

**APLIKASI BAKTERI INDIGENOUS DARI KULIT
KATAK *Sumaterana crassiovis* SEBAGAI AGENSIA
BIOKONTROL FUNGI PATOGEN *Fusarium* sp. PADA
TANAMAN PISANG**

SKRIPSI

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



disusun oleh :
Adelia Stevanie
19106040023

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

YOGYAKARTA

2023

**APLIKASI BAKTERI INDIGENOUS DARI KULIT
KATAK *Sumaterana crassiovis* SEBAGAI AGENSIA
BIOKONTROL FUNGI PATOGEN *Fusarium* sp. PADA
TANAMAN PISANG**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



disusun oleh:
Adelia Stevanie
19106040023

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

2023



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-85/Un.02/DST/PP.00.9/01/2024

Tugas Akhir dengan judul : Aplikasi Bakteri Indigenous dari Kulit Katak (*Sumaterana crassiovis*) sebagai Agenia Biokontrol Fungi Patogen *Fusarium* sp. Pada Tanaman Pisang

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ADELIA STEVANIE
Nomor Induk Mahasiswa : 19106040023
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: 65a76b306f309



Penguji I

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

Valid ID: 65a1cfff663ef5



Penguji II

Agesty Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 65a765d6659423



Yogyakarta, 15 Desember 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 65a8b28d1aab6

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Adelia Stevanie

NIM : 19106040023

Program Studi : Biologi

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

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

Yogyakarta, 8 Desember 2023

Yang menyatakan,



Adelia Stevanie
NIM. 19106040023

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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 : Adelia Stevanie
NIM : 19106040023
Judul Skripsi : Aplikasi Bakteri Indigenous dari Kulit Katak (*Sumaterana Grassiovis*) sebagai Agenia Biokontrol Fungi Patogen *Fusarium* sp. pada Tamanan Pisang

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 dimuncayahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 8 Desember 2023

Pembimbing



Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
NIP. 19790127 200901 2 004

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan syukur atas rahmat Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih untuk seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Banyak kesulitan dan kendala yang terjadi, namun hal ini tentunya tidak lepas dari doa dan dukungan seluruh pihak yang terlibat dalam proses tugas akhir penulis. Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk: Orang tua tercinta saya, Ibu Sunarmi, Bapak Jojo, Kakak saya Bayu Sadewa dan Mona Ardiyana, terima kasih untuk segala doa dan dukungan yang telah diberikan.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim,

Alhamdulillah rabbilalamin, segala puji dan syukur selalu tercurah kehadirat Allah Swt atas limpahan rahmat, nikmat, ilmu, dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat mengerjakan laporan skripsi ini dengan baik. Tidak lupa penulis bershalawat kepada Nabi dan Rasul-Nya, Nabi Muhammad SAW yang diharapkan syafaatnya kelak di hari akhir.

Laporan skripsi yang berjudul “Aplikasi Bakteri Indigenus Dari Kulit Katak (*Sumaterana Crassiovis*) sebagai Agensia Biokontrol Fungi Patogen *Fusarium* Sp. pada Tanaman Pisang” disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi jenjang Strata-1 Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa berkat bantuan dari berbagai pihak yang berupa moral dan material, skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada :

1. Bapak Jojo dan Ibu Sunarmi selaku orang tua Penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan penuh
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi
4. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
5. Ibu Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, arahan, dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini
6. Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si., dan Bapak Doni Eko Saputro, S.Pd.I., selaku PLP di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

7. Bapak Ibu Dosen Pengajar Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu yang diberikan selama perkuliahan berlangsung
8. Kakak Penulis, Bayu Sadewa dan Mona Ardiyana. Terima kasih atas dukungan finansial, memberikan motivasi, dan doa.
9. Teman-teman penulis Puteri Larasati dan Sherli Puspitasari. Terima kasih atas dukungan dan kebersamaannya.
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, kemudahan, dan semangat dalam proses penyelesaian tugas akhir (skripsi) ini.

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam karya tulis ini. Oleh karena itu penulis menerima saran dan masukkan pengembangan penelitian dalam karya tulis ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca umumnya.

Yogyakarta, 12 Desember 2023

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

APLIKASI BAKTERI INDIGENOUS DARI KULIT KATAK *Sumaterana crassiovis* SEBAGAI AGENSIA BIOKONTROL FUNGI PATOGEN *Fusarium* sp. PADA TANAMAN PISANG

Adelia Stevanie

19106040023

ABSTRAK

Penyakit layu *Fusarium* atau *Fusarium wilt* merupakan penyakit yang paling merusak tanaman pisang hingga menyebabkan kerugian ekonomi sehingga perlu dilakukan pengendalian. *Fusarium* sp. dapat dihambat pertumbuhannya dengan memanfaatkan agensia pengendalian hayati (biokontrol) yaitu bakteri antagonis dari kulit katak karena diketahui memiliki kemampuan antifungi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk eksplorasi potensi bakteri dari kulit katak jenis *S. crassiovis* dalam mengendalikan *Fusarium* sp, penyebab penyakit *fusarium wilt* pada tanaman pisang. Sembilan isolat bakteri berhasil diisolasi dari bagian dorsal kulit katak (*S. crassiovis*) dan satu diantaranya yaitu isolate ScD9 menunjukkan penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan *Fusarium* sp. setelah uji antagonis dengan metode *dual culture*. Hasil uji *in vivo* pada tanaman pisang var *Cavendish* skala *greenhouse*, isolat ScD9 menunjukkan potensi biokontrol tinggi dengan persentase keparahan penyakit lebih rendah secara signifikan bila dibandingkan kontrol.

Kata kunci: Bakteri indigenus, biokontrol, *Fusarium wilt*, *Sumaterana crassiovis*.

Application of Indigenous Bacteria from The Frog's Skin *Sumaterana crassiovis* as A Biokontrol Agent for Patogen Fungi *Fusarium* sp. on Banana Plants

Adelia Stevanie

19106040023

ABSTRACT

Fusarium wilt disease or *Fusarium* wilt is the disease that damages banana plants the most and causes economic losses, so it needs to be controlled. *Fusarium* sp.'s growth can be inhibited by using biological control agents (biocontrol), namely antagonistic bacteria from frog skin because it is known to have antifungal capabilities. The aim of this research is to explore the potential of bacteria from the skin of the *S. crassiovis* frog in controlling *Fusarium* sp, the cause of *Fusarium* wilt disease in banana plants. Nine bacterial isolates were isolated from the dorsal skin of frogs (*S. crassiovis*) and one of them, isolate ScD9, showed the highest inhibition of the growth of *Fusarium* sp. after antagonist testing using the dual culture method. The results of *in vivo* tests on greenhouse scale banana var *Cavendish* plants, the ScD9 isolate showed high biocontrol potential with significantly lower disease severity percentage compared to the control.

Keywords: Indigenous bacteria, biocontrol, *Fusarium wilt*, *Sumaterana crassiovis*.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Penyakit <i>Fusarium Wilt</i> pada Tanaman Pisang.....	4
B. Pengendalian Hayati	5
C. Potensi Bakteri Indigenus dari Kulit Katak sebagai Agensia Biokontrol..	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	9
B. Alat dan Bahan Penelitian	9
C. Preparasi Isolat Fungi <i>Fusarium</i> sp.	9
D. Isolasi Bakteri Indigen dari Kulit Katak	10
E. Uji Potensi Antagonis Bakteri Indigenus terhadap <i>Fusarium</i> sp. secara in vitro	10
F. Uji Penghambatan Pertumbuhan Miselium	11

G. Uji Penghambatan Germinasi Konidia	11
H. Pengamatan Morfologi Miselium <i>Fusarium</i> sp.....	12
I. Uji Biokontrol secara <i>in vivo</i> Isolat Bakteri Unggul pada Tanaman Pisang 13	
J. Analisis Data	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
A. Hasil Penelitian.....	16
B. Pembahasan.....	24
BAB V PENUTUP.....	29
A. Kesimpulan	29
B. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
CURRICULUM VITAE.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rancangan Percobaan Uji <i>In vivo</i> bakteri terhadap <i>Fusarium</i> sp. pada tanaman pisang.	13
Tabel 2. Pengamatan karakteristik morfologi isolat bakteri indigenous dari kulit katak <i>S. crassiovis</i>	16
Tabel 3. Hasil uji antagonis dengan metode dual culture sembilan isolat bakteri indigenous terhadap pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp. selama 7 hari pada suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$	19



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema metode dual culture. (Keterangan : F = Fungi, B = Bakteri).....	11
Gambar 2. Rancangan pelukaan akar tanaman dilukai dengan pisau dengan cara memasukkan pisau secara vertikal kedalam tanah tanaman dengan jarak 2 cm dari tanaman	14
Gambar 3. Katak <i>S. crassiovis</i> (dokumentasi Muhammad Akbar)	16
Gambar 4. Penampakan isolat bakteri indigenous yang berhasil diisolasi dari kulit katak <i>S. crassiovis</i> . (A) Sembilan isolat bakteri yang dipurifikasi di media TSA dengan metode streak plate setelah inkubasi 24 jam, (B) Penampakan koloni tunggal sembilan isolat bakteri yang diamati setelah proses purifikasi pada media TSA yang diamati dengan mikroskop stereo (perbesaran 3x10)	18
Gambar 5. (A) Penampakan hasil uji antagonis dengan metode dual culture dari <i>Fusarium sp.</i> yang ditumbuhkan bersama dengan isolat bakteri ScD9 selama 7 hari inkubasi suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$ (B) hasil uji antagonis isolat bakteri ScD9 terhadap <i>Fusarium sp.</i> (\pm standard error, SE, n = 3) Tanda bintang menunjukkan level signifikansi (**P<0.01) dengan uji T	19
Gambar 6. Hasil uji penghambatan miselium cakram <i>Fusarium sp.</i> (6 mm) oleh dua densitas isolate bakteri ScD7 berbeda (A) Hasil uji hambat miselium <i>Fusarium sp</i> terhadap isolat bakteri terpilih pada media PDA setelah 7 hari inkubasi suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$, (B) Hasil uji hambat bakteri ScD9 (1×10^7 cfu/mL dan 1×10^8 cfu/mL) terhadap <i>Fusarium sp.</i> (\pm standard error, SE, n = 3)	20
Gambar 7. Morfologi hifa <i>Fusarium sp.</i> pasca perlakuan dengan isolat terpilih menggunakan metode slide technique culture terdeteksi adanya abnormalitas pada hifa fungi apabila dibandingkan dengan kontrol yang tampak normal. Keterangan sw: swollen hyphae; dw: dwarf; ly: lisis.	21
Gambar 8. Hasil uji penghambatan konidia bakteri ScD9 dengan densitas berbeda yaitu 1×10^7 cfu/mL dan 1×10^8 cfu/mL selama 7 hari pada suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$. (A) Persentase kemampuan germinasi konidia <i>Fusarium sp.</i> setelah diberi perlakuan isolat bakteri ScD9 (1×10^7 cfu/mL dan 1×10^8 cfu/mL) (\pm standard error, SE, n = 3) dari percobaan independent, masing-masing dilakukan dengan rangkap tiga. Tanda bintang menunjukkan tingkat signifikansi (**P<0,01, ***P<0,001) (B) Konidia <i>Fusarium sp.</i> inkubasi 24 jam setelah perlakuan dengan bakteri terpilih yang diamati menggunakan mikroskop cahaya (perbesaran 40x10).....	22
Gambar 9. Hasil uji <i>In vivo</i> isolat bakteri ScD9 dengan densitas berbeda yaitu 1×10^7 cfu/mL dan 1×10^8 cfu/mL terhadap <i>Fusarium sp.</i> pada tanaman pisang selama 30 hari di greenhouse. (A) Penampakan tanaman pisang hari ke-30 yang telah diberikan perlakuan. (B) Persentase keparahan penyakit pada tanaman pisang setelah diberi perlakuan bakteri ScD9 (\pm standard error, SE, n = 3).	23
Gambar 10. Penampakan mikroskopis morfologi hasil cat gram pewarnaan isolat bakteri unggul ScD9 (perbesaran 100x10 dengan immersion oil).	23

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) merupakan semua organisme yang menimbulkan kerusakan fisik, gangguan fisiologi dan biokimia terhadap tanaman budidaya. Hal ini sangat meresahkan para petani Indonesia karena menyebabkan hasil panen yang terus menurun. Serangan OPT ini dapat berupa hama, gulma dan patogen (Nurjasmi & Suryani, 2020). Salah satu OPT yang sangat mengancam hasil produksi tanaman adalah *Fusarium* sp.

Fusarium sp. merupakan satu dari enam patogen yang menyerang pembuluh tanaman dan sangat merugikan komoditi pertanian di dunia (Sari *et al.*, 2018). Penyakit layu fusarium atau *fusarium wilt* merupakan penyakit yang paling merusak tanaman pisang hingga menyebabkan kerugian ekonomi (Ismaila *et al.*, 2023). Penyakit layu fusarium dapat menyerang tanaman pisang yang menyebabkan kematian tanaman dan gagal panen. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* memiliki habitat di dalam tanah yang dapat menular melalui aliran air, alat pertanian serta menginfeksi melalui luka akar (Heriyanto, 2019).

Salah satu upaya pengendalian penyakit layu fusarium ini, para petani memberikan pestisida secara terus – menerus dengan dosis yang tinggi pada tanaman. Penggunaan pestisida kimiawi secara intensif dapat memberikan pengaruh yang buruk bagi lingkungan maupun pada hasil pertanian. Dampak negatif lainnya yaitu menyebabkan pembengkakan biaya produksi serta menyebabkan resistensi fungi patogen terhadap fungisida (Nurjasmi & Suryani, 2020). Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia adalah penggunaan agensia hayati yang bersifat antagonis terhadap fitopatogen. Menurut Fuadi (2012) Pemanfaatan agensia hayati dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida kimiawi, aman untuk manusia, tumbuhan

maupun hewan, tidak menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengurangi resistensi hama. Pengendalian hayati ini memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang memiliki sifat toksik terhadap patogen.

Pemanfaatan bakteri sebagai agensia biokontrol telah banyak di manfaatkan dalam mengendalikan berbagai penyakit pada tanaman misalnya bakteri endofit yang diisolasi dari *Nicotiana glauca* (Abdallah *et al.*, 2016), *Brevibacillus brevis* (Chandel *et al.*, 2010), *Streptomyces* spp. (Castaño *et al.*, 2013) dan *Bacillus* sp. (Jangir *et al.*, 2018) terbukti efektif melawan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) penyakit layu fusarium pada tanaman tomat. Selain itu pada penelitian Jiang *et al.*, (2019) bakteri *B. velezensis* F21 merupakan agensia biokontrol yang ampuh melawan Fol penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman semangka.

Sumber bakteri sebagai agensia biokontrol dapat berasal dari berbagai substrat, salah satunya dari kulit katak. Kulit amfibi memiliki mikrobiota yang dapat berkembang dengan baik dan dapat berperan dalam mencegah kolonisasi bakteri patogen, menjaga kesehatan serta mencegah infeksi (Belden & Harris, 2007). Berdasarkan Antwis *et al.*, (2014) terdapat bakteri melimpah yang berasosiasi pada kulit katak *A. callidryas* yang meningkat dengan diperkaya diet karotenoid yang berperan dalam pencegahan penyakit pada amfibi. Ekplorasi mikrobiota dari kulit jenis katak endemik Indonesia seperti katak *Sumaterana crassiovis* belum banyak dilaporkan sehingga perlu dikaji akan potensinya sebagai agensia biokontrol dalam menghambat fungi patogen.

Katak jenis *S. crassiovis* adalah sejenis katak endemik Sumatra yang biasanya ditemukan di kawasan hutan hujan dan di sepanjang aliran sungai. Pada umumnya katak menyukai habitat yang lembab, rawa-rawa dan pada air yang menggenang (Yudha *et al.*, 2019). Berdasarkan penelitian Culp *et al.*, (2007) terdapat bakteri pada kulit katak berasal dari habitat akuatik yaitu bakteri *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Microbacterium laevaniformans* yang dapat melindungi kulit amfibi dari infeksi bakteri maupun fungi. Pada penelitian ini akan dikaji potensi

antifungi dari *cultivable* bakteri yang diisolasi dari *S. crassiovis* dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. penyebab penyakit *fusarium wilt* pada tanaman pisang.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kemampuan antagonis isolat bakteri indigenous kulit katak *S. crassiovis* dalam menghambat fungsi patogen *Fusarium* sp. ?
2. Bagaimana hasil uji aktifitas biokontrol bakteri indigenous kulit katak *S. crassiovis* unggul setelah di ujikan secara *in vivo* pada tanaman pisang?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kemampuan antagonis isolat bakteri indigenous kulit katak *S. crassiovis* dalam menghambat fungsi patogen *Fusarium* sp.
2. Mengetahui hasil uji aktifitas biokontrol bakteri indigenous kulit katak *S. crassiovis* unggul setelah di ujikan secara *in vivo* pada tanaman pisang.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi isolat bakteri indigenous kulit katak *S. crassiovis* sebagai alternatif agensia biokontrol fitopatogen yang ramah lingkungan. Serta menambah pengetahuan dan informasi di bidang mikrobiologi dengan memberikan informasi tentang bakteri indigenous kulit katak *S. crassiovis*

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat sembilan isolat bakteri indigenous yang berhasil diisolasi dari kulit katak *S. crassiovis* bagian dorsal dan hanya isolat ScD9 yang menunjukkan antagonis tinggi dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp.
2. Isolat bakteri ScD9 (1×10^8 cfu/mL) secara signifikan mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. secara *in vivo* dengan tingkat keparahan penyakit rendah dibandingkan kontrol.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Diperlukan penelitian mengenai senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp.
2. Diperlukan penelitian dan identifikasi lebih lanjut sampai arah spesies guna mengetahui klasifikasi bakteri dari isolat bakteri unggul yang memiliki potensi tinggi dalam menghambat *Fusarium* sp.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaplikasian secara *in vivo* bakteri terpilih terhadap tanaman pisang varietas lain.
4. Diperlukan kajian lebih luas mengenai eksplorasi keragaman bakteri indigenous dari kulit katak dan amfibi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, R. A. Ben, Mokni-Tlili, S., Nefzi, A., Jabnoun-Khiareddine, H., & Daami-Remadi, M. (2016). Biocontrol of Fusarium wilt and growth promotion of tomato plants using endophytic bacteria isolated from *Nicotiana glauca* organs. *Biological Control*, 97, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.03.005>
- Ainy, E. Q., Ratnayani, R., & Susilawati, L. (2015). Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma Harzianum* 11035 Terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 Penyebab Antraknosa pada Tanaman. *Jurnal Biologi*, 892–897.
- Antwis, R. E., Haworth, R. L., Engelmoer, D. J. P., Ogilvy, V., Fidgett, A. L., & Preziosi, R. F. (2014). Ex situ diet influences the bacterial community associated with the skin of red-eyed tree frogs (*Agalychnis callidryas*). *PLoS ONE*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085563>
- 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>
- Asril, M. (2021). Penyakit tanaman dan pengendaliannya. In *Monograf Balittas* (Issue May 2021).
- Asril, M., Ohiwal, M., Sepe, M., Arruan, J., Lestari, W., Sari, A., Windriyati, R., Ramdan, E., & Apriliyanto, E. (2023). Pengendalian Hayati. In *Yayasan Kita Menulis*.
- Astuti, P., Fitriana, Y., Wibowo, L., & Susilo, F. (2020). Pertumbuhan Dan Patogenesis 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>
- 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>
- Briers, Y. (2019). *Phage Lytic Enzymes*. 11–13. <https://doi.org/10.3390/v11020113>
- Bukhari, B., & Safridar, N. (2018). Pengaruh Pemberian *Trichoderma* sp. Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Beberapa Jenis Pisang Di Lahan Yang Telah Terinfeksi. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15(1), 23–34. <https://doi.org/10.31849/jip.v15i1.1480>
- Castaño, R., Borrero, C., Trillas, M. I., & Avilés, M. (2013). Selection of biological control agents against tomato Fusarium wilt and evaluation in greenhouse conditions of two selected agents in three growing media. *BioControl*, 58(1), 105–116. <https://doi.org/10.1007/s10526-012-9465-z>
- Chandel, S., Allan, E. J., & Woodward, S. (2010). Biological control of *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* on tomato by *Brevibacillus brevis*. *Journal of Phytopathology*, 158(7–8), 470–478. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01635.x>
- Chen, Y., Zhou, D., Qi, D., Gao, Z., Xie, J., & Luo, Y. (2018). Growth promotion and disease suppression ability of a *Streptomyces* sp. CB-75 from banana rhizosphere soil. *Frontiers in Microbiology*, 8(JAN), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02704>
- 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)

- Djatnika, I., Hermanto, C., Penelitian, B., Buah, T., Km, J. R. S., & Barat, S. (2003). Pengendalian Hayati Layu Fusarium Pada Tanaman Pisang dengan *Pseudomonas fluorescens* dan *Gliocladium* sp. *Jurnal Hortikultura*, 13(3), 205–211.
- Fuadi, I. (2012). Pemanfaatan agens hayati sebagai pengendali opt yang berwawasan lingkungan. *Seminar UR-UKM Ke-7 2012 "Optimalisasi Riset Sains Dan Teknologi Dalam Pembangunan Berkelanjutan"*, Waage 1992, 1992–1994.
- Getas, B. P. (2013). *Mekanisme antagonisme*. 32(2), 74–82.
- 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>
- Gusnadi, B., Advinda, L., Anhar, A., Leilani, I., Putri, E., Chatri, M., & Metode, B. (2023). *Pseudomonas fluorescens* as a Biocontrol Agent for Controlling Various Plant Diseases *Pseudomonas fluorescens* Sebagai Agen Biokontrol Pengendali Berbagai Penyakit Tanaman *Abstrak Pendahuluan*. 8(2), 123–128.
- Heriyanto. (2019). Kajian Pengendalian Penyakit Layu Fusarium dengan Trichoderma pada Tanaman Tomat. *Triton*, 10(1), 45–58.
- Heriyati, S., Endang, P. T., & Purnawati, A. (2023). Antagonistic Test of *Bacillus* spp. against *Fusarium* sp., the Causal Agent of Wilt Disease of Red Chili Plants. *Journal of Plant Protection*, 6(1), 26–31.
- Hermanto, C., Sutanto, A., Jumjunidang, Edison, H. S., Daniells, J. W., O'Neill, W. T., Sinohin, V. G. O., Molina, A. B., & Taylor, P. (2011). Incidence and distribution of Fusarium wilt disease of banana in Indonesia. *Acta Horticulturae*, 897, 313–322. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.897.43>
- Holden, W. M., Hanlon, S. M., Woodhams, D. C., Chappell, T. M., Wells, H. L., Glisson, S. M., McKenzie, V. J., Knight, R., Parris, M. J., & Rollins-Smith, L. A. (2015). Skin bacteria provide early protection for newly metamorphosed southern leopard frogs (*Rana sphenocephala*) against the frog-killing fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Biological Conservation*, 187, 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.04.007>
- Ibrahim, I., & Sillehu, S. (2022). Identifikasi Aktivitas Penggunaan Pestisida kimia yang Berisiko pada Kesehatan Petani Hortikultura. *Jumantik*, 7(1), 7–12. <https://doi.org/10.30829/jumantik.v7i1.10332>
- 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>
- Ismaila, A. A., Ahmad, K., Siddique, Y., Wahab, M. A. A., Kutawa, A. B., Abdullahi, A., Zobir, S. A. M., Abdu, A., & Abdullah, S. N. A. (2023). Fusarium wilt of banana: Current update and sustainable disease control using classical and essential oils approaches. *Horticultural Plant Journal*, 9(1), 1–28. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2022.02.004>
- Jangir, M., Pathak, R., Sharma, S., & Sharma, S. (2018). Biocontrol mechanisms of *Bacillus* sp., isolated from tomato rhizosphere, against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Biological Control*, 123(April), 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.04.018>
- Jiang, C. H., Yao, X. F., Mi, D. D., Li, Z. J., Yang, B. Y., Zheng, Y., Qi, Y. J., & Guo, J. H. (2019). Comparative Transcriptome Analysis Reveals the Biocontrol Mechanism of *Bacillus velezensis* F21 against Fusarium Wilt on Watermelon. *Frontiers in Microbiology*, 10(APR),

1–17. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00652>

- Jitendhriyawan, S., & Masnilah, R. (2020). *Potensi Bacillus spp . sebagai Agen Biokontrol untuk Menekan Layu Fusarium (Fusarium oxysporum) pada Tanaman Melon (Cucumis melo L .) Potential Of Bacillus spp . As Biocontrol Agent for Pressing Fusarium Wilt Disease (Fusarium oxysorum) in Melon Pla. 3, 22–28.*
- Kawicha, P., Nitayaros, J., Saman, P., Thaporn, S., Thanyasiriwat, T., Somtrakoon, K., Sangdee, K., & Sangdee, A. (2023). Evaluation of Soil *Streptomyces* spp. for the Biological Control of Fusarium Wilt Disease and Growth Promotion in Tomato and Banana. *Plant Pathology Journal*, 39(1), 108–122. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.08.2022.0124>
- 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(July), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00845>
- Lestari, S. A., Kalsum, U., & Ramdan, E. P. (2021). Efikasi Beberapa Agens Hayati Terhadap Penekanan Pertumbuhan *Pyricularia grisea* Secara In Vitro. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 23(1), 31. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v23i1.48174>
- Maryani, N., Lombard, L., Poerba, Y. S., Subandiyah, S., Crous, P. W., & Kema, G. H. J. (2019). Phylogeny and genetic diversity of the banana Fusarium wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the Indonesian centre of origin. *Studies in Mycology*, 92, 155–194. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.06.003>
- Novina, D., Suryanto, D., & Elimasni. (2020). Uji Potensi Bakteri Kitinolitik Dalam Menghambat Pertumbuhan *Rhizoctonia Solani* Penyebab Rebah Kecambah. *Jurnal Berkelanjutan Penelitian Hayati*, 2(1), 1–7.
- Nurjasmu, 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>
- Panagan, A. T. (2011). Isolasi mikroba penghasil antibiotika dari tanah kampus Unsri Indralaya menggunakan media ekstrak tanah. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(3), 37–40.
- Rahman, M. ., Kadir, J., Mahmud, T. M. ., Rahman, R. A., & Begum, M. . (2007). *Screening of antagonist bacteria for biocontrol activities of C. gloeosporioides papaya-Rahman et al 2007.pdf.*
- Sanjaya, I. G. N. P. W., Wirya, G. N. A. S., Phabiola, T. A., & Winantara, I. M. (2019). Isolasi dan seleksi bakteri antagonis sebagai alternatif pengendalian penyakit layu stroberi. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(2), 252–262. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>
- Sari, W., Wiyono, S., Nurmansyah, A., Munif, A., & Poerwanto, R. (2018). Keanekaragaman dan Patogenisitas *Fusarium* spp. Asal Beberapa Kultivar Pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(6), 216. <https://doi.org/10.14692/jfi.13.6.216>
- Semangun, H. (1989). *Penyakit tanaman hortikultura* (pp. 1–874).
- Shehata, H. R., Ettinger, C. L., Eisen, J. A., & Raizada, M. N. (2016). Genes required for the anti-fungal activity of a bacterial endophyte isolated from a corn landrace grown continuously by subsistence farmers since 1000 BC. *Frontiers in Microbiology*, 7(OCT), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01548>
- Sopialena. (2018). Pengendalian hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba. *Mulawarman University Press*, 104.

- 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>
- Susilawati, L., & Sari, A. P. (2013). Keragaman Karakter Morfologi Bakteri Indigenous Yang Diisolasi Dari Lendir Katak Sawah (*F. Cancrivora*) Lokal Pada Bagian Dorsal Dan Ventral. *Kaunia*, IX(2), 53–59.
- Susilawati, L., Sari, P. A., Maulana, S., & Purnomo, E. . (2023). *Jurnal Biologi Udayana*. 27, 1–13.
- Swacita, I. B. N. (2017). Pestisida dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Kesehatan Lingkungan*, 29.
- Wulandari, Nugraha, F., Satria, R., & Atifah, Y. (2023). *Jurnal Biologi Tropis The Diversity of Anuran Species in the Talago Waterfall , Tanjung Raya .* 23, 248–256.
- Yudha, D. S., Eprilurahman, R., Asti, H. A., Azhar, H., Wisudhaningrum, N., Lestari, P., Markhamah, S., & Sujadi, I. (2019). Keanekaragaman katak dan kodok (Amphibia: Anura) di Suaka Margasatwa Paliyan, Gunungkidul, Yogyakarta Frog and toad diversity (Amphibia: Anura) in Paliyan Wildlife Sanctuary, Gunungkidul, Yogyakarta. *Jurnal Biologi Udayana*, 23(2)(2), 59–67.