

**AKTIVITAS BIOKONTROL BAKTERI YANG DIISOLASI
DARI KATAK *Sumaterana crassiovis* TERHADAP
Colletotrichum sp. PENYEBAB PENYAKIT ANTRAKNOSA
PADA CABAI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada

Program Studi Biologi



disusun oleh:

Dewi Atika Suri

19106040043

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2023



**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-55/Un.02/DST/PP.00.9/01/2024

Tugas Akhir dengan judul : Aktivitas Biokontrol Bakteri yang Diisolasi dari Katak *Sumaterana crassiovis* terhadap *Colletorichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DEWI ATIKA SURI
Nomor Induk Mahasiswa : 19106040043
Telah diujikan pada : Jumat, 15 Desember 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

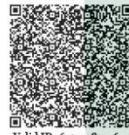
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



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

Valid ID: 659e48a33a1cf



Penguji I
Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6594e780c567e2



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

Valid ID: 659b8eb69044e



Yogyakarta, 15 Desember 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 659fab9e31f9

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Dewi Atika Suri

NIM : 19106040043

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi saya ini adalah asli hasil karya atau penelitian penulis sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuki sumbernya.

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

Yogyakarta, 28 November 2023
Yang Menyatakan



Dewi Atika Suri
19106040043

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat 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 : Dewi Atika Suri
NIM : 19106040043
Judul Skripsi : Aktivitas Biokontrol Bakteri yang Diisolasi dari Katak (*Sumaterana crassiovis*) terhadap *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai

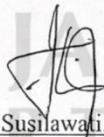
sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Biologi.

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, 12 Desember 2023

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA


Lela Susilawati, Ph. D.
NIP. 19790127 200901 2 004

HALAMAN MOTTO

الْجِدُّ وَالْإِجْتِهَادُ سِرُّ الْمَعَارِفِ

“Kesungguhan dan ketekunan adalah kunci rahasia ilmu”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil ‘alamin, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam, yang telah melimpahkan Rahmat, Karunia dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aktivitas Biokontrol Bakteri yang Diisolasi dari Katak *Sumaterana crassiovis* terhadap *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai” dengan baik. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Semoga kita termasuk umat yang mendapat syafaatnya di hari akhir kelak.

Selesainya penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan dan arahan dari berbagai pihak, baik berupa pikiran, gagasan, motivasi dan doa. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si., selaku ketua Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dias Idha Pramesti, S.Si., M.Si., selaku dosen pendamping akademik yang banyak memberikan saran dan masukan terkait bidang akademik selama perkuliahan ini.
3. Ibu Lela Susilawati, Ph.D., selaku dosen pembimbing skripsi dan telah memberikan izin penggunaan data Frog's Project untuk skripsi ini, serta meluangkan waktu untuk memberikan koreksi, masukan, arahan, dan bimbingan dari tahap awal proposal hingga penyelesaian naskah skripsi yang akan disidangkan.
4. Seluruh jajaran dosen dan tenaga pendidik Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Orang tua, Bapak Lukman Hakim, Ibu Puji Astuti, Abah Yai Chamdani Yusuf dan Bu Nyai Nailyl Izza yang selalu memberi dukungan materi maupun non materi.
6. Lutfi Nur Afdila, Novi Salsabila, dan Adelia Stevanie yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
7. Mas Haedar Alfi Yahya yang telah membantu serta memberi masukan dan semangat sehingga skripsi ini selesai.

8. Keluarga Pondok Pesantren Inayatullah, Keluarga Boros (Ganesya, Icha, Bela, Rika dan Lutfi), Teman-teman Lab yang telah memberikan semangat, masukan dan motivasi sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
9. LPPM UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan akomodasi dana untuk penelitian ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu demi satu atas segala atensinya dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa naskah skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar naskah skripsi ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat.

Yogyakarta, 19 November 2023

Penulis



Aktivitas Biokontrol Bakteri yang Diisolasi dari Katak *Sumaterana crassiovis* terhadap *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai

Dewi Atika Suri

19106040043

ABSTRAK

Penyakit antraknosa pada cabai yang disebabkan oleh *Colletotrichum* sp. merupakan penyakit yang sulit dikendalikan dan sangat merugikan petani. Upaya pengendalian fungi patogen yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan memanfaatkan agen hayati. Bakteri *indigenous* kulit katak berpotensi sebagai agen pengendali hayati untuk *Colletotrichum* karena memiliki sifat antifungi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri yang berpotensi mengendalikan penyakit antraknosa secara *in vitro* dan *in vivo*. Sebanyak tiga belas isolat bakteri *indigenous* berhasil diisolasi dan tiga diantaranya merupakan bakteri terpilih untuk agen hayati berdasarkan hasil *screening* bakteri melalui metode *dual culture* dengan persentase penghambatan yang dihasilkan oleh isolat ScV9, ScV11, dan ScV12 berturut-turut yaitu 55,2%, 52,6% dan 53,9%. Uji *in vitro* melalui beberapa pengujian yaitu uji hambat miselium, uji germinasi konidia, dan *slide technique culture*. Hasil uji terhadap ketiga isolat terpilih menunjukkan aktivitas antifungi yang signifikan, menghambat pertumbuhan fungi dengan persentase yang cukup tinggi. Sementara itu, uji *in vivo* melibatkan buah dan biji cabai dimana baik uji *in vitro* maupun *in vivo* menunjukkan hasil keefektifannya yang sangat signifikan mengurangi dampak penyakit antraknosa dibandingkan dengan fungsida.

Kata kunci: agen hayati; antraknosa; bakteri *indigenous* kulit katak; biokontrol; *Colletotrichum*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**Biocontrol Activity of Bacteria Isolated from *Sumaterana crassiovis* Frog
against *Colletotrichum* sp Causes of Anthracnose Disease in Chillies**

Dewi Atika Suri

19106040043

ABSTRACT

Chili anthracnose disease caused by *Colletotrichum* sp. is a challenging and highly detrimental condition for farmers. The application of environmentally friendly agent such as bacteria as biocontrol against this pathogenic fungus can reduce the fungal resistance of fungicide. Frog skin bacteria have antifungal activity that can be developed as biocontrol against *Colletotrichum*. This study aims to isolate bacteria with the potential for controlling anthracnose disease both in vitro and in vivo. Thirteen indigenous bacterial isolates were successfully obtained, with three selected superior isolates based on a dual-culture screening method. Isolates ScV9, ScV11, and ScV12 showed inhibition percentages of 55,2%, 52,6%, and 53,9%, respectively. In vitro tests including mycelium inhibition, conidial germination, and slide technique culture revealed significant antifungal activity for these selected isolates effectively. Moreover, in vivo testing involving chili fruits and seeds demonstrated their remarkable effectiveness in reducing anthracnose compared to the fungicide.

Keywords: anthracnose; biocontrol; biological agents; *Colletotrichum*; indigenous frog skin bacteria

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Tanaman Cabai dan Serangan Penyakit Antraknosa	5
B. Fungi <i>Colletotrichum</i> dan Karakteristiknya	6
C. Pengendalian <i>Colletotrichum</i> sp.	7
D. Potensi Bakteri Indigenous dari Kulit Katak sebagai Agen Biokontrol Fitopatogen	8
BAB III METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat	10
B. Alat dan Bahan	10

C. Prosedur Kerja	10
D. Analisis Statistik.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
A. Hasil	16
B. Pembahasan	28
BAB V PENUTUP.....	31
A. Kesimpulan.....	31
B. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	37



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.** Skema *dual culture method*. Cakram fungi (diameter 6mm) ditumbuhkan di tengah media PDA dan diinkubasikan selama 24 jam, suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$. Bakteri umur 24 jam ditumbuhkan pada media yang sama dengan fungi berjarak 2 cm, dan kembali diinkubasikan selama 7 hari suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$. Ket: F= fungi, B= bakteri..... 12
- Gambar 2.** Hasil purifikasi isolat bakteri di media TSA, umur 24 jam (a) isolat ScV1 (b) isolat ScV2 (c) isolat ScV3 (d) isolat ScV4 (e) isolat ScV5 (f) isolat ScV6 (g) isolat ScV7 (h) ScV8 (i) isolat ScV9 (j) isolat ScV10 (k) isolat ScV11 (l) isolat ScV12 (m) isolat ScV13 16
- Gambar 3.** Koloni tunggal bakteri umur 24 jam setelah proses purifikasi pada media TSA yang diamati menggunakan mikroskop stereo (a) isolat ScV1 (b) isolat ScV2 (c) isolat ScV3 (d) isolat ScV4 (e) isolat ScV5 (f) isolat ScV6 (g) isolat ScV7 (h) isolat ScV8 (i) isolat ScV9 (j) isolat ScV10 (k) isolat ScV11 (l) isolat ScV12 (m) isolat ScV13 17
- Gambar 4.** Hasil uji antagonis tiga bakteri terpilih ScV9, ScV11 dan ScV12 terhadap fungi *Colletotrichum* sp. (A) Hasil *dual culture* bakteri terpilih di media PDA setelah 7 hari inkubasi pada suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$; (B) Grafik yang menunjukkan signifikansi 3 isolat terpilih terhadap kontrol ($\pm\text{SE}$, $n = 3$). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi ($***P < 0,001$) dengan uji T..... 18
- Gambar 5.** Hasil uji hambat miselium *Colletotrichum* sp terhadap isolat bakteri terpilih pada media PDA setelah 7 hari inkubasi pada suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$ 19
- Gambar 6.** Hasil uji hambat miselium tiga bakteri terpilih ScV9, ScV11 dan ScV12 terhadap fungi *Colletotrichum* sp (\pm standar eror, SE, $n = 3$). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi ($***P < 0,001$, $**P < 0,01$) dengan uji T. 20
- Gambar 7.** Konidia *Colletotrichum* sp inkubasi 24 jam setelah perlakuan dengan bakteri terpilih yang diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran $40\times$ 21
- Gambar 8.** Persentase kemampuan germinasi konidia *Colletotrichum* sp setelah diberi perlakuan tiga bakteri terpilih ScV9, ScV11 dan ScV12 (\pm standar eror, SE,

n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001) dengan uji T.....	21
Gambar 9. Morfologi hifa <i>Colletotrichum</i> pasca perlakuan dengan isolat terpilih menggunakan metode slide technique culture terdeteksi adanya abnormalitas pada hifa fungi uji bila dibandingkan dengan kontrol yang tampak normal (a); (b) isolat ScV9; (c) isolat ScV11; (d) isolat ScV12. sw: swollen hyphae; cr: curled; ly:lisis (perbesaran 40x10	22
Gambar 10. Persentase kejadian penyakit pada buah cabai setelah diberi perlakuan tiga bakteri terpilih ScV9, ScV11 dan ScV12 (\pm standar error, SE, n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001) dengan uji T.....	23
Gambar 11. Persentase keparahan penyakit pada buah cabai setelah diberi perlakuan tiga bakteri terpilih ScV9, ScV11 dan ScV12 (\pm standar error, SE, n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001) dengan uji T.....	24
Gambar 12. Hasil uji <i>in vivo</i> bakteri terhadap buah cabai yang diinokulasikan dengan fungi uji <i>Colletotrichum</i> (<i>Col</i>) setelah 7 hari masa inkubasi dengan variasi perlakuan (a) <i>Col</i> +akuades; (b) <i>Col</i> + mankozeb 82%; (c) <i>Col</i> + ScV9 (1×10^7 cfu/mL); (d) <i>Col</i> +ScV9 (1×10^8 cfu/mL); (e) <i>Col</i> + ScV11 (1×10^7 cfu/mL); (f) <i>Col</i> + ScV11 (1×10^8 cfu/mL); (g) <i>Col</i> + ScV12 (1×10^7 cfu/mL); (h) <i>Col</i> + ScV12 (1×10^8 cfu/mL).....	24
Gambar 13. Persentase kejadian penyakit pada biji cabai setelah diberi perlakuan tiga bakteri terpilih ScV9, ScV11 dan ScV12 (\pm standar error, SE, n = 3). Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,001, *P<0,01, *P<0,1) dengan uji T.....	26
Gambar 14. Hasil uji <i>in vivo</i> biji cabai yang telah diinfeksi <i>Colletotrichum</i> (<i>Col</i>) dengan diberi perlakuan tiga isolat terpilih yang diamati dengan mikroskop stereo setelah 7 hari infeksi (a) kontrol (akuades) (b) <i>Col</i> + akuades (c) <i>Col</i> + ScV9 1×10^7 cfu/mL (d) <i>Col</i> + ScV9 1×10^8 cfu/mL (e) <i>Col</i> + ScV11 1×10^7 cfu/mL (f) <i>Col</i> + ScV11 1×10^8 cfu/mL (g) <i>Col</i> + ScV12 1×10^7 cfu/mL (h) <i>Col</i> + ScV12 1×10^8 cfu/mL.....	26

Gambar 15. Hasil pengamatan makroskopik pada bakteri terpilih menggunakan mikroskop stereo perbesaran 5x (a) isolat ScV9 (b) isolat ScV11 (c) isolat ScV12 27

Gambar 16. Hasil pengamatan cat gram bakteri terpilih dengan mikroskop cahaya perbesaran 100x (a) isolat ScV9 (b) isolat ScV11 (c) isolat ScV12 27

Gambar 17. Koloni *Colletotrichum* umur 10 hari pada media PDA 37



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Morfologi koloni tunggal bakteri umur 24 jam setelah proses purifikasi pada media TSA yang diamati menggunakan mikroskop stereo.....	17
Tabel 2. Hasil uji in vivo isolat bakteri terhadap buah cabai yang terserang penyakit dan diinkubasi selama 7 hari berdasarkan keparahan penyakit	23
Tabel 3. Persentase kejadian penyakit setelah uji in vivo pada biji cabai, inkubasi 7 hari pada $\pm 28^{\circ}\text{C}$	25



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sayuran merupakan salah satu hasil produk dari komoditas tanaman hortikultura yang memiliki keunggulan untuk pemulihan perekonomian Indonesia. Namun, dalam perkembangannya kerap ditemukan permasalahan dan hambatan para petani dalam mengelola tanaman hortikultura. Hama dan penyakit sebagai kendala utama para petani dalam mengelola tanaman.

Tanaman dapat terinfeksi patogen penyakit melalui perantara angin, udara, air, tanah, dan serangga (Soesanto *et al.*, 2011). Cabai (*Capsicum* sp.) merupakan salah satu hasil komoditas penting hortikultura. Permintaan konsumen terhadap cabai terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan berbagai jenis menu makanan yang bervariasi (Nawangsih *et al.*, 1995). Penyakit yang umum menyerang tanaman cabai adalah antraknosa dan penyebarannya meningkat ketika musim hujan karena disebabkan oleh fungi *Colletotrichum* sp. (Saxena *et al.*, 2016). Patogen ini mengakibatkan turunnya produksi cabai sehingga sangat merugikan petani jika tidak segera dicari solusinya (Nurjasmi & Suryani, 2020).

Tanaman cabai yang terinfeksi antraknosa menunjukkan beberapa gejala antara lain ditemukan adanya bintik kecil berwarna kehitaman, buah mengalami deformasi epidermis, kering dan kemudian membusuk. Buah cabai yang terinfeksi *Colletotrichum* ini akan mengakibatkan rusak dan turunnya kualitas estetika dari buah cabai sehingga nilai jual petani menjadi rendah (Nurhayati, 2011). Menurut Semangun (1994), budidaya tanaman cabai beresiko pada kegagalan panen akibat seringnya terserang fungi *Colletotrichum capsici* sebagai penyebab utama penyakit antraknosa dengan kerugian mencapai 5 - 65%.

Manajemen pengendalian penyakit antraknosa menjadi perhatian utama bagi para petani dan ahli pertanian karena belum ditemukan langkah pengendalian yang efektif (Saxena *et al.*, 2016). Praktik umum dalam penanganan serangan penyakit antraknosa adalah penggunaan fungisida sintetis oleh para petani. Namun, penggunaan berlebihan bahan kimia ini menyebabkan sisa residu yang bersifat toksik, yang pada gilirannya mengakibatkan perkembangan resistensi pada isolat

patogen. Hal ini semakin memperburuk kesulitan dalam upaya pengendalian penyakit ini (Doležal *et al.*, 2002). Efek negatif dari penggunaan berlebihan fungisida terbukti dapat menciptakan ketidakseimbangan ekosistem dan menimbulkan sejumlah masalah yang secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi kehidupan manusia (Corkley *et al.*, 2021). Dampak merugikan dari penggunaan fungisida termasuk risiko terhadap kesehatan petani, kontaminasi lingkungan yang dapat mematikan organisme lain, dan residu yang melekat pada hasil tanaman yang berpotensi membahayakan kesehatan konsumen (Garg *et al.*, 2014; Arwiyanto, 2003). Pengendali fungi patogen bisa dilakukan secara ramah lingkungan melalui pemanfaatan agen hayati. Menurut Dewi *et al.*, (2020) bakteri *Pseudomonas fluorescens* memiliki sifat yang efektif dalam menekan fungsi patogen dengan menghasilkan senyawa antifungi.

Beberapa penelitian melaporkan kemampuan agen hayati mikroba dalam menghambat pertumbuhan *pytopathogen* misalnya penelitian Ramdan *et al.*, (2021) *P. fluorescens* dan *Trichoderma* sp. efektif dalam menekan pertumbuhan *Colletotrichum* sp. pada tanaman cabai, dengan mekanisme antibiosis dan kompetisi. Napitupulu *et al.*, (2020) melaporkan pengendalian penyakit antraknosa pada *Capsicum* sp. oleh bakteri TrRr7 dan fungi TmFr4 dari rizosfer dan filosfer dari tanaman *Solanaceae* menunjukkan penghambatan pertumbuhan fungsi *C. truncatum* secara *in vitro*. Susilawati *et al.*, (2021) berhasil mendapatkan bakteri unggul *Paenibacillus* sp. HJD57, *Raoultella* sp. HJD92 dan *Citrobacter* sp. B341 yang secara signifikan menghambat pertumbuhan fungsi *C. orbiculare* penyebab penyakit antraknosa pada mentimun, *Fusarium* sp. penyebab *fusarium wilt* pada tomat dan penyakit *bakanae* pada padi.

Salah satu agen hayati yang digunakan sebagai biokontrol pada tanaman yaitu bakteri dari kulit katak. Katak merupakan salah satu amfibi yang memiliki kulit relatif tipis dan permeabel yang memungkinkan adanya pertukaran zat antara lingkungan eksternal dan tubuh katak (Varga *et al.*, 2019). Menurut Harris *et al.*, (2009) bakteri yang hidup di kulit katak memiliki hubungan simbiosis yang saling menguntungkan dengan inangnya. Bakteri *Pseudomonas* merupakan komponen utama pada komunitas mikrobioma katak. Bakteri simbiosis kulit katak berperan

dalam melindungi inangnya dari patogen melalui kompetisi dan produksi senyawa antimikroba salah satunya substansi antifungi (Rebollar *et al.*, 2018).

Indonesia memiliki lebih dari 1100 jenis amfibi (Iskandar & Erdelen, 2006), hal ini sangat potensial untuk dikaji mendalam salah satunya adalah jenis katak *Sumaterana crassiovis*. Indonesia memiliki spesies katak terbanyak di dunia yaitu sekitar 300 spesies (Iskandar & Erdelen, 2006). Namun pemanfaatan mikroba simbiosis pada kulitnya belum banyak dikaji mendalam. Penelitian jenis katak Indonesia yaitu katak sawah (*Fejervarya limnocharis*) pernah dilaporkan Susilawati *et al.*, (2023) yang berhasil mendapatkan dua isolat unggul yaitu KSMD3 dan KSMD9 efektif dalam menghambat pertumbuhan *C. capsici* pada cabai dengan persentase masing-masing 50% dan 16%. Eksplorasi bakteri simbiosis dari jenis katak endemik Indonesia lainnya untuk dikaji potensinya dalam berbagai bidang khususnya bidang pertanian sebagai agensia biokontrol belum banyak dilakukan.

Katak jenis *Sumaterana crassiovis* merupakan jenis katak baru yang ditemukan di pulau Sumatera. *S. crassiovis* biasanya mendiami habitat sungai berarus deras dan memiliki tipe berudu *gastromyzophorous*. Katak dengan tipe berudu *gastromyzophorous* menunjukkan adaptasi unik pada bentuk tubuhnya, memungkinkan mereka hidup secara berbeda dibandingkan katak konvensional. Ciri khas dari katak *gastromyzophorous* adalah kemampuannya untuk menggunakan cengkeraman perut yang kuat agar menempel pada permukaan yang berdekatan dengan perairan dangkal, seperti tumbuhan atau substrat lainnya (Arifin *et al.*, 2018). Tingkat adaptif jenis katak ini memungkinkan untuk dikaji mikrobiotanya khususnya *cultivable* bakteri dari kulitnya sebagai kandidat agen hayati dalam menghasilkan substansi antifungi mengingat sepanjang penelusuran artikel penelitian, belum ada laporan kajian tentang potensi biokontrol bakteri dari kulitnya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah kemampuan antagonis isolat bakteri uji dalam menghambat fungsi patogen *Colletotrichum* sp.Col1?
2. Bagaimanakah kemampuan biokontrol isolat bakteri terpilih setelah diujikan secara *in vivo* pada buah dan biji cabai?

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kemampuan antagonis isolat bakteri uji dalam menghambat fungsi patogen *Colletotrichum* sp.Col1.
2. Mengetahui kemampuan biokontrol isolat bakteri terpilih setelah diujikan secara *in vivo* pada buah dan biji cabai.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain memberikan alternatif solusi dalam mengurangi penggunaan pestisida sintetik yang membahayakan bagi lingkungan dan memberikan sumbangan ilmu pengetahuan di bidang mikrobiologi mengenai potensi dan manfaat isolat bakteri indigenous katak *Sumaterana crassiovis* sebagai alternatif agen hayati yang aman bagi lingkungan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah:

1. Tiga belas isolat bakteri diperoleh hasil isolasi dan tiga bakteri terpilih ScV9, ScV11, dan ScV12 yang menunjukkan kemampuan antagonis tinggi dalam menghambat *Colletotrichum* dibandingkan dengan isolat lainnya.
2. Isolat ScV9 menunjukkan kemampuan antifungi tertinggi dalam menghambat *Colletotrichum* pada uji *in vivo* buah dan biji cabai.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah diperlukannya penelitian lanjutan untuk:

1. Menguji senyawa antifungi yang dihasilkan oleh bakteri terpilih dalam menghambat *Colletotrichum*.
2. Identifikasi molekuler hingga ke arah spesies dengan analisis sekuens 16S rDNA.
3. Pengujian antifungi terhadap fungi patogen lainnya.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Y. (2017). Keragaman jamur endofit akar dan pengaruhnya terhadap intensitas penyakit karat daun (*Puccinia polysora* Underw) pada beberapa varietas jagung (*Zea mays* L.). *Thesis*.
- 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>
- Arwiyanto, T. (2003). Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri Tembakau. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*.
- Becker, M.H., Walke, J.B., Cikanek, S., Savage, A.E., Mattheus, N., Santiago, C.N., Minbiole, K.P.C., Harris, R.N., Belden, L.K., Gratwicke, B. (2015). Composition of symbiotic bacteria predicts survival in Panamanian golden frogs infected with a lethal fungus. *Proc. R. Soc. B*. <https://doi.org/Becker, M.H.>,
- Behler, J.R., and D. A. Behler. (2008). Frogs a Chorus of Colors. In *Sterling Publishing Co*.
- Bhutia L, K., VK, K., Meetei NG, T., & Bhutia D, N. (2018). Effects Of Climate Change on Growth and Development Of Chilli. *Agrotechnology*, 07(02). <https://doi.org/10.4172/2168-9881.1000180>
- Brucker R. M., Harris R. N., Schwantes C. R., Gallaher T. N., Flaherty D. C., & L. B. A. (2008). Amphibian Chemical Defense: Antifungal Metabolites of The Microsymbiont *Janthinobacterium lividum* on The Salamander *Plethodon cinereus*. *J Chem Ecol*, 34, 1422–1429.
- Cabral, A., Azinheira, H. G., Talhinhas, P., Batista, D., Ramos, A. P., Silva, M. D. C., Oliveira, H., & Várzea, V. (2020). Pathological, morphological, cytogenomic, biochemical and molecular data support the distinction between *Colletotrichum cigarro* comb. Et stat. nov. and *Colletotrichum kahawae*. *Plants*, 9(4), 1–22. <https://doi.org/10.3390/plants9040502>
- Corkley, Isabel., Bart Fraaije., N. H. (2021). Fungicide resistance management: Maximizin the effective life of plant protection product. *Plant Pathology*. <https://doi.org/10.1111/ppa.13467>
- 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). <https://doi.org/10.3390/ijms23116345>
- De Silva DD, Crous PW, Ades PK, Hyde KD, T. P. (2017). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 155.
- Dewi, R. S., Sinaga, M. S., & Nuryanto, B. (2020). *Bakteri Agens Hayati Potensial terhadap Patogen Penting pada Padi The Potential Biological Agent Bacteria Against for*

Controlling Important Pathogens on Rice. 16, 37–48. <https://doi.org/10.14692/jfi.16.1.37>

- Djoko, T., & Walter, R. (2006). Iskandar, Djoko T and Erdelen, Walter R. 2006. “Conservation of amphibians and reptiles in Indonesia: issues and problems.” *Amphibian & reptile conservation* 4, 60–87. In *Amphibian & reptile conservation* (Vol. 4, Issue 1, pp. 60–87). Provo, Utah, Amphibian & Reptile Conservation, [1996-.
- 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., N.Gunaeni., dan A. W. W. (2007). *Penyakit Penting Pada Tanaman Cabai dan Pengendaliannya*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- El-Mabrok, A.S.W., Z. Hasan., A.M. Mokhtar, & M. M. A. (2012). Efficacy of *Lactobacillus plantarum* C5 cell and their supernatant against *Colletotrichum gloeosporioides* in germination rate of chili seed. *Research Journal of Biological Sciences*, 7, 159–164.
- Ermawati, F. (2020). Mengenal Penyakit Antraknosa Yang Menyerang Tanaman Cabai Besar Di Subak Iseh Dan Cara Pengendaliannya. *Kementrian Pertanian*.
- Fitriani, Y. Amri, S. Bahri, dan F. N. (2021). Pengaruh bioinvigorasi benih dan biofungisida dari *Ganoderma* sp. untuk meningkatkan ketahanan dan mutu benih padi gogo. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9, 345–355.
- Fravel, D. (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, 43, 337–359.
- Garg, R., Loganathan, M., Saha, S., and Roy, B. K. (2014). Chilli Anthracnose: a review of causal organism, resistance source and mapping of gene. In *Microbial Diversity and Biotechnology in Food Security*, 589–610.
- Girsang, E. M. (2008). Uji Ketahanan Beberapa Varietas Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L) Terhadap Serangan Penyakit Antraknosa dengan Pemakaian Mulsa Plastik. *Skripsi*.
- 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, 101–110.
- 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. (2009). Skin microbes on frogs prevent morbidity and mortality caused by a lethal skin fungus. *ISME*.
- Kesumawati, E., Apriyatna, D., & Rahmawati, M. (2020). The effect of shading levels and varieties on the growth and yield of chili plants (*Capsicum annum* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 425(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/425/1/012080>
- Maharani, D. M., Sutan, S. M., & Arimurti, P. (2018). Pengontrolan Suhu Dan Kelembaban (Rh)

- Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah (*Capsicum annum* L) Pada Plant factory Controlling Temperature and Moisture (RH) against Vegetative Growth of Red Chili (*Capsicum annum* L) at Plant factory *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 6(2), 120–134.
- Marsuni, Y. (2020). Pencegahan Penyakit Antraknosa Pada Cabai Besar (Lokal: Lombok Galan) Dengan Perlakuan Bibit Kombinasi Fungisida Nabati. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5(2), 113–116.
- Momany, M., Westfall, P. J., & Abramowsky, G. (1999). *Aspergillus nidulans* swo mutants show defects in polarity establishment, polarity maintenance and hyphal morphogenesis. *Genetics*, 151(2), 557–567. <https://doi.org/10.1093/genetics/151.2.557>
- Mongkolporn, O.; Taylor, P. W. J. (2011). *Capsicum*. In Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. *Springer*.
- Napitupulu, 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). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 9(1), 12–22.
- Nasiroh, U., Isnawati, & Trimulyono, G. (2015). Aktivitas antifungi *Serratia marcescens* terhadap *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu secara *in vitro*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 4(1), 13–18.
- Nawangsih, A.A., H.P.Imdad., dan A. W. (1995). *Cabai Hot Beauty*. Penebar Swadaya.
- Nurhayati. (2011). Efektivitas Ekstrak Daun Sirih terhadap Infeksi *Colletotrichum capsici* pada Buah Cabai. *Dharmapala*.
- 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>
- Piay, SS., A. Tyasdjaja, Y. E. dan F. H. (2010). *Budidaya dan Pascapanen Cabai Merah (Capsicum annum)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Prajnanta, F. (2011). *Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai*. Penebar Swadaya.
- Pring, R.J, M. Zakaria and J.A Bailey (1995). Infection process and host range of *Colletotrichum capsici*. *J. Physiological and Molecular Plant Pathology*. 46, 137-152
- Rahman, M.A., Kadir, J., Mahmud, T.M.M., Rahman, A.R., Begum, M. M. (2007). Screening of antagonistic bacteria for biocontrol activities on *Colletotrichum gloeosporioides* in papaya. *Journal Plant Sci*.
- 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). *Vitro growth suppression of Colletotrichum sp. caused of antracnose disease by several biocontrol agents on in vitro scale*. 24(2).

- Ratulangi, M. M., Sembel, D. T., Rante, C. S., Dien, M. F., Meray, E. R., Hammig, M., Shepard, M., Carner, G., & Benson, E. (2012). Diagnosis Dan Insidensi Penyakit Antraknosa Pada Beberapa Varietas Tanaman Cabe Di Kota Bitung Dan Kabupaten Minahasa. *Eugenia*, *21*(3). <https://doi.org/10.35791/eug.18.2.2012.3561>
- 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*(MAR), 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*(October), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1253482>
- Rosidah, S., Syukur, M., & Widodo, W. (2014). Pendugaan Parameter Genetik Ketahanan Tanaman Cabai terhadap Penyakit Antraknosa. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *10*(6), 202–209. <https://doi.org/10.14692/jfi.10.6.202>
- Rosner, B. (2016). *Fundamentals of biostatistics, eighth ed.* Cengage Learning.
- Saxena, A., Raghuvanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli anthracnose: The epidemiology and management. *Frontiers in Microbiology*, *7*(SEP), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01527>
- Semangun, H. (1994a). *Penyakit- penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press.
- Semangun, H. (1994b). *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press.
- Shehata, H.R., Ettinger, C.L., Eisen, J.A., Raizada, M. N. (2016). Genes required for the antifungal activity of a bacterial endophyte isolated from a corn landrace grown continuously by subsistence farmers since 1000 BC. *Front. Microbiol.* <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01548>.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E. dan, & Rahayuniati, R. F. (2011). Inventarisasi dan identifikasi patogen tular tanah pada pertanaman kentang di Kabupaten Purbalingga. *J. Hortikultura*.
- Suganda, T., Rizqullah, A. F., & Widiyanti, F. (2023). Ekstrak Air Biji Adas (*Foeniculum vulgare* Mill.) Efektif Menekan Jamur *Colletotrichum* sp., Penyebab Penyakit Antraknosa Cabai dalam Uji In-Vitro. *Agrikultura*, *34*(2), 228. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.48575>
- 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, Lela., P. Afrizka Sari., Maulana Septiani., E. S. P. (2023). Bio efficacy of frog skin

- bacteria as biological control agents against chili anthracnose disease. *Jurnal Biologi Udayana*, 27, 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2023.v27.i01.p11>
- 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(August 2020), 104498. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104498>
- Than, P. P., Jeewon, R., Hyde, K. D., Pongsupasamit, S., Mongkolporn, O., A., & Taylor, P. W. J. (2008). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant Pathology*. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1365-3059.2007.01782.x>
- Thomson, W. T. (1992). *Agriculture Chemicals. Books IV: Fungicides*.
- Varga, J., BA, B.-M. M., & Katzenback, A. (2019). Frog Skin Innate Immune Defences: Sensing and Surviving Pathogens. *Front. Immunol.* <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.03128>
- Walke, J.B., Cikanek, S., Savage, A.E., Mattheus, N., Santiago, C.N., Minbiole, K.P.C., Harris, R.N., Belden, L.K., Gratwicke, B., 2015. Composition of symbiotic bacteria predicts survival in Panamanian golden frogs infected with a lethal fungus. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2881>.
- Wells, K. (2007). *The Ecology & Behavior of Amphibians*. The University of Chicago Press.
- Wharton, P. S., & Diéguez-Urbeondo, J. (2004). The biology of *Colletotrichum acutatum*. *Anales Del Jardín Botánico de Madrid*, 61(1), 3–22. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2004.v61.i1.61>
- Xiang, Q., Guo, W., Tang, X., Cui, S., Zhang, F., Liu, X., Zhao, J., Zhang, H., Mao, B., & Chen, W. (2021). Capsaicin—the spicy ingredient of chili peppers: A review of the gastrointestinal effects and mechanisms. *Trends in Food Science and Technology*, 116(April), 755–765. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.034>
- Zhao, Y., Jiang, T., Xu, H., Xu, G., Qian, G., & Liu, F. (2021). Characterization of *Lysobacter* spp. strains and their potential use as biocontrol agents against pear anthracnose. *Microbiological Research*, 242, 126624. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126624>
- Živković, S., Stojanović, S., Ivanović, Ž., Gavrilović, V., Popović, T., and Balaž, J. (2010). Screening of antagonistic activity of microorganisms against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Biol. Sci*, 62, 611–623. <https://doi.org/doi:10.2298/ABS1003611Z> Conflict