menemani penulis hingga bangku SMA sebelum akhirnya berpulang ke pangkuan Allah SWT. Sesuai keinginan ayah yang ingin melihat anak bungsunya sarjana walaupun ayah sudah tidak ada disamping penulis, semoga ayah tenang di surga dan bahagia melihat anaknya dapat melewati masa perkuliahan.
2. Ibu Ika Purwaningsih yang telah memberikan kasih sayang, perhatian, ketulusan doa, pengorbanan, dukungan, serta kesabaran dalam masa perkuliahan penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ika Nugrahaeni Ari Martiwi, S.Si., M.Si., selaku ketua Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Agessty Ika Nurlita, S.Si., M.Si., selaku dosen pendamping akademik.
5. Ibu Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD., selaku dosen pembimbing skripsi dan telah memberikan izin penggunaan data Frog's Project untuk skripsi ini, serta

meluangkan waktu untuk memberikan masukan, arahan, dan bimbingan dari tahap awal proposal hingga penyelesaian naskah skripsi ini.

6. Seluruh jajaran dosen dan tenaga pendidik Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Kakak penulis, Perwita Nugrahaeni, A.Md., yang telah memberikan dukungan finansial, motivasi dan doa.
8. Mba Dewi Atika Suri, S.Si., yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
9. Olan Lusiana, teman seperjuangan masa perkuliahan dari maba hingga pejuang skripsi ini yang selalu menemani proses penulis, mendengarkan keluh kesah, memberikan motivasi serta dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Terimakasih selalu ada dalam setiap masa-masa sulit penulis.
10. Riska Dwi Ardani, Tariza Lia, Arina Sofiatul, Imam Muhlis serta teman-teman seperbimbingan Ibu Lela yang selalu memberikan *support* kepada penulis.
11. Annisa Nur, Humbelina, Ania Emilia, Jasmine Vimala, Bellatrix yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
12. Mukhtar Fatihul Huda, S.I.Kom., yang selalu menemani dan menjadi *support system* selama proses menyelesaikan skripsi. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis dan berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Potensi Antifungi dari *Cell-Free Filtrate* Bakteri Kulit Katak *Sumaterana crassiovis* terhadap Pertumbuhan Fungi Patogen *Colletotrichum* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai

Nabilla Afira Shaibah

20106040017

ABSTRAK

Penyakit antraknosa cabai disebabkan fungi *Colletotrichum acutatum* coll merupakan penyakit yang sulit dikendalikan dan sangat merugikan petani sehingga perlu dilakukan pengendalian. Pada penelitian akan dilakukan pengujian potensi senyawa antifungi yang berasal dari *cell-free filtrate* (CFF) bakteri kulit katak ScV9 sebagai agensia biokontrol dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. secara *in vitro* dan *in vivo*. CFF bakteri ScV9 dengan konsentrasi 2%, 4% dan 6% diuji secara *in vitro* melalui beberapa pengujian yaitu uji hambat miselium dan uji germinasi konidia. CFF ScV9 dengan konsentrasi 6% menunjukkan aktivitas antifungi tertinggi dalam menghambat pertumbuhan miselium dan germinasi konidia masing-masing sebesar 47 mg dan 28,4%. Sementara itu, uji *in vivo* pada buah dan biji cabai, CFF ScV9 konsentrasi 6% secara signifikan mampu menurunkan kejadian dan keparahan penyakit sebesar 16,6% dan 8,5% dibandingkan dengan fungisida komersil. Dengan demikian CFF ScV9 dapat dikembangkan sebagai agensia biokontrol yang menjanjikan.

Kata kunci: kejadian penyakit, biokontrol, *Colletotrichum*, keparahan penyakit

Antifungal Potential from Cell-Free Filtrate of Frog Skin Bacteria *Sumaterana crassiovis* against the Growth of Pathogenic Fungi *Colletotrichum* Causing Anthracnose Disease in Chili Plants

Nabilla Afira Shaibah

20106040017

ABSTRACT

Chili anthracnose disease caused by the fungus *Colletotrichum acutatum* coll is a disease that is difficult to control and highly detrimental to farmers, so it needs to be controlled. This study will test the potential of antifungal compounds derived from the cell-free filtrate (CFF) of ScV9 frog skin bacteria as a biocontrol agent in inhibiting the growth of *Colletotrichum* sp. in vitro and in vivo. The CFF of ScV9 bacteria with 2%, 4% and 6% concentration were tested in vitro through several tests, namely mycelial inhibition test and conidia germination test. CFF ScV9 with 6% concentration showed the highest antifungal activity in inhibiting mycelial growth and conidia germination of 47 mg and 28.4%, respectively. Meanwhile, in vivo tests on chili fruits and seeds, 6% concentration of CFF ScV9 significantly reduced disease incidence and severity by 16.6% and 8.5% compared to commercial fungicides. Therefore, CFF ScV9 can be developed as a promising biocontrol agent.

Keywords: disease incidence, biocontrol, *Colletotrichum*, disease severity.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan	4
D. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Komoditas Tanaman Cabai dan Permasalahan Penyakit Antraknosa.....	5
B. Karakteristik Fungi <i>Colletotrichum</i> Penyebab Antraknosa pada Cabai	6
C. Upaya Pengendalian Penyakit Antraknosa Menggunakan Agensi Biokontrol Bakteri.....	8
D. Potensi <i>Cell-Free Filtrate</i> Bakteri Indigenous dari Kulit Katak sebagai Agen Biokontrol.....	9
BAB III METODE PENELITIAN	12
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	12
C. Prosedur Kerja	12
D. Analisis data.....	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
A. Hasil.....	17
B. Pembahasan	24
BAB V PENUTUP	28
A. Kesimpulan	28
B. Saran	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Karakteristik makromorfologis dan mikromorfologis <i>Colletotrichum</i> sp. (a) penampakan bentuk koloni diatas PDA; (b) konidia (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	8
Gambar 2. Penyakit antraknosa pada tanaman cabai dengan gejala lesi cekung berwarna coklat tua kehitaman (Sumber: Liu <i>et al.</i> , 2016).....	9
Gambar 3. CFF yang diperoleh dari isolat bakteri ScV9 umur 48 jam yang ditumbuhkan pada media TSB	20
Gambar 4. Hasil uji hambat miselium oleh CFF berbagai konsentrasi dan beberapa kontrol terhadap fungi <i>C. acutatum</i> coll ($\pm$ standar eror, SE, n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001, *P<0,01) dengan uji T	21
Gambar 5. Konidia <i>C. acutatum</i> coll inkubasi 24 jam pasca perlakuan dengan CFF berbagai konsentrasi yang diamati menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 40×10 (a) kontrol PDB; (b) kontrol akuades; (c) kontrol CFF 100%; (d) <i>Coll</i> + CFF 2%; (e) <i>Coll</i> + CFF 4%; (f) <i>Coll</i> + CFF 6%	22
Gambar 6. Persentase kemampuan germinasi konidia <i>C. acutatum</i> coll setelah diberi perlakuan CFF berbagai konsentrasi dan beberapa kontrol ($\pm$ standar eror, SE, n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001) dengan uji T	22
Gambar 7. Persentase kejadian penyakit pada buah cabai setelah diberi perlakuan CFF berbagai konsentrasi ($\pm$ standar eror, SE, n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001) dengan uji T	23
Gambar 8. Persentase keparahan penyakit pada buah cabai setelah diberi perlakuan CFF berbagai konsentrasi ($\pm$ standar eror, SE, n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001) dengan uji T	24
Gambar 9. Hasil uji <i>in vivo</i> CFF berbagai konsentrasi terhadap buah cabai yang diinokulasikan dengan fungi <i>C. acutatum</i> Coll setelah 7 hari masa inkubasi (a) Coll 100%; (b) <i>Coll</i> + Mankoze; (c) CFF 100%; (d) Akuades; (e) <i>Coll</i> + CFF 2%; (f) <i>Coll</i> + CFF4%; (g) <i>Coll</i> + CFF 6%	24
Gambar 10. Persentase kejadian penyakit pada biji cabai setelah diberi perlakuan CFF berbagai konsentrasi ($\pm$ standar eror, SE, n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001, *P<0,01) dengan uji T	25
Gambar 11. Hasil uji <i>in vivo</i> CFF berbagai konsentrasi terhadap biji cabai yang diinfeksi <i>C. acutatum</i> Coll yang diamati dengan mikroskop stereo setelah 7 hari masa	

inkubasi (a) *Coll* 100%; (b) *Coll*+ Mankozebe; (c) CFF 100%; (d) Akuades; (e) *Coll*+ CFF 2%; (g) *Coll*+ CFF 4%; (h) *Coll*+ CFF 6%..... 26

Gambar 12. Hasil pengamatan jaringan fungi pada buah cabai yang diamati dengan mikroskop cahaya setelah 7 hari masa inkubasi dengan perbesaran 400x (a) *Coll* 100%; (b) *Coll*+ Mankozebe; (c) CFF 100%; (d) Akuades; (e) *Coll*+ CFF 2%; (g) *Coll*+ CFF 4%; (h) *Coll*+ CFF 6% 27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil uji *in vivo* CFF berbagai konsentrasi terhadap buah cabai yang terserang penyakit dan inkubasi selama 7 hari berdasarkan keparahan penyakit 44

Lampiran 2. Persentase kejadian penyakit setelah uji *in vivo* pada biji cabai, masa inkubasi 7 hari pada $\pm 28^{\circ}\text{C}$ 44



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman hortikultura merupakan salah satu tanaman pertanian yang memiliki potensi serta peluang untuk dikembangkan menjadi komoditas unggulan, baik sayuran, buah-buahan ataupun tanaman hias (Pitaloka, 2019). Para petani dalam mengembangkan potensi tanaman hortikultura kerap menemukan kendala, diantaranya adalah tanaman terserang penyakit sehingga mengakibatkan pertumbuhan menjadi terhambat bahkan mengakibatkan kematian. Kerentanan tanaman terhadap penyakit yang menyerang dapat meningkat seiring kondisi iklim yang kurang mendukung, khususnya ketika musim penghujan. Selain itu, kurangnya pengetahuan petani dalam mengenali penyakit dan cara menanganinya juga menjadi faktor kendala dalam keberhasilan budidaya tanaman hortikultura (Rosadi *et al.*, 2022).

Cabai (*Capsicum* sp.) merupakan salah satu komoditas penting hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat tradisional, bumbu masak, atau bahan baku industri (Tiandora *et al.*, 2019). Menurut Kementerian Perdagangan (2016), produktivitas cabai merah di Indonesia mengalami peningkatan sebanyak 34,349 ton dengan rata-rata 4,16% per tahun pada kurun waktu 2006 hingga 2015. Namun, terdapat beberapa faktor pada budidaya cabai yang menyebabkan hasil produksi menurun, salah satunya adalah serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dapat berupa patogen, hama, atau gulma (Nurjasmi & Suryani, 2020). Serangan OPT ini dapat menghambat kelancaran dalam pertumbuhan tanaman cabai. Penyakit utama yang sering ditemukan, baik sebelum maupun setelah panen pada tanaman cabai yaitu penyakit antraknosa. Penyakit tersebut tergolong sangat merugikan karena dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 20 -100% (Diao *et al.*, 2017).

Perdani *et al.*, (2021) melaporkan bahwa penyebab penyakit antraknosa berasal dari fungi genus *Colletotrichum*. Hal ini juga sependapat dengan temuan Hartati *et al.*,

(2019) bahwa spesies yang sering ditemukan pada penyakit antraknosa di Indonesia adalah *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, dan *Colletotrichum capsici*. Gejala awal apabila tanaman terserang *Colletotrichum* sp. adalah terdapat bintik coklat kehitaman pada permukaan buah, dan semakin lama akan membesar hingga membentuk lekukan kemudian mengkerut dan mengering (Randy *et al.*, 2021). Antraknosa menyebabkan kematian pada tanaman cabai semakin meningkat ketika curah hujan yang tinggi (Saxena *et al.*, 2016).

Upaya pengendalian penyakit antraknosa yang dilakukan para petani hingga saat ini biasanya menggunakan pestisida kimia sintetis. Pengendalian menggunakan pestisida kimia sintetis menjadi pilihan utama karena dianggap dapat membunuh penyakit secara cepat dan praktis. Namun, pestisida kimia sintetis memberikan dampak negatif bagi lingkungan apabila digunakan secara berlebihan dan tidak sesuai dosis. Dampak negatifnya adalah meninggalkan residu dalam tanah sehingga kualitas lingkungan dapat menurun dan membahayakan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya (Mubushar *et al.*, 2019). Selain itu, dapat menimbulkan resistensi pada fungi patogen sehingga membuat pengendalian penyakit antraknosa semakin sulit (Doležal *et al.*, 2002). Oleh karena itu, alternatif yang perlu dilakukan guna mengurangi pestisida kimia sintetis adalah menggunakan agen hayati yang bersifat antagonis terhadap patogen.

Penggunaan agen hayati memiliki keunggulan dalam mengendalikan OPT, antara lain aman bagi makhluk hidup dan lingkungan, bebas dari residu pestisida serta dapat diperbanyak dengan teknologi yang sederhana dan mudah dalam mengaplikasikannya (Prihatiningsih *et al.*, 2015). Agen hayati biasanya memanfaatkan organisme hidup seperti mikroba yang memiliki kemampuan untuk melawan fitopatogen. Kemampuan antagonis tersebut telah berfungsi sebagai agen biokontrol patogen selama tidak mengakibatkan patogenitas pada inang (Ezziyyani *et al.*, 2009). Salah satu mekanisme penghambatan fungi patogen oleh agensia biokontrol adalah melalui antibiosis (Köhl *et al.*, 2019) yaitu mekanisme antagonisme yang melibatkan

hasil metabolit penyebab lisis, enzim pendegradasi dinding sel seperti selulase, pektinase, lipase dan protease, sejumlah antibiotik seperti trichidermin, viridin, dan gliovirin (Ghorbanpour *et al.*, 2018), yang dapat diperoleh dari *cell-free filtrate* (CFF).

Beberapa penelitian mengenai potensi CFF bakteri dalam menghambat fungi patogen telah dilaporkan, diantaranya oleh Nurbailis *et al.*, (2019) melaporkan CFF dari *Trichoderma* strain PP2 dan *T. koningi* memiliki kemampuan tertinggi dalam menghambat pertumbuhan dan perkecambahan konidia *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai. Birari *et al.*, (2018) melaporkan CFF dari isolat *T. viride* dan *Pseudomonas fluorescens* terbukti dapat menghambat pertumbuhan fungi patogen *C. capsici* pada tanaman cabai, baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Darmadi *et al.*, (2020) juga melaporkan bahwa CFF dari isolat *Paenibacillus polymyxa* dan *Bacillus siamensis* yang diisolasi dari rizosfer tanaman famili *Solanaceae*, *Graminae*, dan *Leguminoseae* menunjukkan kemampuan antifungi terhadap fungi patogen *C. scovillei* pada buah cabai dengan mekanisme antibiosis.

Pemanfaatan bakteri sebagai agen biokontrol terhadap fungi patogen juga dapat diperoleh dari bakteri indigenous kulit katak, dimana bakteri tersebut terbukti memiliki kemampuan untuk melawan berbagai mikroorganisme patogen (McKenzie *et al.*, 2012). Studi oleh Susilawati *et al.*, (2021) melaporkan bahwa *cell-free filtrate* dari isolat *Paenibacillus* sp. HJD57, *Raoultella* sp. HJD92 dan *Citrobacter* sp. B341 yang diisolasi dari kulit dua jenis katak yaitu *Hyla japonica* dan *Buergeria buergeri* memiliki potensi antifungi yang signifikan terhadap *Colletotrichum orbiculare*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, dan *Fusarium fujikuroi* dengan dugaan mekanismenya melalui antibiosis.

Katak jenis *S. crassiovis* merupakan jenis katak baru endemik di pulau Sumatera dan biasanya ditemukan di aliran sungai berarus deras. Bakteri kulit katak jenis *S. crassiovis* ini telah berhasil diisolasi dan menunjukkan aktivitas antifungi serta potensi biokontrol terhadap *C. acutatum* coll oleh Suri (2023) secara *in vitro* dan *in vivo*, dan berhasil diperoleh isolat unggul ScV9. Akan tetapi mekanisme antagonistik isolat ScV9 terhadap *C. acutatum* coll belum dilakukan sehingga pada penelitian

lanjutan ini penghasilan senyawa antifungi dari CFF isolat ScV9 akan dievaluasi potensinya dalam menghambat fungi patogen *C. acutatum* coll penyebab antraknosa pada tanaman cabai.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kemampuan antifungi *cell-free filtrate* bakteri ScV9 yang diisolasi dari kulit katak *S. crassiovis* dalam menghambat fungi patogen *C. acutatum* coll secara *in vitro*?
2. Bagaimana hasil uji aktivitas antifungi *cell-free filtrate* bakteri ScV9 yang diisolasi dari kulit katak *S. crassiovis* setelah diujikan secara *in vivo* pada buah dan biji cabai?

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kemampuan antifungi *cell-free filtrate* bakteri ScV9 yang diisolasi dari kulit katak *S. crassiovis* dalam menghambat fungi patogen *C. acutatum* coll secara *in vitro*.
2. Mengetahui hasil uji aktivitas antifungi *cell-free filtrate* bakteri ScV9 yang diisolasi dari kulit katak *S. crassiovis* setelah diujikan secara *in vivo* pada buah dan biji cabai.

D. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi antifungi *cell-free filtrate* bakteri ScV9 yang diisolasi dari kulit katak *S. crassiovis* sebagai alternatif agen biokontrol fitopatogen yang aman bagi lingkungan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah:

1. Kemampuan antagonis CFF bakteri ScV9 dengan konsentrasi 2%, 4% dan 6% yang diisolasi dari kulit katak *S. crassiovis* mampu menghambat patogen *C. acutatum* coll.
2. CFF dengan konsentrasi 6% menunjukkan kemampuan antifungi tertinggi dalam menghambat *C. acutatum* coll pada uji *in vivo* buah dan biji cabai.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah diperlukannya penelitian lebih lanjut untuk:

1. Menguji senyawa antifungi yang dihasilkan oleh CFF dalam menghambat *C. acutatum* coll.
2. Pengujian antifungi terhadap fungi patogen lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., Widodo, P., & Hidayah, H. A. (2014). Analisis Fenetik Kultivar Cabai Besar *Capsicum annuum* L. dan cabai kecil *Capsicum frutescens* L. *Scripta Biologica*, 1(1), 113. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2014.1.1.36>
- Al-Ghaferi, N., Kolodziejek, J., Nowotny, N., Coquet, L., Jouenne, T., Leprince, J., Vaudry, H., King, J. D., & Conlon, J. M. (2010). Antimicrobial peptides from the skin secretions of the South-East Asian frog *Hylarana erythraea* (Ranidae). *Peptides*, 31(4), 548–554. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2009.12.013>
- Ali, M. (2017). *Budidaya Tanaman Cabai Rawit*. 17542110009. <https://doi.org/https://doi.org/10.31219/osf.io/gres3>
- Andryukov, B., Mikhailov, V., & Besednova, N. (2019). Marine science and engineering the biotechnological potential of secondary metabolites from marine bacteria. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(176), 1–16. www.mdpi.com/journal/jmse
- Arifin, U., Smart, U., Hertwig, S. T., Smith, E. N., Iskandar, D. T., & Haas, A. (2018). Molecular phylogenetic analysis of a taxonomically unstable ranid from Sumatra, Indonesia, reveals a new genus with gastromyzophorous tadpoles and two new species. *Zoosystematics and Evolution*, 94(1), 163–193. <https://doi.org/10.3897/zse.94.22120>
- Aryani, R. D., Basuki, I. F., Budisantoso, I., & Widyastuti, A. (2022). Pengaruh Ketinggian Tempat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanam Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(2), 202–211. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v6i2.485>
- Asare-Bediako, E., Addo-Quaye, A., Boakye, B., Sarbah, J., Asante, P., & Dorm, E. (2015). Incidence and Severity of Viral and Fungal Diseases of Chili Pepper (*Capsicum frutescens*) in Some Districts in Ghana. *International Journal of Plant & Soil Science*, 7(3), 147–159. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2015/16830>
- Astuti, P., Fitriana, Y., Wibowo, L., & Susilo, F. (2020). Pertumbuhan dan Patogenitas Beberapa Isolat Mutan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Hama Penghisap Polong (*Riptortus linearis*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(2), 319. <https://doi.org/10.23960/jat.v8i2.3908>
- Aznar, A., & Dellagi, A. (2015). New insights into the role of siderophores as triggers of plant immunity: What can we learn from animals? *Journal of Experimental Botany*, 66(11), 3001–3010. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv155>
- Belden, L. K., & Harris, R. N. (2007). Infectious diseases in wildlife: The community ecology context. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(10), 533–539.

<https://doi.org/10.1890/060122>

- Birari, B. P., Kumar Chuodhari, R., Bhushan Birari, C. P., & Gade, R. (2018). Antifungal efficacy of plant extracts, biocontrol agents against *Colletotrichum capsici* causing anthracnose of chilli. ~ 1368 ~ *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 1368–1373.
- Brucker, R. M., Harris, R. N., Schwantes, C. R., Gallaher, T. N., Flaherty, D. C., Lam, B. A., & Minbirole, K. P. C. (2008). Amphibian chemical defense: Antifungal metabolites of the microsymbiont *Janthinobacterium lividum* on the salamander *Plethodon cinereus*. *Journal of Chemical Ecology*, 34(11), 1422–1429. <https://doi.org/10.1007/s10886-008-9555-7>
- Culp, C. E., Falkinham, J. O., & Belden, L. K. (2007). Identification of the natural bacterial microflora on the skin of eastern newts, bullfrog tadpoles and redback salamanders. *Herpetologica*, 63(1), 66–71. [https://doi.org/10.1655/0018-0831\(2007\)63\[66:IOTNBM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1655/0018-0831(2007)63[66:IOTNBM]2.0.CO;2)
- D'auria, F. D., Casciaro, B., De Angelis, M., Marcocci, M. E., Palamara, A. T., Nencioni, L., & Mangoni, M. L. (2022). Antifungal Activity of the Frog Skin Peptide Temporin G and Its Effect on *Candida albicans* Virulence Factors. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(11), 9–11. <https://doi.org/10.3390/ijms23116345>
- Dalimunthe, P. I. R., Siregar, E. B. M., & Anna, N. (2015). Response of *Cylindrocladium* Sp. Against Fungicides Containing the Active Ingredient Mancozeb in Vitro. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(3), 104–114.
- Damm, U., Woudenberg, J. H. C., Cannon, P. F., & Crous, P. W. (2009). *Colletotrichum* species with curved conidia from herbaceous hosts. *Fungal Diversity*, 39(1), 45–87.
- Darmadi, A. A. K., Suprpta, D. N., & Khalimi, K. (2020). Potential antagonistic rhizobacteria to control *Colletotrichum scovillei*, the cause of anthracnose disease in chili pepper. *Biodiversitas*, 21(6), 2727–2734. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210648>
- De Silva, D. D., Ades, P. K., Crous, P. W., & Taylor, P. W. J. (2017). *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*, 66(2), 254–267. <https://doi.org/10.1111/ppa.12572>
- Deising, H. B., Reimann, S., & Pascholati, S. F. (2008). Mechanisms and significance of fungicide resistance. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39(2), 286–295. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822008000200017>
- Diao, Y. Z., Zhang, C., Liu, F., Wang, W. Z., Liu, L., Cai, L., & Liu, X. L. (2017). *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China. *Persoonia*:

- Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 20–37.
<https://doi.org/10.3767/003158517X692788>
- Doležal, P., Hausvater, E., & Táborský, V. (2002). Practical experience with antiresistance strategies in the fungicides control of potato late blight. *Plant Protection Science*, 38(SI 2-6th Conf EFPP), 684–687.
<https://doi.org/10.17221/10590-pps>
- Duriat, A. S., Gunaeni, N., & Wulandari, A. W. (2007). *Penyakit Penting Tanaman Cabai dan Pengendaliannya*.
- Ege, B., & Julung, H. (2019). Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Melalui Pemberian Pupuk Organik Berbahan Dasar *Hydrilla verticillata* L. dan Kotoran Ayam. *Techno: Jurnal Penelitian*, 8(2), 278.
<https://doi.org/10.33387/tk.v8i2.1177>
- Elmabrok. (2012). Efficacy of *Lactobacillus plantarum* C5 Cell and Their Supernatant Against *Colletotrichum gloeosporioides* on Germination Rate of Chilli Seeds. *Research Journal of Biological Sciences*, 7(4), 159–164.
<https://doi.org/10.3923/rjbsci.2012.159.164>
- Elvianita, M., Liestiany, E., & Salamiah, S. (2023). Pengaruh Limbah Padat Kelapa Sawit untuk Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* spp.) Pada Tanaman Cabai Rawit. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 6(2), 683–690.
<https://doi.org/10.20527/jptt.v6i2.1850>
- Ezziyyani, M., Emilia, R. M., Catalina, E. G., Maria, R. A., & Emilia, C. M. (2009). Biological Control of *Phytophthora capsici* root rot of Pepper (*Capsicum annuum*) using *Burkholderia cepacia* and *Trichoderma harzianum*. *Journal of Applied Biosciences*, 155(13), 745–754.
- Falter, C., & Reumann, S. (2022). The essential role of fungal peroxisomes in plant infection. *Molecular Plant Pathology*, 23(6), 781–794.
<https://doi.org/10.1111/mpp.13180>
- Ghorbanpour, M., Omidvari, M., Abbaszadeh-Dahaji, P., Omidvar, R., & Kariman, K. (2018). Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*, 117, 147–157.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.11.006>
- Gomes, S., Bacelar, E., Martins-Lopes, P., Carvalho, T., & Guedes-Pinto, H. (2012). Infection Process of Olive Fruits by *Colletotrichum acutatum* and the Protective Role of the Cuticle and Epidermis. *Journal of Agricultural Science*, 4(2), 101–110. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n2p101>
- Haggag, W. M., & Mohamed, H. A.-L. A. (2007). Biotechnological Aspects of Microorganisms Used in Plant Biological Control. *American-Eurasian Journal of*

Sustainable Agriculture, 1(1), 7–12.

- Harris, R. N., Brucker, R. M., Walke, J. B., Becker, M. H., Schwantes, C. R., Flaherty, D. C., Lam, B. A., Woodhams, D. C., Briggs, C. J., Vredenburg, V. T., & Minbiole, K. P. C. (2009). Skin microbes on frogs prevent morbidity and mortality caused by a lethal skin fungus. *ISME Journal*, 3(7), 818–824. <https://doi.org/10.1038/ismej.2009.27>
- Hartati, S., Wiyono, S., Hidayat, S. H., & Sinaga, M. S. (2019). Antagonism Mechanism of Epiphytic Yeast against Anthracnose Pathogen (*Colletotrichum acutatum*) on Chilli. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 47. <https://doi.org/10.22146/jpti.40951>
- Imran, H., Darine, T. H., & Mohamed, E. L. G. (2012). In vitro screening of soil bacteria for inhibiting phytopathogenic fungi. *African Journal of Biotechnology*, 11(81), 14660–14670–14670. <https://doi.org/10.5897/AJB10.2508>
- Jared, C., Mailho-Fontana, P. L., Marques-Porto, R., Sciani, J. M., Pimenta, D. C., Brodie, E. D., & Antoniazzi, M. M. (2018). Skin gland concentrations adapted to different evolutionary pressures in the head and posterior regions of the caecilian *Siphonops annulatus*. *Scientific Reports*, 8(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22005-5>
- Katerere, D. R., Dawood, A., Esterhuyse, A. J., Vismer, H. F., & Govender, T. (2013). *Antifungal activity of epithelial secretions from selected frog species of South Africa*. 12(45), 6411–6418. <https://doi.org/10.5897/AJB2013.12036>
- Kementrian Perdagangan. (2016). Produktivitas Tanaman Cabai di Indonesia.
- Köhl, J., Kolnaar, R., & Ravensberg, W. J. (2019). Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: Relevance beyond efficacy. *Frontiers in Plant Science*, 10(7), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00845>
- Lamsal, K., Kim, S. W., Kim, Y. S., & Lee, Y. S. (2012). Application of rhizobacteria for plant growth promotion effect and biocontrol of anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* on pepper. *Mycobiology*, 40(4), 244–251. <https://doi.org/10.5941/MYCO.2012.40.4.244>
- Langenegger, N., Nentwig, W., & Kuhn-Nentwig, L. (2019). Spider venom: Components, modes of action, and novel strategies in transcriptomic and proteomic analyses. *Toxins*, 11(10), 4–7. <https://doi.org/10.3390/toxins11100611>
- Lelang, M. A., Ceunfin, S., & Lelang, A. (2019). Karakterisasi Morfologi dan Komponen Hasil Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Asal Pulau Timor. *Savana Cendana*, 4(01), 17–20. <https://doi.org/10.32938/sc.v4i01.588>
- Li, Y., Cai, Y., Liang, Y., Ji, P., & Xu, L. (2020). Assessment of antifungal activities of

- a biocontrol bacterium BA17 for managing postharvest gray mold of green bean caused by *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology*, 16(9), 4–7. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111086>
- Liu, C., Hong, J., Yang, H., Wu, J., Ma, D., Li, D., Lin, D., & Lai, R. (2010). Frog skins keep redox homeostasis by antioxidant peptides with rapid radical scavenging ability. *Free Radical Biology and Medicine*, 48(9), 1173–1181. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.01.036>
- Liu, F., Tang, G., Zheng, X., Li, Y., Sun, X., Qi, X., Zhou, Y., Xu, J., Chen, H., Chang, X., Zhang, S., & Gong, G. (2016). Molecular and phenotypic characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in peppers from Sichuan Province, China. *Scientific Reports*, 6(8), 1–17. <https://doi.org/10.1038/srep32761>
- Liu, H., Zhang, R., Zhang, Q., Tian, M., Ren, X., Wang, L., & Wang, X. (2023). Antifungal Activity of Cell-Free Supernatants from *Lactobacillus pentosus* 86 against *Alternaria gaisen*. *Horticulturae*, 9(8), 11–12. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9080911>
- Liu, Y., & Breukink, E. (2016). The membrane steps of bacterial cell wall synthesis as antibiotic targets. *Antibiotics*, 7(5), 3–13. <https://doi.org/10.3390/antibiotics5030028>
- Mardanovna, A. M., Fanisovna Hadieva, G., Tafkilevich Lutfullin, M., Valer'evna Khilyas, I., Farvazovna Minnullina, L., Gadelevna Gilyazeva, A., Mikhailovna Bogomolnaya, L., & Rashidovna Sharipova, M. (2017). *Bacillus subtilis* Strains with Antifungal Activity against the Phytopathogenic Fungi. *Agricultural Sciences*, 8(1), 1–20. <https://doi.org/10.4236/as.2017.81001>
- Marliyanti, L., Syukur, M., & Widodo, . (2013). Daya Hasil 15 Galur Cabai IPB dan Ketahanannya terhadap Penyakit Antraknosa yang Disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. *Buletin Agrohorti*, 1(1), 7. <https://doi.org/10.29244/agrob.1.1.7-13>
- Marques, J. P. R., Soares, M. K. M., & Appezzato-Da-Gloria, B. (2013). New staining technique for fungal-infected plant tissues. *Turkish Journal of Botany*, 37(4), 784–787. <https://doi.org/10.3906/bot-1204-9>
- McKenzie, V. J., Bowers, R. M., Fierer, N., Knight, R., & Lauber, C. L. (2012). Co-habiting amphibian species harbor unique skin bacterial communities in wild populations. *ISME Journal*, 6(3), 588–596. <https://doi.org/10.1038/ismej.2011.129>
- Mongkolporn, O., Montri, P., Supakaew, T., & Taylor, P. W. J. (2010). Differential reactions on mature green and ripe chili fruit infected by three *Colletotrichum* spp.

- Plant Disease*, 94(3), 306–310. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-3-0306>
- Mubushar, M., Aldosari, F. O., Baig, M. B., Alotaibi, B. M., & Khan, A. Q. (2019). Assessment of farmers on their knowledge regarding pesticide usage and biosafety. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(7), 1903–1910. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.03.001>
- Muhtady, M. C., & Fitri, I. (2021). Exploration and Identification of Entomopatogen *Lecanicillium* sp. With Baiting Insect Method. *Jurnal Matematika & Sains*, 1(2), 99–106. <https://doi.org/10.55273/jms.v1i2.105>
- Muñoz-Guerrero, J., Guerra-Sierra, B. E., & Alvarez, J. C. (2021). Fungal Endophytes of Tahiti Lime (*Citrus citrus* × *latifolia*) and Their Potential for Control of *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds Causing Anthracnose. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9(4), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.650351>
- Muthoni, J., Shimelis, H., & Melis, R. (2012). Management of Bacterial Wilt of Potatoes: Opportunity for Host Resistance in Kenya. *Journal of Agricultural Science*, 4(9), 3–5. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n9p64>
- Napitulu, H. P. B. M., Khalimi, K., & Suprpta, D. N. (2020). Uji Efektivitas Agen Hayati Dari Rizosfer dan Filosfer Tanaman *Solanaceae* untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) 12, 12–13. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>
- Nurbailis, Djamaan, A., Rahma, H., & Liswarni, Y. (2019). Potential of culture filtrate from trichoderma spp. As biofungicide to *Colletotrichum gloeosporioides* causing anthracnose disease in chili. *Biodiversitas*, 20(10), 2915–2920. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201020>
- Nurjasmi, R., & Suryani, S. (2020). Uji Antagonis Actinomycetes terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.52643/jir.v11i1.843>
- Perdani, A. Y., Paradisa, Y. B., Wahyuni, Indrayani, S., Sulistyowati, Y., & Cahyani, Y. (2021). Response of Six Chili Varieties To Anthracnose Disease Caused By *Colletotrichum Acutatum* and *C. Gloeosporioides*. *Journal of Tropical Plant Pests and Diseases*, 21(2), 144–150. <https://doi.org/10.23960/jhptt.221144-150>
- Pitaloka, D. (2019). Potensi, Pengembangan dan Tantangan. *Jurnal Teknologi Terapan*, 1(1), 1–4. <https://doi.org/10.33379/gtech.v1i1.260>
- Prasetyo, G., Ratih, S., Ivayani, & Akin, H. M. (2017). Efektivitas *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* Terhadap Keparahan Penyakit dan Hawar Daun. *J. Agrotek Tropika*, 5(2), 102–108. <https://doi.org/10.23960/jat.v5i2.1834>

- Prihatiningsih, N., Arwiyanto, T., Hadisutrisno, B., & Widada, J. (2015). Mekanisme Antibiosis *Bacillus Subtilis* B315. *HPT Tropika*, 15(1), 64–71.
- Priyatno, T. P., Bakar, F. D. A., Redzuan, R. A., Mahadi, N. M., & Murad, A. M. A. (2020). Functional analysis of an appressorium-specific gene from *Colletotrichum gloeosporioides*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 482(1), 4-9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/482/1/012023>
- Rahman, M. ., Kadir, J., Mahmud, T. M. ., Rahman, R. A., & Begum, M. . (2007). *Screening of antagonist bacteria for biocontrol activities of C. gloeosporioides papaya*. *Asian Journal of Plant Sciences*. 6. 12-20. 10.3923/ajps.2007.12.20
- Ramdan, E. P., Kanny, P. I., Ega, M., Miska, E., Ayu, S., Agroteknologi, P. S., Gunadarma, U., Cina, P., Agroteknologi, M., Agroteknologi, P. S., & Industri, F. T. (2021). Penekanan Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa Oleh Beberapa Agens Hayati Pada Skala In Vitro. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 24(2), 68-70. <https://doi.org/10.30596/agrium.v24i2.8061>
- Randy, M., Aidawati, N., & Pramudi, M. I. (2021). Uji Efektifitas Konsentrasi Larutan Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.) Dalam Menghambat Perkembangan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) Pada Tanaman Cabai Rawit. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 4(2), 313–319. <https://doi.org/10.20527/jpvt.v4i2.762>
- Rebollar, E. A., Gutiérrez-Preciado, A., Noecker, C., Eng, A., Hughey, M. C., Medina, D., Walke, J. B., Borenstein, E., Jensen, R. V., Belden, L. K., & Harris, R. N. (2018). The skin microbiome of the neotropical frog *Craugastor fitzingeri*: Inferring potential bacterial-host-pathogen interactions from metagenomic data. *Frontiers in Microbiology*, 9(3), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00466>
- Robak, M. J., Saenz, V., de Cortie, E., & Richards-Zawacki, C. L. (2023). Effects of temperature on the interaction between amphibian skin bacteria and *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Frontiers in Microbiology*, 14(10), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1253482>
- Rosadi, I., Ayuni, C. L. Q., Nurcahyani, I., Muhammadiyah, M., Butar-Butar, I. P. P., & Oktavianingsih, L. (2022). Analisis Tingkat Keparahan Penyakit pada Daun Tanaman Pangan dengan Menggunakan Software ImageJ dan Plantix. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 100. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i1.4575>
- Saxena, A., Raghuwanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli anthracnose: The epidemiology and management. *Frontiers in Microbiology*, 7(9), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>
- Shannon, A. H., Adelman, S. A., Hisey, E. A., Potnis, S. S., Roza, V., Yung, M. W., Li, J. Y., Murphy, C. J., Thomasy, S. M., & Leonard, B. C. (2022). Antimicrobial

- Peptide Expression at the Ocular Surface and Their Therapeutic Use in the Treatment of Microbial Keratitis. *Frontiers in Microbiology*, 13(6), 2–5. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.857735>
- Singh, K., Nizam, S., Sinha, M., & Verma, P. K. (2012). Comparative transcriptome analysis of the necrotrophic fungus *Ascochyta rabiei* during oxidative stress: Insight for fungal survival in the host plant. *PLoS ONE*, 7(3), 3–4. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033128>
- Sudiarta, I., & Sumiarta, K. (2012). Present Status of Major Pests and Diseases of Tomato and Chili in Bali. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 1(1), 86–91.
- Sudirga, S. K. (2016). Isolation and Identification of Fungi *Colletotrichum* spp. Isolate PCS Caused The Anthracnose Disease of Chili Fruit (*Capsicum annuum* L.) in Bali. *JURNAL METAMORFOSA*, 3(1), 23–30. <https://doi.org/10.1017/S0007485317000906>
- Suri, D. A. (2023). Aktivitas Biokontrol Bakteri yang Diisolasi dari Katak *Sumaterana crassiovis* Terhadap *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai. UIN Sunan Kalijaga.
- Susanti, V., Dwi Nurcahyanti, S., & Masnilah, D. R. (2018). Perkembangan Penyakit dan Pertumbuhan Lima Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Sistem Tanam Blok The Development of a Disease and Growth Five Varieties of Rice (*Oryza sativa* L.) with a System of Planting Block. *J. Agrotek. Trop*, 7(1), 8–19.
- Susilawati, L., Iwai, N., Komatsu, K., & Arie, T. (2021). Antifungal activity of bacteria isolated from Japanese frog skin against plant pathogenic fungi. *Biological Control*, 153(12), 4–8. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104498>
- Susilawati, L., Sari, P. A., Septiani, M., & Purnomo, E. S. (2023). Bio efficacy of frog skin bacteria as biological control agents against chili anthracnose disease. *Jurnal Biologi Udayana*, 27(1), 109. <https://doi.org/10.24843/jbiounud.2023.v27.i01.p11>
- Syah Bani Hasbi, N., Rosa, H. O., & Liestiany, E. (2021). Intensitas Serangan Penyakit Antraknosa yang Disebabkan Oleh *Colletotrichum* sp. pada Tanaman Cabai Rawit dan Cabai Besar di Desa Karya Maju Kecamatan Marabahan Kabupaten Barito Kuala. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 4(3), 380–385. <https://doi.org/10.20527/jppt.v4i3.902>
- Tafesse, S., Damtew, E., van Mierlo, B., Lie, R., Lemaga, B., Sharma, K., Leeuwis, C., & Struik, P. C. (2018). Farmers' knowledge and practices of potato disease management in Ethiopia. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 86(9), 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2018.03.004>

- Than, P. P., Jeewon, R., Hyde, K. D., Pongsupasamit, S., Mongkolporn, O., & Taylor, P. W. J. (2008). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant Pathology*, 57(3), 562–572. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01782.x>
- Tiandora, M., Widyawati, W., & Darmawangsa, D. (2019). Kadar Hambat Minimum (KHM) dan Kadar Bunuh Minimum (KBM) Pada Buah Cabai Keriting (*Capsicum annum*, L) Terhadap Bakteri *Streptococcus viridans* Secara *in vitro*. *B-Dent: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah*, 4(1), 9–14. <https://doi.org/10.33854/jbdjbd.94>
- Vu, T. X., Tran, T. B., Tran, M. B., Do, T. T. K., Do, L. M., Dinh, M. T., Thai, H. D., Pham, D. N., & Tran, V. T. (2023). Efficient control of the fungal pathogens *Colletotrichum gloeosporioides* and *Penicillium digitatum* infecting citrus fruits by native soilborne *Bacillus velezensis* strains. *Heliyon*, 9(2), 6–9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13663>
- Wakhidah, N., Kasrina, K., & Bustamam, H. (2021). Keanekaragaman Fungi Patogen pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) di Dataran Rendah. *Konservasi Hayati*, 17(2), 63–68. <https://doi.org/10.33369/hayati.v17i2.17920>
- Welideniya, W. A., Rienzie, K. D. R. C., Wickramaarachchi, W. A. R. T., & Aruggoda, A. G. B. (2019). Characterization of fungal pathogens causing anthracnose in capsicum pepper (*Capsicum annum* L.) and their seed borne nature. *Ceylon Journal of Science*, 48(3), 261. <https://doi.org/10.4038/cjs.v48i3.7650>
- Widya Anggraeni, Elvi Rusmiyanto P. Wardoyo, R. (2019). Isolasi dan Identifikasi Jamur Pada Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Yang Bergejala Antraknosa Dari Lahan Pertanian Di Dusun Jeruk. *Jurnal Protobiont*, 8(2), 94–100. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v8i2.34058>
- Woodhams, D. C., Vredenburg, V. T., Simon, M. A., Billheimer, D., Shakhtour, B., Shyr, Y., Briggs, C. J., Rollins-Smith, L. A., & Harris, R. N. (2007). Symbiotic bacteria contribute to innate immune defenses of the threatened mountain yellow-legged frog, *Rana muscosa*. *Biological Conservation*, 138(3–4), 390–398. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.05.004>
- Wulandari, Nugraha, F., Satria, R., & Atifah, Y. (2023). *Jurnal Biologi Tropis The Diversity of Anuran Species in the Talago Waterfall , Tanjung Raya*, 23(5), 248–256.
- Yáñez-Mendizábal, V., & Falconí, C. E. (2021). *Bacillus subtilis* CtpxS2-1 induces systemic resistance against anthracnose in Andean lupin by lipopeptide production. *Biotechnology Letters*, 43(3), 719–728. <https://doi.org/10.1007/s10529-020-03066-x>

- Zhang, Jiang, F., & Ou, J. (2011). *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1(2), 125–144.
- Zhao, H., Liu, K., Fan, Y., Cao, J., Li, H., Song, W., Liu, Y., & Miao, M. (2022). Cell-free supernatant of *Bacillus velezensis* suppresses mycelial growth and reduces virulence of *Botrytis cinerea* by inducing oxidative stress. *Frontiers in Microbiology*, 13(8), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.980022>
- Zuraidah, Z., Nida, Q., & Wahyuni, S. (2020). Uji Antagonis Bakteri Terhadap Cendawan Patogen Penyakit Blas. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 8(1), 37. <https://doi.org/10.22373/biotik.v8i1.6667>