

**BIOEFIKASI BAKTERI DARI KULIT KATAK
SEBAGAI BIOKONTROL BAKTERI *Pseudomonas viridiflava*
PENYEBAB PENYAKIT BUSUK LUNAK PADA ANGGREK BULAN
(*Phalaenopsis* sp.)**

SKRIPSI

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



disusun oleh :

Axelindo Suswantoro

(20106040010)

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI 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-1984/U.n.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : BIOEFIKASI BAKTERI DARI KULIT KATAK
SEBAGAI BIOKONTROL BAKTERI *Pseudomonas viridiflava*
PENYEBAB PENYAKIT BUSUK LUNAK PADA ANGGREK BULAN (*Phalaenopsis*
sp.)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AXELINDO SUSWANTORO
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040010
Telah diujikan pada : Jumat, 15 Agustus 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

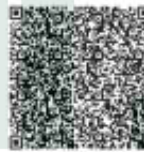
Valid ID: 68a7e934dcfb6



Penguji I

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

Valid ID: 68a7365abc847



Penguji II

Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68aa30a2985fb



Yogyakarta, 15 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 68ae7f526c233



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 : Axelindo Suswantoro
NIM : 20106040010
Judul Skripsi : Bioefikasi Bakteri Dari Kulit Katak Sebagai Biokontrol Bakteri *Pseudomonas viridiflava*
Penyebab Penyakit Busuk Lunak Pada Anggrek Bulan (*Phalaenopsis* sp).

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 11 Agustus 2025
Pembimbing

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
NIP. 197901272009012004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Axelindo Suswanto

NIM : 20106040010

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli 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, 11 Agustus 2025

Yang menyatakan,



Axelindo Suswanto
NIM. 20106040010

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

"Bersemangatlal atas hal-hal yang bermanfaat bagimu. Minta tolonglah pada Allah, jangan engkau lemah." -HR. Muslim

“Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya.” (Q.S An-Najm: 39).



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Segala puji dan syukur penulis selalu curahkan kepada kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, nikmat, rezeki, ilmu dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik. Tidak lupa penulis bershalawat kepada Nabi agung Muhammad SAW dan rasulnya yang diharapkan memberikan syafaatnya dihari akhir nanti.

Laporan skripsi yang berjudul “ Bioefikasi Bakteri Dari Kulit Katak Sebagai Biokontrol Bakteri *Pseudomonas viridiflava* Penyebab Penyakit Busuk Lunak Pada Anggrek Bulan (*Phalaenopsis* sp.)” disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi S1 Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini dapat selesai berkat bantuan moral dan material dari berbagai pihak. Sehingga, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Lela Susilawati, S. Pd., M. Si., PhD., selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, arahan, dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si., dan Bapak Doni Eko Saputro, S,Pd.I., selaku PLP di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak Ibu Dosen Pengajar Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu yang diberikan selama perkuliahan berlangsung.
7. Bapak Johan dan Ibu Yuyun selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan penuh bagi anaknya.

8. Teman-teman dekat penulis, Krisna Adji Mashid, Rifki Alif Pratama, Qomaruz zaman Al-Magfuri, Alfian Amirur Rizal dan Aldy Rahman Putra Sanjaya. Terimakasih atas kebersamaannya dan telah menemani penulis selama masa-masa perjuangan skripsi.
9. Semua teman sejawat Biologi 2020 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
10. Teman-teman KKN 111 Banyumas atas kenangan 45 hari yang sangat membekas dengan baik sampai saat ini.
11. Serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima segala saran dan kritik sebagai pengembangan penelitian dalam karya tulis ini. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya.

Yogyakarta, 11 Agustus 2025



Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**Bioefikasi Bakteri Dari Kulit Katak
Sebagai Biokontrol Bakteri *Pseudomonas viridiflava*
Penyebab Penyakit Busuk Lunak Pada Anggrek Bulan (*Phalaenopsis* sp.)**

Axelindo Suswantoro
20106040010

ABSTRAK

Penyakit busuk lunak pada anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp.) disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas viridiflava* yang dapat merusak jaringan tanaman dengan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteri patogen penyebab busuk lunak pada *Phalaenopsis* sp.. Karakterisasi dilakukan dengan uji LOPAT, dan identifikasi didasarkan pada karakter makroskopik dan mikroskopik, uji patogenisitas. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian antagonis isolat bakteri ScV9 dan ScD9 yang diisolasi dari kulit katak *Sumaterana crassiovis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat patogen penyebab busuk lunak pada anggrek bulan berhasil diisolasi dengan kode isolat *PsOrc* dengan profil L⁻, O⁻, P⁺, dan terbukti patogen melalui uji Postulat Koch. Berdasarkan karakter makroskopis dan mikroskopis ditambah uji LOPAT, isolat bakteri *PsOrc* diduga kuat sebagai jenis *P. viridiflava*. Uji antagonis secara *in vitro* menunjukkan ScV9 menghasilkan zona hambat 9,3 mm (kategori sedang) dan lebih efektif dibanding ScD9 (2,21 mm; kategori lemah). Dapat disimpulkan bahwa bakteri ScV9 lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan *PsOrc*.

Kata kunci : Antibakteri, bioefikasi, uji postulat koch, *Pseudomonas viridiflava*, uji *in vitro*)



**Bioefficacy of Bacteria from Frog Skin
as Biocontrol of *Pseudomonas viridiflava* Bacteria
Causing Soft Rot Disease in Moon Orchids (*Phalaenopsis* sp.)**

Axelindo Suswantoro
20106040010

ABSTRACT

Soft rot disease in *Phalaenopsis* orchids (*Phalaenopsis* sp.) is caused by the bacterium *Pseudomonas viridiflava*, which can rapidly damage plant tissue. This study aims to isolate and characterize the pathogenic bacteria causing soft rot in *Phalaenopsis* sp.. Characterization was performed using the LOPAT test, and identification was based on macroscopic and microscopic characteristics, as well as pathogenicity tests. In this study, the antagonistic activity of bacterial isolates ScV9 and ScD9, isolated from the skin of the Sumatran frog *Crassiovis*, was also tested. The results showed that the pathogenic isolate causing soft rot in *Phalaenopsis* orchids was successfully isolated with the isolate code *PsOrc*, having a profile of L⁻, O⁻, P⁺, and was proven pathogenic through the Koch's postulates test. Based on macroscopic and microscopic characteristics, along with the LOPAT test, the bacterial isolate *PsOrc* is strongly suspected to be the species *P. viridiflava*. *In vitro* antagonistic tests showed that ScV9 produced an inhibition zone of 9.3 mm (moderate category) and was more effective than ScD9 (2.21 mm; weak category). It can be concluded that the ScV9 bacterium is more effective in inhibiting the growth of *PsOrc*.

Keywords: (Antibacterial, bioefficacy, Koch's postulate test, *Pseudomonas viridiflava*, *in vitro* test)



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Penyakit Busuk Lunak Pada Tanaman Anggrek Bulan (Phalaenopsis sp.)..	5
B. Pengendalian Hayati Busuk Lunak Pada Anggrek Bulan (Phalaenopsis sp.) .	6
C. Potensi Bakteri Indigenus dari Kulit Katak sebagai Agen Biokontrol	7
BAB III.....	9
METODE PENELITIAN	9
A. Waktu dan Tempat.....	9
B. Alat dan Bahan	9
C. Prosedur Kerja	9
BAB IV	13
HASIL DAN PEMBAHASAN	13
A. Hasil	13
B. Pembahasan.....	18
BAB V	22
PENUTUP.....	22
A. Kesimpulan	22

B. Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Hasil isolasi bakteri PsOrc yang tampak berpendar dibawah sinar UV asal daun anggrek yang terinfeksi penyakit busuk lunak pada media selektif King's B	13
Gambar 2 Hasil Pengamatan Karakter Makroskopik dan Mikroskopik Bakteri PsOrc. (a) Karakter Makroskopik Bakteri PsOrc, (b) Karakter Mikroskopik Bakteri PsOrc dengan pengecatan Gram, Perbesaran 40 x 10.	15
Gambar 3 Hasil pengamatan uji patogenisitas pada tanaman anggrek bulan (a). Hari ke-3 (b).Hari ke-6 (c). Hari ke-9 (d). Hari ke-12 (e). Hari ke-16 (f). Kontrol hari ke-16 (aquades dan media cair TSB).	16
Gambar 4 Hasil pengamatan diameter zona hambat uji antagonis bakteri indigenus terhadap bakteri patogen PsOrc. (a). ScD9 dan Kontrol (akuades) (b). Scv9 dan Kontrol (akuades). Zona hambat ditunjukkan panah.....	16
Gambar 5 Hasil uji antagonis bakteri indigenus terhadap PsOrc. Tanda bintang (*) menunjukkan level signifikansi (* $P < 0,05$) dengan uji T.	17

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Hasil Pengamatan Karakteristik isolat yang diduga PsOrc berdasarkan Uji LOPAT ..	14
Tabel 2 Hasil Pengamatan Makroskopik dan Mikroskopik Bakteri PsOrc	15
Tabel 3 Hasil uji antagonis bakteri indigenus terhadap bakteri patogen PsOrc.....	17



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Anggrek merupakan tanaman hias populer yang dibudidayakan di Indonesia dengan perkiraan sebanyak 5.000 jenis anggrek yang tumbuh di Indonesia diketahui tersebar tumbuh di beberapa wilayah antara lain pulau Jawa, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Nuryani *et al.*, 2012). Anggrek genus *Phalaenopsis* diketahui merupakan anggrek yang banyak diminati dikarenakan memiliki harga bibit yang terjangkau murah, relatif cepat berbunga, warna dan bentuknya menarik, penampilannya bervariasi, dan waktu mekar bunga yang lebih lama (Nisa *et al.*, 2018). Namun menurut Meera *et al.* (2016) berdasarkan jenis tumbuhnya, anggrek *Phalaenopsis* dapat diidentifikasi sebagai jenis anggrek monopodial utama yang ditandai dengan memiliki batang pendek dan sangat rentan terhadap penyakit.

Para petani dan pengusaha budidaya anggrek berusaha memenuhi kebutuhan pasar, namun dalam proses pembudidayaannya sering kali mengalami gangguan berupa penyakit yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas anggrek. Salah satu penyakit yang menyerang tanaman anggrek yaitu busuk lunak yang disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas viridiflava* (Rahardjo & Hanudin, 2011). Penyakit busuk lunak menurut Joko *et al.* (2011), dapat menurunkan produksi hingga dapat mencapai 100%. Pada umumnya penyakit busuk lunak ini disebabkan oleh *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (sinonim *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*), *P. carotovorum* subsp. *atrosepticum* (sinonim *E. carotovora* subsp. *atroseptica*), dan *Dickeya dadantii* (sinonim *E. chrysanthemi*) (Samson *et al.*, 2005), dan bakteri *pseudomonas* kelompok pectinolitik seperti *Pseudomonas fluorescens*, *P. marginalis*, dan *P. viridiflava* (Godfrey & Marshall 2002).

Gejala akibat adanya infeksi *P. viridiflava* yaitu ditandai dengan munculnya bercak hijau kekuningan yang disertai pembusukan jaringan pada bagian batang dan daun sehingga menimbulkan bau busuk. Bau busuk ini disebabkan oleh *P. viridiflava* yang mampu mensekresikan satu set enzim maupun isoenzim yang mendegradasi polimer dinding sel *Phalaenopsis* (Joko *et al.*, 2014). Selain itu, adanya kemampuan bakteri *P. viridiflava* dalam menghasilkan enzim selulase dan enzim protease yang masing-masing berperan dalam memecah selulosa yang terdapat pada dinding sel primer

dan sekunder tanaman serta berperan dalam merusak protein pada dinding sel sehingga bakteri dapat masuk ke dalam sel tanaman inang (Ismail *et al.*, 2012).

Para petani masih mengandalkan penggunaan pestisida secara intensif untuk mengatasi penyakit busuk lunak, jika penggunaan pestisida kimia terus-menerus dilakukan dapat memberikan dampak terhadap kualitas tanaman yang dihasilkan seperti permukaan daun maupun bunga yang terkena sisa-sisa penyemprotan pestisida (Handayati *et al.*, 2004). Oleh karena itu diperlukan penanganan yang tepat dan aman bagi lingkungan salah satunya memanfaatkan agensia hayati misalnya bakteri. Beberapa penelitian tentang potensi bakteri sebagai agen biokontrol telah di laporkan antara lain oleh Linggi *et al.* (2023) yang berhasil memperoleh sepuluh isolat bakteri endofit unggul asal tanaman anggrek *Phalaenopsis* yang menghambat pertumbuhan pathogen *P. brasiliense* penyebab penyakit busuk lunak pada anggrek. Penelitian Shin *et al.* (2007) menemukan bakteri endofit asal beberapa jenis akar tanaman pantai menunjukkan kemampuan antagonis terhadap -empat isolat jamur fitopatogen yaitu *Rhizoctonia solani*, *Phyitium ultium*, *Fusarium oxysporum*, dan *Botrytis cinerea* secara *in vitro*. Djatnika (2012) berhasil mengisolasi bakteri dari anggrek *Dendrobium* dan *Phalaenopsis* menunjukkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* penyebab penyakit layu *Fusarium* pada tanaman anggrek.

Upaya penanganan serangan penyakit busuk lunak pada anggrek menurut Nisa *et al.* (2018) sering dilakukan dengan tindakan pengendalian pada tindakan mekanik dan kimia, seperti memotong bagian tanaman yang terkena penyakit, sterilisasi lingkungan serta alat tani, dan aplikasi pestisida secara intensif (Firgiyanto *et al.*, 2016, sedangkan pengendalian secara biologi pada tanaman anggrek belum banyak dilakukan. Namun berdasarkan penelitian Nuryani *et al.* (2012) penyakit busuk lunak pada anggrek *Phalaenopsis* dapat diatasi dengan memanfaatkan biobakterisida yang mengandung bakteri salah satunya dari genus *Bacillus* sp. strain B7 terbukti efektif dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan patogen *P. viridiflava* hingga 33,45%. Kurangnya pengetahuan dari para petani budidaya anggrek dan para penggemar anggrek dalam mengatasi penyakit tanaman anggrek seringkali melakukan kesalahan dalam pemberian obat sehingga dapat menyebabkan kerugian berupa terhambatnya pertumbuhan tanaman anggrek bahkan menyebabkan kematian. Oleh karena itu diperlukan penanganan yang tepat dan aman bagi lingkungan salah satunya memanfaatkan agensia hayati misalnya bakteri.

Salah satu agen hayati yang berperan sebagai biokontrol adalah bakteri simbion dari kulit katak. Menurut Jani *et al.* (2021) mikrobioma kulit katak berperan penting sebagai pelindung terhadap bakteri dan fungi patogen. Brunetti *et al.* (2023) melaporkan bahwa genus yang paling representatif di semua populasi katak adalah genus *Pseudomonas*, yang berkisar antara 18%-55% dari kemelimpahan komunitas bakteri. Menurut Brunetti *et al.* (2023) bakteri yang terdapat pada katak ini mampu menghasilkan metabolit seperti prodigiosin, sessilin, pyocyanin, dan violacein yang berperan sebagai melindungi inang dari patogen jamur *Batrachochytrium dendrobatidis*.

Bagian dari sisi inang kulit dapat secara aktif menyeleksi dan membentuk kumpulan bakteri spesifik dari strain lingkungan yang langka, dalam hal ini peran yang dilakukan adalah dikaitkan dengan kandungan peptida antimikroba yang berada pada katak dan dapat ditandai dengan mekanisme penyaringan yang menyusun atas komunitas mikroba (McKenzie *et al.*, 2012).

Susilawati *et al.* (2021) melaporkan bakteri yang diisolasi dari kulit katak endemik Jepang yaitu *Paenibacillus* sp. dan *Raoutella* sp. dari kulit katak *Hyla japonica*, serta *Citrobacter* sp. dari kulit katak *Buergeria burgeri* menunjukkan kemampuan biokontrol dalam menghambat pertumbuhan beberapa fungi pathogen yaitu *Colletotrichum obiculare*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* dan *Fusarium fujikuroi*. Mekanisme penghambatannya dimungkinkan adanya produksi senyawa antimikroba. Penelitian Suri (2023) dan Stevanie (2023) melaporkan kemampuan isolat bakteri dari kulit katak *Sumaterana crassiovis* yaitu ScV9 dan ScD9 menunjukkan efektivitas secara signifikan dalam menghambat pertumbuhan fungi *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. Penelitian tentang potensi kedua isolat ScV9 dan ScD9 belum dilakukan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri patogen tanaman sehingga pada penelitian ini akan dilakukan pengujian potensi kedua isolat bakteri dari kulit katak *S. crassiovis* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *P. viridiflava* penyebab penyakit busuk lunak pada anggrek.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakterisasi bakteri patogen penyebab penyakit busuk lunak yang diisolasi dari *Phalaenopsis* sp. melalui Uji LOPAT serta identifikasi berdasarkan karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis?.

2. Bagaimana kemampuan antagonis isolat bakteri ScV9 dan ScD9 yang diisolasi dari kulit katak (*Sumaterana crassiovis*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen penyebab penyakit busuk lunak pada anggrek bulan (*Phalaenopsis sp.*) secara *in-vitro*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakterisasi bakteri patogen penyebab penyakit busuk lunak yang diisolasi dari *Phalaenopsis sp.* melalui Uji LOPAT serta identifikasi berdasarkan karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis.
2. Mengetahui antagonis isolat bakteri ScV9 dan ScD9 yang diisolasi dari kulit katak (*Sumaterana crassiovis*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen penyebab penyakit busuk lunak pada anggrek bulan (*Phalaenopsis sp.*) secara *in-vitro*.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan bakteri ScV9 dan ScD9 yang diisolasi dari kulit katak (*Sumaterana crassiovis*) sebagai agen biokontrol yang aman bagi lingkungan. Serta memberikan pengetahuan baru di bidang mikrobiologi mengenai pemanfaatan bakteri ScV9 dan ScD9 yang diisolasi dari kulit katak (*Sumaterana crassiovis*) sebagai agen biokontrol yang aman bagi lingkungan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah :

1. Uji LOPAT yang dilakukan pada bakteri isolat *PsOrc* menunjukkan hasil L(-), O(-), P(+), sehingga dapat disimpulkan bakteri tersebut merupakan bakteri genus *Pseudomonas* yang bersifat patogen pada tanaman. Hasil identifikasi makroskopik dan mikroskopik menunjukkan bahwa bakteri tersebut merupakan spesies *Pseudomonas viridiflava*.
2. Isolat bakteri ScV9 diisolasi dari kulit katak (*Sumaterana crassiovis*) lebih efektif dalam menghambat bakteri patogen *PsOrc* penyebab penyakit busuk lunak pada anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp.) secara *in-vitro*.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah yang diperlukannya penelitian lebih lanjut untuk :

1. Pengujian menggunakan antibakteri lainnya terhadap patogen *PsOrc*

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, R. A. B. (2016). Biocontrol of *Fusarium* wilt and growth promotion of tomato plants using endophytic bacteria isolated from *Nicotiana glauca* organs. *Biological Control*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.03.005>
- Alamsjah, F., Tjong, D. H., & Rahma, Z. F. (2020). Antimicrobial activity of skin secretion of *Rana hosii* frog (Anura: Ranidae) against several pathogenic microbes. *Jurnal Biologi UNAND*, 8(2), 48–53. <https://doi.org/10.25077/jbioua.8.2.48-53.2020>
- Alemu, F. (2013). Isolation of *Pseudomonas fluorescens* species from rhizospheric soil of faba bean and assessment of their siderophores production. *International Journal of Advanced Research*, 1(8), 203–210.
- Alibrandi, P., Lo Monaco, N., Calevo, J., Voyron, S., Puglia, A. M., Cardinale, M., & Perotto, S. (2021). Plant growth promoting potential of bacterial endophytes from three terrestrial Mediterranean orchid species. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 155(6), 1153–1164. <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1829731>
- Almeida, I. M. G., Maciel, K. W., Neto, J. R., & Beriam, L. O. S. (2013). *Pseudomonas viridiflava* in imported carrot seeds. *Australasian Plant Disease Notes*, 8, 17–19. <https://doi.org/10.1007/s13314-012-0086-2>
- Amaria, W., Kasim, N. N., & Munif, A. (2019). Kelimpahan populasi bakteri filosfer, rizosfer, dan endofit tanaman kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw), serta potensinya sebagai agens biokontrol. *Journal TABARO Agriculture Science*, 3(1), 305–317. <http://dx.doi.org/10.35914/tabaro.v3i1.200>
- Andalasari, T. D., Yafisham, Y., & Nuraini, N. (2014). Respon pertumbuhan anggrek *Dendrobium* terhadap jenis media tanam dan pupuk daun. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 14(1). <https://doi.org/10.25181/jppt.v14i1.145>
- 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>
- Arobaya, A. Y. S. (2022). Variasi morfologi bunga anggrek bulan hibrida *Phalaenopsis* sp.: Analisa karakter dengan pendekatan numerik. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 70–85. <https://doi.org/10.24002/biota.v7i1.4207>
- Asrul. (2005). Uji lopat bakteri patogen dari beberapa tanaman. *Jurnal Agrisains*, 6(2), 81–86.
- Astuti, W., & Widyastuti, C. R. (2017). Pestisida organik ramah lingkungan pembasmi hama tanaman sayur. *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, 14(2), 115–120.
- Aziz, S. A., Sukma, D., & Romeida, A. (2014, February). Morphological characterization of *Phalaenopsis* sp.p. and hybrids from Indonesia. In *II International Orchid Symposium 1078* (pp. 149–153). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1078.20>
- Babbal, Adivitiya, & Khasa, Y. P. (2017). Microbes as biocontrol agents. In *Probiotics and plant health* (pp. 507–552). https://dx.doi.org/10.1007/978-981-10-3473-2_28
- Bambaradeniya, C. N. B., Edirisinghe, J. P., De Silva, D. N., Gunatilleke, C. V. S., Ranawana, K. B., & Wijekoon, S. (2004). Biodiversity associated with an irrigated rice agro-ecosystem in Sri Lanka. *Biodiversity & Conservation*, 13, 1715–1753.
- Bataille, A., Lee-Cruz, L., Tripathi, B., Kim, H., & Waldman, B. (2016). Microbiome variation across amphibian skin regions: Implications for chytridiomycosis mitigation efforts. *Microbial Ecology*, 71(1), 221–232. <https://doi.org/10.1007/s00248-015-0653-0>
- Bergey, D. H. (1994). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Belarmino, M. M., & Mii, M. (2000). *Agrobacterium*-mediated genetic transformation of a *Phalaenopsis* orchid. *Plant Cell Reports*, 19, 435–442. <https://doi.org/10.1007/s002990050752>
- Bhat, K. A., Bhat, N. A., Mohiddin, F. A., Sheikh, P. A., & Wani, A. H. (2012). Studies on pectinase activities of isolates of *Erwinia carotovora* and *Rhizopus* sp. causing soft rot in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(45), 6062–6067. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1215>
- Breed, E. S., Murray, E. G. D., & Smith, N. R. (1957). *Bergey's manual of determinative bacteriology*.

- Brunetti, A. E., Bunk, B., Lyra, M. L., Fuzo, C. A., Marani, M. M., Spröer, C., & Overmann, J. (2022). Molecular basis of a bacterial-amphibian symbiosis revealed by comparative genomics, modeling, and functional testing. *The ISME Journal*, 16(3), 788–800. <https://doi.org/10.1038/s41396-021-01121-7>
- Brunetti, A. E., Lyra, M. L., Bauermeister, A., Bunk, B., Boedeker, C., Müsken, M., ... & Lopes, N. P. (2023). Host macrocyclic acylcarnitines mediate symbiotic interactions between frogs and their skin microbiome. *iScience*, 26(11). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108109>
- De, L. C. (2020). Morphological diversity in orchids. *International Journal of Botany Studies*, 5, 229–238. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24041.31849>
- Djatnika, I. (2012). Seleksi bakteri antagonis untuk mengendalikan layu *Fusarium* pada tanaman *Phalaenopsis*. *Jurnal Hortikultura*, 22(3), 276–284. <https://doi.org/10.21082/jhort.v22n3.2012.p276-284>
- Etesami, H., Alikhani, H. A., & Hosseini, H. M. (2015). Indole-3-acetic acid (IAA) production trait, a useful screening to select endophytic and rhizosphere competent bacteria for rice growth promoting agents. *MethodsX*, 2, 72–78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mex.2015.02.008>
- Fahriani, U., & Wiyono, S. (2018). Seleksi khamir antagonis sebagai agens biokontrol penyakit bercak daun *Cercospora* pada anggrek *Dendrobium*. *Comm. Horticulturae Journal*, 2(2), 46–53. <http://dx.doi.org/10.29244/chj.2.2.46-53>
- Fernández-Sanz, A. M., Rodicio, M. R., & González, A. J. (2022). Biochemical diversity, pathogenicity and phylogenetic analysis of *Pseudomonas viridiflava* from bean and weeds in northern Spain. *Microorganisms*, 10(8), 1542. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081542>
- Feng, Y., Zhang, Y., Shah, O. U., Luo, K., & Chen, Y. (2023). Isolation and identification of endophytic bacteria *Bacillus* sp. ME9 that exhibits biocontrol activity against *Xanthomonas phaseoli* pv. *manihotis*. *Biology*, 12(9), 1231. <https://doi.org/10.3390/biology12091231>
- Firgiyanto, R., Aziz, S. A., & Sukma, D. (2016). Uji ketahanan anggrek hibrida *Phalaenopsis* terhadap penyakit busuk lunak yang disebabkan oleh *Dickeya dadantii*. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 44(2), 204–210.
- Godfrey, S. A. C., & Marshall, J. W. (2002). Identification of cold-tolerant *Pseudomonas viridiflava* and *P. marginalis* causing severe carrot postharvest bacterial soft rot during refrigerated export from New Zealand. *Plant Pathology*, 51(2), 155–162. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00679.x>
- Gofar, N., Munawar, M., Widjajanti, H., & Mulya, A. P. (2014). Eksplorasi bakteri antagonis asal jaringan dan rizosfer tanaman karet untuk menekan pertumbuhan bakteri proteolitik pada bahan olahan karet (BOKAR). *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 16(2), 61–66. <https://doi.org/10.29244/jitl.16.2.61-66>
- González, A. J., Rodicio, M. R., & Mendoza, M. C. (2003). Identification of an emergent and atypical *Pseudomonas viridiflava* lineage causing bacteriosis in plants of agronomic importance in a Spanish region. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(5), 2936–2941. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.5.2936-2941.2003>
- Handayati, W., Hanudin, S., & Soedjono. (2004). Resistensi genotipe anggrek *Phalaenopsis* terhadap penyakit busuk lunak. *Jurnal Hortikultura (ed. khusus)*, 14, 398–402.
- Hanudin, & Suhardi. (2009). Praevaluasi karakter ketahanan terhadap penyakit busuk lunak pada anggrek *Phalaenopsis*. *Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Hias TA 2008 Segunung*, 14.
- Hanudin, H., Nawangsih, A. A., Marwoto, B., & Tjahjono, B. (2013). Komposisi formula biobakterisida berbahan aktif rizobakteri untuk pengendalian penyakit busuk lunak pada anggrek *Phalaenopsis*. *Jurnal Hortikultura*, 23(3), 244–254. <https://dx.doi.org/10.21082/jhort.v23n3.2013.p244-254>
- Harris, R. N., Brucker, R. M., Walke, J. B., Becker, M. H., Schwantes, C. R., Flaherty, D. C., ... & Minbiole, K. P. (2009). Skin microbes on frogs prevent morbidity and mortality caused by a lethal skin fungus. *The ISME Journal*, 3(7), 818–824.
- Herigstad, B., Hamilton, M., & Heersink, J. (2001). How to optimize the drop plate method for enumerating bacteria. *Journal of Microbiological Methods*, 44(2), 121–129. [https://doi.org/10.1016/S0167-7012\(00\)00241-4](https://doi.org/10.1016/S0167-7012(00)00241-4)

- Henry, E., Yadeta, K. A., & Coaker, G. (2013). Recognition of bacterial plant pathogens: Local, systemic and transgenerational immunity. *New Phytologist*, 199(4), 908–915. <https://doi.org/10.1111/nph.12214>
- Hung, P. Q., Kumar, S. M., Govindsamy, V., & Annapurna, K. (2007). Isolation and characterization of endophytic bacteria from wild and cultivated soybean varieties. *Biology and Fertility of Soils*, 44, 155–162. <https://doi.org/10.1007/s00374-007-0189-7>
- Iskandar Putra, M. B., & Purwantisari, S. (2018). Kemampuan antagonisme *Pseudomonas* sp. dan *Penicillium* sp. terhadap *Cercospora nicotianae* in vitro. *Jurnal Akademika Biologi*, 7(3), 1–7.
- Ismail, M. E., Abdel-Monaim, M. F., & Mostafa, Y. M. (2012). Identification and pathogenicity of phytopathogenic bacteria associated with soft rot disease of girasole tuber. *Notulae Scientiae Biologicae*, 4(1), 75–81. <https://doi.org/10.15835/nsb417269>
- Jani, A. J., Bushell, J., Arisdakessian, C. G., Belcaid, M., Boiano, D. M., Brown, C., & Knapp, R. A. (2021). The amphibian microbiome exhibits poor resilience following pathogen-induced disturbance. *The ISME Journal*, 15(6), 1628–1640. <https://doi.org/10.1038/s41396-020-00875-w>
- 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, 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.04.018>
- Joko, T., Kiswanti, Hanudin, & Subandiyah, S. (2011, June 27–28). Occurrence of bacterial soft rot of *Phalaenopsis* orchids in Yogyakarta and West Java, Indonesia. In *Proceedings of International Seminar on “Natural Resources, Climate Change, and Food Security in Developing Countries”* (pp. 255–265). Surabaya, Indonesia.
- Joko, T., Subandi, A., Kusumandari, N., Wibowo, A., & Priyatmojo, A. (2014). Activities of plant cell wall-degrading enzymes by bacterial soft rot of orchid. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(10), 1239–1250.
- Joko, T., Anggraeni, D. N., Irianti, M., Daryono, B. S., Widada, J., & Subandiyah, S. (2018, March). Bacterial endophytes isolated from orchids and their influence on plant health. In *Proceedings of International Symposium on Innovative Crop Protection for Sustainable Agriculture* (pp. 7–8).
- Kadzimin, S., & Abdullah, H. (1993). Etiology of bacterial soft rot of orchids. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 16(91), 1–4.
- Khalil, M. M. R., Fierro-Coronado, R. A., Peñuelas-Rubio, O., Villa-Lerma, A. G., Plascencia-Jatomea, R., Félix-Gastélum, R., & Maldonado-Mendoza, I. E. (2021). Rhizospheric bacteria as potential biocontrol agents against *Fusarium* wilt and crown and root rot diseases in tomato. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7460–7471. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.043>
- Khatriwada, J. R., Ghimire, S., Khatriwada, S. P., Paudel, B., Bischof, R., Jiang, J., & Haugaasen, T. (2016). Frogs as potential biological control agents in the rice fields of Chitwan, Nepal. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 307–314. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.025>
- Kim, A. Y., Shahzad, R., Kang, S. M., Seo, C. W., Park, Y. G., Park, H. J., & Lee, I. J. (2017). IAA-producing *Klebsiella variicola* AY13 reprograms soybean growth during flooding stress. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 20, 235–242. <https://doi.org/10.1007/s12892-017-0041-0>
- Kim, S. W., Jung, J. H., Lamsal, K., Kim, Y. S., Min, J. S., & Lee, Y. S. (2012). Antifungal effects of silver nanoparticles (AgNPs) against various plant pathogenic fungi. *Mycobiology*, 40(1), 53–58. <https://doi.org/10.5941/MYCO.2012.40.1.053>
- Lee, Y. A., Chen, K. P., & Hsu, Y. W. (2006). Characterization of *Erwinia chrysanthemi*, the soft-rot pathogen of white-flowered calla lily, based on pathogenicity and PCR-RFLP and PFGE analyses. *Plant Pathology*, 55(4), 530–536. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01392.x>
- Lelliot, R. A., & Stead, D. E. (1987). *Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants*. British Society for Plant Pathology, Blackwell Scientific Publication.
- Linggi, M. I. A., Joko, T., & Widada, J. (2023). Potensi dan keragaman bakteri endofit sebagai agens pemacu pertumbuhan dan biokontrol anggrek. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(4), 675–682. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.4.675>

- Lu, Y., Ma, D., He, X., Wang, F., Wu, J., Liu, Y., ... & Deng, J. (2021). *Bacillus subtilis* KLBC BS6 induces resistance and defence-related response against *Botrytis cinerea* in blueberry fruit. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 114, 101599. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2020.101599>
- 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. *The ISME Journal*, 6(3), 588–596. <https://doi.org/10.1038/ismej.2011.129>
- Medison, R. G., Jiang, J., Medison, M. B., Tan, L. T., Kayange, C. D., Sun, Z., & Zhou, Y. (2023). Evaluating the potential of *Bacillus licheniformis* YZCUO202005 isolated from lichens in maize growth promotion and biocontrol. *Heliyon*, 9(10), e20204. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20204>
- Meera, T. M., Louis, V., & Beena, S. (2016). Diseases of *Phalaenopsis*: Symptoms, etiology and management. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5(2), 296–300.
- Mikiciński, A., Sobiczewski, P., Sulikowska, M., Puławska, J., & Treder, J. (2010). Pectolytic bacteria associated with soft rot of calla lily (*Zantedeschia* spp.) tubers. *Journal of Phytopathology*, 158(4), 201–209. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01597.x>
- Monte, E. (2001). Understanding *Trichoderma*: Between biotechnology and microbial ecology. *International Microbiology*, 4(1), 1–4. <https://doi.org/10.1007/s101230100001>
- Munif, A., Djatnika, I., & Widodo, W. (2007). Karakter fisiologis dan peranan antibiosis bakteri perakaran gramineae terhadap *Fusarium* dan pamacu pertumbuhan tanaman pisang. *Jurnal Hortikultura*, 17(2), 84–92. <https://doi.org/10.21082/jhort.v17n2.2007.p84-92>
- Munir, S., Li, Y., He, P., Cui, W., ... & He, Y. (2022). Defeating Huanglongbing pathogen *Candidatus liberibacter asiaticus* with indigenous citrus endophyte *Bacillus subtilis* L1-21. *Frontiers in Plant Science*, 12, 789065. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.789065>
- Napitupulu, H. G., Rumengan, I. F., Wullur, S., Ginting, E. L., Rimper, J. R. T. S. L., & Toloh, B. H. (2019). *Bacillus* sp. sebagai agensia pengurai dalam pemeliharaan *Brachionus rotundiformis* yang menggunakan ikan mentah sebagai sumber nutrisi. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(1), 158–169.
- Ndeddy Aka, R. J., & Babalola, O. O. (2016). Effect of bacterial inoculation of strains of *Pseudomonas aeruginosa*, *Alcaligenes faecalis* and *Bacillus subtilis* on germination, growth and heavy metal (Cd, Cr, and Ni) uptake of *Brassica juncea*. *International Journal of Phytoremediation*, 18(2), 200–209. <https://doi.org/10.1080/15226514.2015.1073671>
- Nisa, F. K., Susilo, G., & Sundari, C. (2018). Sistem pakar diagnosis hama dan penyakit tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis* sp.) dengan metode Bayes. *Transformasi*, 14(1).
- Nuryani, W., Yusuf, E. S., Djatnika, I., & Marwoto, B. (2012). Kemangkusan biobakterisida terhadap penyakit busuk lunak (*Pseudomonas viridiflava*) pada *Phalaenopsis*. *Jurnal Hortikultura*, 22(2), 133–139.
- Ostrowiecka, B., Tałaj, I., Brzosko, E., Jermakowicz, E., Mirski, P., Kostro-Ambroziak, A., ... & Wróblewska, A. (2019). Pollinators and visitors of the generalized food-deceptive orchid *Dactylorhiza majalis* in North-Eastern Poland. *Biologia*, 74, 1247–1257. <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00285-0>
- Pal, K. K., & Gardener, B. M. (2006). Biological control of plant pathogens. *Plant Health Instructor*. <https://doi.org/10.1094/PHI-A-2006-1117-02>
- Park, S. C., Park, Y., & Hahm, K. S. (2011). The role of antimicrobial peptides in preventing multidrug-resistant bacterial infections and biofilm formation. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(9), 5971–5992. <https://doi.org/10.3390/ijms12095971>
- Rahardjo, I. B. (2011). Karakteristik *Pseudomonas viridiflava*: Penyebab penyakit busuk lunak dan evaluasi virulensinya pada klon anggrek *Phalaenopsis*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 11(2), 185–193.
- Rahardjo, I. B., & Budiarto, K. (2018). Evaluasi resistensi progeni anggrek *Phalaenopsis* terhadap penyakit busuk lunak (*Pseudomonas viridiflava*).
- Rahmawati, F., & Bintari, S. H. (2014). Studi aktivitas antibakteri sari daun binahong (*Anredera cordifolia*) terhadap pertumbuhan *Bacillus cereus* dan *Salmonella enteritidis*. *Life Science*, 3(2).
- Razo, K. R., Martínez, A. L. C., Rosales, D. A., López, M. S., & Ocampo, S. A. (2022). Identification of *Pseudomonas viridiflava*, causal agent of onion (*Allium cepa* L.) bulb rot. *Agro Productividad*, 15(1). <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i1.2110>

- Refa, F., & Pitri, R. A. (2016). Induksi ketahanan secara nabati pada anggrek *Phalaenopsis* hibrida untuk mengendalikan penyakit busuk lunak. *Prosiding Semnas Pertanian 2016*.
- Romero-Contreras, Y. J., Gonzalez-Serrano, F., Formey, D., Aragon, W., Chacón, F. I., Torres, M., ... & Serrano, M. (2024). Amphibian skin bacteria display antifungal activity and induce plant defense mechanisms against *Botrytis cinerea*. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1392637. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1392637>
- Rosmania, R., & Yanti, F. (2020). Perhitungan jumlah bakteri di laboratorium mikrobiologi menggunakan pengembangan metode spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), 76–86. <https://doi.org/10.56064/jps.v22i2.564>
- Rossi, F. R., Marina, M., & Pieckenstain, F. L. (2015). Role of arginine decarboxylase (ADC) in *Arabidopsis thaliana* defence against the pathogenic bacterium *Pseudomonas viridiflava*. *Plant Biology*, 17(4), 831–839. <https://doi.org/10.1111/plb.12289>
- Saleh, A., & Salsabila, N. N. (2021). Eksplorasi dan perbanyakan jamur *Trichoderma* sp. sebagai bahan pembuatan fungisida hayati di Desa Watas. *Buguh: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2).
- Samson, R., Legendre, J. B., Christen, R., Saux, M. F. L., Achouak, W., & Gardan, L. (2005). Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder et al. 1953) Brenner et al. 1973 and *Brenneria paradisiaca* to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zeae* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55(4), 1415–1427.
- Sarris, P. F., Trantas, E. A., Mpalantinaki, E., Ververidis, F., & Goumas, D. E. (2012). *Pseudomonas viridiflava*, a multi-host plant pathogen with significant genetic variation at the molecular level. *PLOS ONE*, 7(4), e36090. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036090>
- Sepriana, C., Jekti, D. S. D., & Zulkifli, L. (2017). Bakteri endofit kulit batang tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan kemampuannya sebagai antibakteri. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(2).
- Shin, D. S., Park, M. S., Jung, S. R., Lee, M. S., Lee, K. H., Bae, K. S., & Kim, S. B. (2007). Plant growth-promoting potential of endophytic bacteria isolated from roots of coastal sand dune plants. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17(8), 1361–1368.
- Smith, S. N., Watters, J. L., & Siler, C. D. (2023). Host ecology drives frog skin microbiome diversity across ecotone in South-Central North America. *Frontiers in Microbiomes*, 2, 1286985. <https://doi.org/10.3389/frmbi.2023.1286985>
- Spaepen, S., Vanderleyden, J., & Remans, R. (2007). Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism–plant signaling. *FEMS Microbiology Reviews*, 31(4), 425–448. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2007.00072.x>
- Suhada, S., & Hidayatulloh, T. (2014). Sistem pakar pengidentifikasi hama pada tanaman anggrek terestrial berbasis mobile. *Swabumi*, 1(1), 37–43. <https://doi.org/10.31294/swabumi.v1i1.988>
- Sumardiyono, C. (2008). Ketahanan jamur terhadap fungisida di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 14(1), 1–5. <https://doi.org/10.22146/jpti.11869>
- 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, 104498. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104498>
- Suputra, I. P. W., Wirya, G. N. A. S., Sari, N. B. K., Temaja, I. G. R. M., & Innosensia, N. L. P. C. (2022). Identification and characterization of soft rot bacterial pathogens on *Phalaenopsis* orchid in Bali. *CROPSAVER – Journal of Plant Protection*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v5i1.39284>
- Tang, C. Y., & Chen, W. H. (2007). Breeding and development of new varieties in *Phalaenopsis*. In *Orchid biotechnology* (pp. 1–22). World Scientific. https://doi.org/10.1142/9789812775900_0001
- Tennessen, J. A., & Blouin, M. S. (2007). Selection for antimicrobial peptide diversity in frogs leads to gene duplication and low allelic variation. *Journal of Molecular Evolution*, 65(6), 605–615. <https://doi.org/10.1007/s00239-007-9045-5>
- Uccelletti, D., Zanni, E., Marcellini, L., Palleschi, C., Barra, D., & Mangoni, M. L. (2010). Anti-*Pseudomonas* activity of frog skin antimicrobial peptides in a *Caenorhabditis elegans* infection

- model: A plausible mode of action in vitro and in vivo. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 54(9), 3853–3860. <https://doi.org/10.1128/aac.00154-10>
- Varga, J. F., Bui-Marinos, M. P., & Katzenback, B. A. (2019). Frog skin innate immune defences: Sensing and surviving pathogens. *Frontiers in Immunology*, 9, 3128. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.03128>
- Winahyu, D. A., Retnaningsih, A., & Koriah, S. (2020). Uji aktivitas antibakteri ekstrak *Spirulina platensis* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Propionibacterium acne* dengan metode difusi agar. *Jurnal Analis Farmasi*, 5(2), 118–126. <https://doi.org/10.33024/jaf.v5i2.4084>
- Winastri, N. L. A. P., Muliastri, H., & Hidayati, E. (2020). Aktivitas antibakteri air perasan dan rebusan daun calincing (*Oxalis corniculata* L.) terhadap *Streptococcus mutans*. *Berita Biologi*, 19(2), 223–230. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v19i2.3786>
- Wang, Y. T. (2007). Potassium nutrition affects *Phalaenopsis* growth and flowering. *HortScience*, 42(7), 1563–1567. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.7.1563>
- Wu, P. H., Huang, D. D., & Chang, D. C. (2011). Mycorrhizal symbiosis enhances *Phalaenopsis* orchid's growth and resistance to *Erwinia chrysanthemi*. *African Journal of Biotechnology*, 10(50), 10095–10100.
- Yang, F., Zhang, J., Zhang, H., Ji, G., Zeng, L., Li, Y., ... & Chen, W. (2020). Bacterial blight induced shifts in endophytic microbiome of rice leaves and the enrichment of specific bacterial strains with pathogen antagonism. *Frontiers in Plant Science*, 11, 963. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00963>
- Yasumiba, K., Bell, S., & Alford, R. (2016). Cell density effects of frog skin bacteria on their capacity to inhibit growth of the chytrid fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Microbial Ecology*, 71(1), 124–130. <https://doi.org/10.1007/s00248-015-0701-9>
- Zelver, N., Hamilton, M., Pitts, B., Goeres, D., Walker, D., Sturman, P., & Heersink, J. (1999). Measuring antimicrobial effects on biofilm bacteria: From laboratory to field. In S. Gottesman (Ed.), *Methods in enzymology* (Vol. 310, pp. 608–628). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)10047-8](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)10047-8)
- Zhao, P., Ren, A., Dong, P., Sheng, Y., Chang, X., & Zhang, X. (2018). The antimicrobial peptaibol trichokonin IV promotes plant growth and induces systemic resistance against *Botrytis cinerea* infection in moth orchid. *Journal of Phytopathology*, 166(5), 346–354. <https://doi.org/10.1111/jph.12692>