



KEANEKARAGAMAN MIKROB ENDOFIT DAN PENGENDALIAN HAYATI PENYAKIT KANKER BATANG (*Neoscytalidium dimidiatum* Penz.) PADA BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.)

ANDHIKA VIDIAN NUGRAHA



PROGRAM STUDI PENGENDALIAN HAMA TERPADU
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul “Keanekaragaman Mikrob Endofit dan Pengendalian Hayati Penyakit Kanker Batang (*Neoscytalidium dimidiatum* Penz.) pada Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.)” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dan karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2025

Andhika Vidian Nugraha
A3503231005



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

ANDHIKA VIDIAN NUGRAHA. Keanekaragaman Mikrob Endofit dan Pengendalian Hayati Penyakit Kanker Batang (*Neoscytalidium dimidiatum* Penz.) pada Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.). Dibimbing oleh EFI TODING TONDOK dan GIYANTO.

Penyakit kanker batang buah naga yang disebabkan oleh cendawan patogen *Neoscytalidium dimidiatum* merupakan salah satu faktor penyebab penurunan produksi nasional tanaman buah naga di Indonesia. Strategi pengendalian yang tepat diperlukan untuk mencegah dan meminimalisir serangan dari patogen *N. dimidiatum* agar produksi nasional tanaman buah naga dapat meningkat dan stabil. Terdapat beberapa pengendalian yang telah dilakukan untuk mengendalikan penyakit kanker batang buah naga, yaitu secara kultur teknis dengan sanitasi lahan, secara mekanis melalui pemangkasan bagian tanaman terinfeksi, aplikasi garam dapur (NaCl) dengan konsentrasi 5%, fungisida kimia sintetis dengan bahan aktif azoksistrobin dan difenokonazol, kombinasi bahan aktif fluopyram dan tebukonazol, serta cyprodinil dan fludioxonil. Selain itu, pengendalian penyakit kanker batang buah naga dapat dilakukan secara hayati dengan memanfaatkan mikrob yang berpotensi sebagai agens biokontrol terhadap *N. dimidiatum*. Mikrob potensial baik cendawan maupun bakteri sebagai agens biokontrol terhadap patogen cendawan *N. dimidiatum*, dapat dibedakan menjadi tiga kelompok berdasarkan tempat hidupnya, yaitu mikrob rizosfer, mikrob filoplan, dan mikrob endofit.

Keanekaragaman mikrob rizosfer, filoplan, dan endofit memainkan peran penting sebagai agens biokontrol patogen tanaman. Tingginya keanekaragaman suatu mikrob rizosfer mampu meningkatkan potensinya dalam menyediakan nutrisi untuk tanaman sehingga tanaman mampu bertahan dari ancaman patogen tanaman. Sementara itu, tingginya keanekaragaman mikrob filoplan mampu meningkatkan potensinya dalam mendominasi kompetisi ruang dan nutrisi untuk mencegah dan menghambat masuknya patogen, memacu pertumbuhan tanaman, serta membantu menyediakan unsur hara. Tingginya keanekaragaman mikrob endofit mampu meningkatkan potensinya dalam menginduksi ketahanan tanaman untuk menghambat perkembangan penyakit yang disebabkan oleh patogen tanaman. Penelusuran literatur ilmiah oleh penulis menunjukkan bahwa analisis keanekaragaman mikrob endofit asal tanaman buah naga dan potensi mikrob asal tanaman buah naga dalam mengendalikan penyakit kanker batang di Indonesia belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini berperan dalam memberikan informasi terkait keanekaragaman mikrob endofit dan potensi mikrob asal tanaman buah naga dalam mengendalikan penyakit kanker batang buah naga. Penelitian dilakukan dengan beberapa metode, yaitu pengambilan sampel, isolasi mikrob endofit asal tanaman buah naga, analisis keanekaragaman mikrob endofit asal tanaman buah naga, pengambilan data pendukung, penyediaan isolat mikrob asal tanaman buah naga, uji keamanan hayati mikrob asal tanaman buah naga, uji potensi penghambatan *in vitro* mikrob asal tanaman buah naga, karakterisasi isolat terpilih, dan uji potensi penghambatan *semi in vivo* mikrob asal tanaman buah naga.

Identifikasi morfologi isolat endofit asal daerah Banyuwangi dan Bukittinggi diperoleh enam genus, yaitu *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp., *Bipolaris* sp., dan *Lasiodiplodia* sp. Keanekaragaman cendawan



endofit dari daerah Banyuwangi dan Bukittinggi tergolong moderat dengan indeks Shannon 1,64-2,08, populasi tiap spesies yang relatif merata dengan indeks Evenness 0,82-0,95, dan dominansi antar spesies dari rendah hingga moderat dengan indeks Simpson 0,13-0,31. Bakteri endofit pada daerah Banyuwangi dan Bukittinggi menghasilkan keanekaragaman dari rendah hingga moderat dengan indeks Shannon 0,46-1,32, populasi tiap spesies yang relatif merata dengan indeks Evenness 0,54-0,66, dan dominansi antar spesies dari moderat hingga tinggi dengan nilai indeks Simpson 0,35-0,71.

Isolat cendawan dan bakteri endofit yang diperoleh dari wilayah Banyuwangi tidak ditemukan di wilayah Bukittinggi, begitu pula sebaliknya. Isolat cendawan endofit C4 dan *Fusarium* sp. C5 merupakan isolat yang memiliki frekuensi kemunculan tertinggi pada sampel daerah Banyuwangi. Isolat cendawan endofit C12 dan *Aspergillus* sp. C10 merupakan isolat yang memiliki frekuensi kemunculan tertinggi pada sampel daerah Bukittinggi. Isolat bakteri endofit B1 merupakan isolat yang memiliki frekuensi kemunculan paling banyak di sampel daerah Banyuwangi sedangkan isolat bakteri endofit B13 dan B12 merupakan isolat yang memiliki frekuensi kemunculan paling banyak ditemukan di daerah Bukittinggi. Sampel sulur asal Banyuwangi (S2) dan akar asal Bukittinggi (A5 dan A6) menghasilkan isolat cendawan endofit paling banyak diantara sampel lainnya, sementara sampel S1 (sulur asal Banyuwangi) dan sampel A4 (akar asal Bukittinggi) menghasilkan isolat bakteri endofit paling banyak diantara sampel lainnya.

Isolat cendawan CR2, CR3, CF2, *Trichoderma* sp. C6, dan *Trichoderma* sp. C13, serta isolat bakteri BR8, B16, BR1, B2, dan B7 merupakan isolat mikrob asal tanaman buah naga yang berpotensi sebagai agens biokontrol terhadap *N. dimidiatum* berdasarkan uji potensi penghambatan *in vitro* dan kemampuannya dalam menghasilkan hormon auksin, enzim kitinase, dan glukonase. Hampir seluruh isolat cendawan dan bakteri, kecuali isolat cendawan CR2 yang diujikan mampu menghambat perkembangan lesio dengan nilai AUDPC yang tidak berbeda nyata dengan fungisida difenokonazol. Penelitian ini memberikan informasi terkait keanekaragaman mikrob endofit asal tanaman buah naga dan potensi mikrob rizosfer, filoplan, dan endofit sebagai agens hayati pengendalian cendawan *N. dimidiatum* penyebab penyakit kanker batang buah naga.

Kata Kunci: endofit, filoplan, indeks Shannon, rizosfer

SUMMARY

ANDHIKA VIDIAN NUGRAHA. Diversity of Endophytic Microbes and Biological Control of Stem Canker Disease *Neoscytalidium dimidiatum* (Penz.) in Red Dragon Fruit (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.). Supervised by EFI TODING TONDOK dan GIYANTO.

Stem canker disease of dragon fruit, caused by the pathogen fungi *Neoscytalidium dimidiatum*, is one of the major factors contributing to the decline of national dragon fruit production in Indonesia. Effective management strategies are required to prevent and minimize infections caused by *N. dimidiatum* in order to maintain high and stable national production levels. Several control measures have been implemented against stem canker disease, including cultural practices such as field sanitation, and mechanical approaches through pruning of infected plants parts. In addition, chemical control has been applied using salt sodium (NaCl) 5%, synthetic fungicides with active ingredients such as azoxystrobin and difenoconazole, fluopyram and tebuconazole, as well as cyprodinil and fludioxonil. Moreover, biological control can be employed by utilizing microorganisms with potential as biocontrol agents against *N. dimidiatum*. These potential biocontrol agents, consisting of both fungi and bacteria, can be classified into three groups based on their ecological niches: rhizosphere, phylloplane, and endophytic microbes.

The diversity rhizosphere, phylloplane, and endophytic microorganisms plays a crucial role in their function as biocontrol agents against plant pathogens. High diversity within rhizosphere microbes enhances their potential to supply nutrients to plants, thereby enabling plants to withstand threats from plant pathogens. Similarly, greater diversity of phylloplane microbes dominate competition for space and nutrients, stimulate plant growth, and facilitate nutrient availability. Furthermore, a high diversity of endophytic microbes strengthens their potential to induce plant resistance, thereby inhibiting the development of diseases caused by plant pathogens. A review of the scientific literature conducted by the author indicates that studies analyzing the diversity of endophytic microbes originating from dragon fruit plants, as well as the potential of dragon fruit-associated microbes to control stem canker disease in Indonesia, remain limited. Therefore, this research contributes valuable information regarding the diversity of endophytic microbes and the biocontrol potential of microbes associated with dragon fruit plants against stem canker disease. The study was carried out using several methods, i.e: sample collection, isolation of endophytic microbes, analysis of endophytic microbial diversity, collection of supplementary data, biosafety testing of microbes from dragon fruit plants, in vitro inhibition potential assay of microbes from dragon fruit plants, characterization of selected isolates, and semi in vivo inhibition potential assay of microbes from dragon fruit plants.

Morphological identification of the isolates from both regions revealed six genera: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp., *Bipolaris* sp., and *Lasiodiplodia* sp. The diversity analysis of endophytic fungi both Banyuwangi and Bukittinggi indicates that the diversity is moderate (Shannon index ranged from 1,64 to 2,08), with relatively even species populations (Evenness index ranged from 0,82 to 0,95) and low to moderate species dominance (Simpson

index ranged from 0,13 to 0,31). Endophytic bacteria from Banyuwangi and Bukittinggi exhibited from low to moderate diversity with Shannon index ranged from 0,46 to 1,32, the species populations remained relatively evenly distributed (Evenness index ranged from 0,54 to 0,66) and species dominance was moderate to high (Simpson index ranged from 0,35 to 0,71). The endophytic fungi and bacteria isolates obtained from Banyuwangi were not found in Bukittinggi, and vice versa. Among the Banyuwangi samples, the endophytic fungi isolates C4 and *Fusarium* sp. C5 exhibited the highest frequency of occurrence. In contrast, endophytic fungi isolates C12 and *Aspergillus* sp. C10 were the most frequently observed in Bukittinggi samples. For endophytic bacteria, isolate B1 was the most frequently found in Banyuwangi samples, whereas endophytic bacteria isolates B13 and B12 showed the highest frequency of occurrence in Bukittinggi samples. Cladode sample from Banyuwangi (S2) and root sample from Bukittinggi (A5 and A6) yielded the highest number of endophytic fungi isolates compared to other samples, whereas cladode sample S1 from Banyuwangi and root sample A4 from Bukittinggi produced the highest number of endophytic bacteria isolates.

Five fungal isolates from dragon fruit plants were identified as the most promising: CR2, CR3, CF2, *Trichoderma* sp. C6, and *Trichoderma* sp. C13, while five bacterial isolates, such as BR8, B16, BR1, B2, and B7, were identified as the most promising bacterial isolates based on in vitro inhibition potential assay and their performance to produce chitinase, glucanase, and auxin. Several fungal and bacterial isolates (except for the fungal isolate CR2) were able to inhibit lesion development with AUDPC values that were not significantly different from those of the fungicide difenoconazole. This study provides information regarding the diversity of endophytic microbes from dragon fruit plants, as well as the potential of rhizosphere, phylloplane, and endophytic microbes as biological control agents against *N. dimidiatum*, the causal agent of dragon fruit stem canker disease.

Keyword: endophyte, phylloplane, rhizosphere, Shannon index



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025 Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**KEANEKARAGAMAN MIKROB ENDOFIT DAN PENGENDALIAN HAYATI
PENYAKIT KANKER BATANG (*Neoscytalidium dimidiatum* Penz.) PADA BUAH
NAGA MERAH (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.)**

ANDHIKA VIDIAN NUGRAHA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Pengendalian Hama Terpadu

**PROGRAM STUDI PENGENDALIAN HAMA TERPADU
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis: Prof. Dr. Ir. Widodo, M.S.

Perpustakaan IPB University

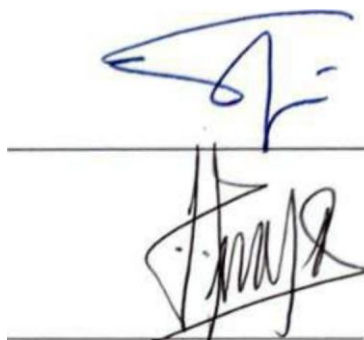


Judul Tesis : Keanekaragaman Mikrob Endofit dan Pengendalian Hayati Penyakit Kanker Batang (*Neoscytalidium dimidiatum* Penz.) pada Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.)

Nama : Andhika Vidian Nugraha
NIM : A3503231005

Disetujui oleh

Ketua Komisi Pembimbing:
Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc.



Anggota Komisi Pembimbing:
Dr. Ir. Giyanto, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Giyanto, M.Si.
NIP. 196707091993031002



Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.
NIP. 196902121992031003



Tanggal Ujian: 24 November 2025

Tanggal Lulus:

31 DEC 2025



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Keanekaragaman Mikrob Endofit dan Pengendalian Hayati Penyakit Kanker Batang (*Neoscytalidium dimidiatum* Penz.) pada Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.)” dengan sebaik-baiknya. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia yang telah mendanai seluruh studi dan penelitian selama pendidikan Magister penulis dilaksanakan. Penulis secara resmi ditetapkan sebagai penerima beasiswa LPDP berdasarkan Keputusan Direktur Utama Lembaga Pengelola Dana Pendidikan Nomor SKPB-3139/LPDP.LPDP.3/2023. Penulis sampaikan terima kasih kepada ibu Dr. Efi Toding Tondok S.P., M.Sc. selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Giyanto, M.Si. selaku pembimbing II, atas bimbingan, arahan, serta kritik dan saran kepada penulis, serta seluruh dosen dan tenaga pendidik Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB yang telah membantu penulis dalam menjalani pendidikan Magister. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada istri, ayah, ibu, mertua, kakak kandung, kakak dan adik ipar, rekan satu lab, serta seluruh pihak yang memberikan dukungan, doa, dan bantuan dalam penyusunan tesis ini. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun bagi penulis sendiri.

Bogor, Desember 2025

Andhika Vidian Nugraha



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Buah Naga	5
2.2 Hama dan Penyakit pada Pertanaman Buah Naga	6
2.2.1 Hama	6
2.2.2 Penyakit	7
2.2.3 Penyakit Kanker Batang Buah Naga yang disebabkan oleh <i>Neoscytalidium dimidiatum</i>	8
2.3 Mikrob Endofit, Filoplan, dan Rizosfer	9
2.3.1 Mikrob Endofit	9
2.3.2 Mikrob Filoplan	10
2.3.3 Mikrob Rizosfer	11
2.4 Keanekaragaman Mikrob Endofit	12
2.5 Pengendalian Hayati Penyakit Kanker Batang pada Buah Naga	13
III KEANEKARAGAMAN MIKROB ENDOFIT ASAL TANAMAN BUAH NAGA	14
3.1 Abstrak	14
3.2 Abstract	14
3.3 Pendahuluan	15
3.4 Bahan dan Metode	16
3.4.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.4.2 Pengambilan Sampel	16
3.4.3 Sterilisasi Permukaan Sampel	16
3.4.4 Isolasi Mikrob Endofit	16
3.4.5 Analisis Keanekaragaman Mikrob Endofit	17
3.4.6 Pengambilan Data pH dan suhu Tanah	18
3.5 Hasil dan Pembahasan	18
3.5.1 Kondisi Agroekosistem Tanaman Buah Naga pada Ketinggian Tempat Berbeda	18
3.5.2 Isolat Mikrob Endofit Asal Tanaman Buah Naga	19
3.5.3 Keanekaragaman Mikrob Endofit Asal Tanaman Buah Naga pada Ketinggian Tempat yang Berbeda	23
3.6 Simpulan	28
3.7 Saran	29

SELEKSI MIKROB ASAL TANAMAN BUAH NAGA SEBAGAI	
AGENS HAYATI PENGENDALIAN PENYAKIT KANKER BATANG	30
4.1 Abstrak	30
4.2 Abstract	30
4.3 Pendahuluan	31
4.4 Bahan dan Metode	32
4.4.1 Sumber Isolat Mikrob Asal Tanaman Buah Naga dan Patogen	
<i>N. dimidiatum</i>	32
4.4.2 Uji Keamanan Hayati Mikrob Asal Tanaman Buah Naga	32
4.4.3 Uji Potensi Penghambatan <i>in Vitro</i> Mikrob Asal Tanaman Buah	
Naga	33
4.4.4 Karakterisasi Mikrob Asal Tanaman Buah Naga	34
4.4.5 <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	35
4.4.6 Uji Potensi Penghambatan <i>Semi in Vivo</i> Mikrob Asal Tanaman	
Buah Naga	35
4.4.7 Identifikasi Molekuler Mikrob Asal Tanaman Buah Naga	36
4.4.8 Analisis Data	37
4.5 Hasil dan Pembahasan	37
4.5.1 Keamanan Hayati Mikrob Endofit, Filoplan, dan Rizosfer Asal	
Tanaman Buah Naga	37
4.5.2 Potensi Mikrob Asal Tanaman Buah Naga terhadap	
<i>Neoscytalidium dimidiatum</i> dan Karakteristiknya	38
4.5.3 Karakteristik Mikrob Asal Tanaman Buah Naga	43
4.5.4 Mikrob Terbaik Asal Tanaman Buah Naga sebagai Agens	
Biokontrol <i>Neoscytalidium dimidiatum</i>	48
4.5.5 Potensi Mikrob Asal Tanaman Buah Naga dalam Menghambat	
<i>Neoscytalidium dimidiatum</i> pada Sultur Buah Naga	50
4.5.6 Identifikasi Molekuler Mikrob Asal Tanaman Buah Naga	52
4.6 Simpulan	54
4.7 Saran	54
V PEMBAHASAN UMUM	55
VI SIMPULAN DAN SARAN	59
6.1 Simpulan	59
6.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	69
RIWAYAT HIDUP	80

DAFTAR TABEL

1	Agroekologi daerah pengambilan sampel tanaman buah naga	19
2	Isolat cendawan dan bakteri endofit asal tanaman buah naga	20
3	Karakteristik morfologi cendawan endofit asal tanaman buah naga	21
4	Karakteristik morfologi bakteri endofit asal tanaman buah naga	23
5	Keanekaragaman mikrob endofit asal tanaman buah naga	24
6	Keamanan hayati mikrob asal tanaman buah naga	38
7	Tingkat hambatan relatif oleh cendawan asal tanaman buah naga	39
8	Tingkat hambatan relatif oleh bakteri asal tanaman buah naga	42
9	Karakteristik cendawan asal tanaman buah naga	44
10	Karakteristik bakteri asal tanaman buah naga	45
11	Kemampuan mikrob asal tanaman buah naga dalam menghambat lesio	51
12	Penyejajaran sekuen isolat <i>Trichoderma</i> sp. C13	53

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	4
2	Heatmap mikrob endofit asal tanaman buah naga	26
3	Grafik batang populasi mikrob endofit asal tanaman buah naga	28
4	Potensi mikrob endofit asal tanaman buah naga	40
5	Produksi senyawa volatil mikrob asal tanaman buah naga	43
6	Kemampuan mikrob asal tanaman buah naga memanfaatkan kitin	46
7	Kemampuan mikrob asal tanaman buah naga memanfaatkan glukukan	47
8	Produksi hormon auksin mikrob asal tanaman buah naga	48
9	Cendawan asal tanaman buah naga potensial terbaik	49
10	Bakteri asal tanaman buah naga potensial terbaik	50
11	Perkembangan gejala penyakit kanker batang buah naga	52
12	Pohon filogenetik isolat cendawan <i>Trichoderma</i> sp. C13	53

DAFTAR LAMPIRAN

1	Sampel tanaman buah naga asal Banyuwangi dan Bukittinggi	70
2	Data populasi cendawan dan bakteri asal tanaman buah naga	73
3	Koloni cendawan dan bakteri asal tanaman buah naga	74
4	Nilai AHP mikrob asal tanaman buah naga	77
5	Visualisasi elektroforesis fragmen DNA <i>Trichoderma</i> sp. C13	78
6	Kromatogram susunan basa nukleotida <i>Trichoderma</i> sp. C13	79