

KARAKTER PATOGEN BUSUK PANGKAL BATANG TERBAWA UMBI BENIH BAWANG MERAH TERKAIT TEKNIK BUDI DAYA DAN PENULARANNYA

ANDINI HANIF



PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
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 DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Karakter Patogen Busuk Pangkal Batang Terbawa Umbi Benih Bawang Merah Terkait Teknik Budi Daya dan Penularannya” adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun 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 disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari hasil penelitian saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2025

Andini Hanif
NIM A362190031

- 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 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

ANDINI HANIF. Karakter Patogen Busuk Pangkal Batang Terbawa Umbi Benih Bawang Merah Terkait Teknik Budi Daya dan Penularannya. Dibimbing oleh SURYO WIYONO, ABDUL MUNIF, dan SRI HENDRASTUTI HIDAYAT.

Penyakit busuk pangkal batang bawang merah yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* adalah salah satu penyakit utama pada tanaman bawang merah di Indonesia. Sistem budi daya bawang merah yang dilakukan oleh petani merupakan salah satu faktor penting yang dikaitkan dengan kejadian penyakit busuk pangkal batang bawang merah, selain faktor lingkungan. Pemilihan benih bawang merah yang sehat merupakan salah satu faktor budi daya yang dilakukan untuk mencegah penyakit tanaman. Benih bawang merah yang digunakan di Sumatera Utara sebagian besar masih dipasok dari pulau Jawa yang merupakan sentra produksi bawang merah. Petani bawang merah di Sumatera Utara masih menyisihkan sebagian umbi hasil panen untuk dijadikan umbi benih pada musim tanam berikutnya. Keberadaan *Fusarium* spp. pada umbi benih bawang merah merupakan salah satu faktor penting perkembangan penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah. Umbi benih bawang merah yang berasal dari daerah dengan kejadian penyakit yang tinggi diduga berpotensi menjadi sumber inokulum patogen ke lahan yang baru. Penularan patogen dari benih ke tanaman berkaitan dengan efisiensi atau kemampuan patogen terbawa benih untuk menimbulkan penyakit pada tanaman. Efisiensi penularan patogen terbawa benih berkaitan dengan sifat ketahanan tanaman inang dan juga faktor lingkungan.

Penelitian dilakukan dengan tujuan: (1) menentukan tingkat kejadian penyakit busuk pangkal batang bawang merah di Kabupaten Karo dan Samosir Provinsi Sumatera Utara serta kaitannya dengan teknik budi daya bawang merah; (2) mengkaji efisiensi penularan *Fusarium* spp. asal umbi bawang merah dan kaitannya dengan varietas bawang merah dan asal tanah; (3) mengetahui karakter morfologi dan molekuler isolat *Fusarium* spp. yang berasal dari umbi benih bawang merah beberapa varietas. Kaitan teknik budi daya dan penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah dilakukan di Desa Payung dan Pangambatan di Kabupaten Karo, serta di Desa Cinta Dame dan Sait Nihuta di Kabupaten Samosir. Penilaian kejadian penyakit busuk pangkal batang dilakukan berdasarkan gejala dilapangan. Survei dan pengumpulan data sistem budi daya bawang merah dilakukan terhadap 64 petani bawang merah responden. Kejadian penyakit busuk pangkal batang pada kedua kabupaten tergolong rendah dengan rata-rata penyakit 4,5%. Varietas bawang merah, penggunaan mulsa plastik, tumpang sari, serta penggunaan pupuk organik memiliki asosiasi yang nyata dengan kejadian penyakit busuk pangkal batang bawang merah yang rendah di lapangan.

Fusarium spp. yang berasal dari umbi benih bawang merah berpotensi menyebabkan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah. Penularan patogen terbawa benih dapat dikaitkan dengan efisiensi penularan patogen untuk menyebabkan gejala penyakit. Penelitian ini menggunakan dua varietas bawang merah, yaitu Batu Ijo dan Bima, dengan enam lot benih yang berbeda. Umbi benih bawang merah diuji kesehatan benihnya menggunakan metode *blotter test* dan *growing on test*, serta diuji efisiensi penularannya pada tanah yang berasal dari Kabupaten Karo, Samosir, dan Binjai. Hasil penelitian



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.

menunjukkan adanya kaitan antara varietas bawang merah dengan sifat tanah terhadap efisiensi penularan *Fusarium* spp.. Varietas bawang merah yang rentan lebih efisien dalam menularkan *Fusarium* spp. terbawa umbi benih bawang merah ke tanaman. Selain itu, kandungan Nitrogen, Fosfor, kandungan liat, dan kelimpahan mikroorganisme tanah pada tanah asal Samosir berhubungan rendahnya efisiensi penularan *Fusarium* spp..

Karakterisasi morfologi dan molekuler isolat *Fusarium* spp. terbawa umbi benih bawang merah dilakukan pada lima varietas bawang merah yaitu varietas Batu Ijo, Bima, Bauji, Sakato, dan Maja. Masing-masing varietas dilakukan uji kesehatan benih dengan menggunakan metode *blotter test*. Isolat *Fusarium* spp. yang diperoleh dilakukan uji patogenisitas pada umbi dan tanaman bawang merah. Isolat *Fusarium* spp. patogenik dikarakterisasi morfologi dan molekuler dengan menggunakan marka gen *internal transcribed spacer* (ITS). Isolat *Fusarium* spp. yang diperoleh dari umbi benih bawang merah sebanyak 60 *Fusarium* spp., 28 *Fusarium* spp. bersifat patogenik dan 32 *Fusarium* spp. non patogenik. Isolat *Fusarium* spp. asal umbi benih bawang merah adalah 16 isolat *F. solani*, 11 isolat *F. oxysporum*, dan 1 isolat *F. proliferatum*.

Penelitian ini memberikan pengetahuan mengenai tingkat kejadian penyakit busuk pangkal batang bawang merah di Sumatera Utara dan pengelolaan penyakit terkait dengan teknik budi daya yang dilakukan oleh petani serta efisiensi penularan *Fusarium* spp. terbawa umbi benih. Selain itu penelitian ini dapat menjadi pengetahuan dasar mengenai spesies *Fusarium* spp. asal umbi benih bawang merah yang menjadi penyebab penyakit busuk pangkal batang. Sehingga informasi ilmiah tersebut dapat dijadikan strategi dasar pengendalian penyakit busuk pangkal batang bawang merah.

Kata kunci: efisiensi penularan, *Fusarium* spp., sifat tanah, varietas

SUMMARY

ANDINI HANIF. Characteristics of Pathogens Associated to Basal Stem Rot of Shallot, Disease Transmission, and the Role of Agronomical Practices. Supervised by SURYO WIYONO, ABDUL MUNIF, and SRI HENDRASTUTI HIDAYAT.

Basal stem rot disease caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* is one of the main diseases of shallot in Indonesia. Agronomical practices of shallots is one of the important factors related to the incidence of basal stem rot disease in shallots, besides environmental factors. The selection of healthy shallot propagation materials is one of the cultivation factors carried out to prevent of plant diseases. The shallot seeds used in North Sumatera are mostly still supplied from Java, which is the center of shallot production. Shallot farmers make seeds from the harvested shallot bulbs to be used as seed bulbs in the next planting season. *Fusarium* spp. in shallot seed bulbs is one of the important factors of basal stem rot disease of shallot. Shallot seed bulbs originated from areas with high disease incidence has the potential to be a source of pathogens. Transmission of pathogens from seeds to plants is related to the efficiency or ability of pathogens in seeds to cause disease symptoms in plants. The efficiency of seed-borne pathogen transmission is associated with the resistance properties of host plants and also environmental factors.

This study aimed to: (1) determine the incidence of basal stem rot disease of shallots in Karo and Samosir Regencies, North Sumatera and its relationship to shallot agronomical practices, (2) examine the transmission efficiency of *Fusarium* spp. from shallot bulbs and its relation to shallot varieties and soil origin, and (3) determine the morphological and molecular characteristics of *Fusarium* spp. originated from shallot bulb seeds from several varieties. The relation between agronomical practices and basal stem rot disease of shallots was conducted in Payung and Pangambaten Villages in Karo Regency, and in Cinta Dame and Sait Nihuta Villages in Samosir Regency. Assessment of the incidence of basal stem rot disease of shallots was conducted based on field symptoms. Surveys and data collection of shallot agronomical practices were conducted on 64 respondent shallot farmers. The incidence of basal stem rot disease in both regencies was relatively low with an average disease of 4.5%. Varieties of shallots, use of plastic mulch, intercropping, and use of organic fertilizer had a significant association with the low incidence of basal stem rot disease of shallot.

Fusarium spp. originated from seed bulbs of shallots has the potential to cause basal stem rot disease in shallot. Transmission of seed-borne pathogens can be associated with the efficiency of pathogen transmission to cause disease symptoms. In the study of the efficiency of *Fusarium* spp. transmission carried by shallot bulbs to plants, and the relationship between onion varieties and soil origin with the efficiency of pathogen transmission, using two varieties of shallots there are Batu Ijo and Bima, with six different seed lots. The health of the shallot bulbs was tested for seed health using the blotter test and growing on test methods, and the efficiency of transmission was tested in soil from Karo, Samosir, and Binjai Regencies. The results also showed a relationship between shallot varieties and soil properties on the transmission efficiency of *Fusarium* spp.. Susceptible shallot varieties are more efficient in transmitting of *Fusarium* spp. from seed bulbs of

shallot. In addition, it showed that the content of Nitrogen, Phosphate, clay content, and soil microorganism abundance of soil from Samosir was related to low efficiency of *Fusarium* spp. transmission.

Morphological and molecular characterization of *Fusarium* spp. originated from seed bulbs of shallots were carried out on five varieties of shallots, Batu Ijo, Bima, Bauji, Sakato, and Maja. Seed bulbs of shallot were tested for seed health using the blotter test method. *Fusarium* spp. obtained were tested for pathogenicity on bulbs and plants of shallot. Pathogenic *Fusarium* spp. isolates were characterized by morphology and molecular using internal transcribed spacer (ITS) gene markers. The number of *Fusarium* spp. isolates obtained from shallot seed bulbs were 60 isolates, 28 isolates were pathogenic and 32 isolates were non-pathogenic. A total of 28 isolates of *Fusarium* spp. pathogenic was tested pathogenicity on shallot plants and all isolates caused symptoms of shallot stem rot disease. There are 16 isolates of *F. solani*, 11 isolates of *F. oxysporum*, and 1 isolate of *F. proliferatum*.

This study provides knowledge about the incidence of basal stem rot disease of shallots in North Sumatra and disease management related to agronomical practices and the efficiency of *Fusarium* spp. transmission originated from seed bulbs of shallot. Furthermore, to become basic knowledge about *Fusarium* spp. species originated from bulb of shallot the cause of basal stem rot disease. So that this information can be used as a basic strategy for controlling basal stem rot disease.

Key words: *Fusarium* spp., soil properties, transmission efficiency, variety.



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.

KARAKTER PATOGEN BUSUK PANGKAL BATANG TERBAWA UMBI BENIH BAWANG MERAH TERKAIT TEKNIK BUDI DAYA DAN PENULARANNYA

ANDINI HANIF

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Fitopatologi

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc. Agr.
2. Dr. Hagia Sophia Khairani, S.P., M.Si.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Dr. Hagia Sophia Khairani, S.P., M. Si.
2. Prof. Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P.



@Hak cipta milik IPB University

Judul Disertasi : Karakter Patogen Busuk Pangkal Batang Terbawa Umbi Benih Bawang Merah Terkait Teknik Budi Daya dan Penularannya

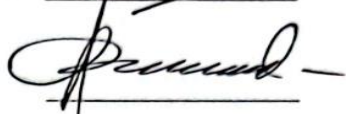
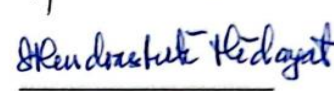
Nama : Andini Hanif
NIM : A362190031

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Abdul Munif, M.Sc. Agr.

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, M.Si.
NIP. 196506211989102001

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





Tanggal Ujian: 13 Desember 2024

Tanggal Lulus: 24 JAN 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 syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah hasil penelitian disertasi yang berjudul “Karakter Patogen Busuk Pangkal Batang Terbawa Umbi Benih Bawang Merah Terkait Teknik Budi Daya dan Penularannya” dapat diselesaikan. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Alm. Dr. Ir. Bonny Poernomo Wahyu Soekarno, M.S., dan kepada seluruh komisi pembimbing yaitu Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr; Prof. Dr. Ir. Abdul Munif, M.Sc.Agr; dan Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc. atas bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan disertasi ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada sebagai penguji luar komisi. Terima kasih kepada Dekan Sekolah Pascasarjana, Dekan Fakultas Pertanian, Ketua Program Studi S3 Fitopatologi IPB, staf komisi Pendidikan Fakultas Pertanian dan Program Studi Fitopatologi IPB.

Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Kemenristek yang telah memberi beasiswa BPPDN tahun 2019, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi doktor. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh jajaran pimpinan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Rektor dan Wakil Rektor, pimpinan Fakultas Pertanian Dekan dan Wakil Dekan, serta Ketua dan Sekretaris Prodi Agroteknologi, yang telah memberi izin kepada penulis untuk melanjutkan studi program Doktor. Terima kasih penulis sampaikan kepada ibu Fatiani Manik, S.P., M.Si dan jajaran BSIP Sumatera Utara, Bapak Prima Hamdani, ibu Ismayani Haloho, Bapak Aljon Samosir sebagai penyuluh pertanian, dan seluruh petani bawang merah responden.

Ungkapan terima kasih istimewa penulis ungkapkan kepada kedua orang tua, ibu Zamriyetti dan ayah Zulhanif, yang telah mencurahkan segala dukungannya baik moril maupun materil, dan yang tak pernah lelah dan henti dalam mendoakan penulis. Terima kasih kepada saudara-saudara penulis, Larantika Hanif, M. Fauzi, Iqbal Alfarisi Hanif, Dian Pratiwi, Dhian Hanif dan Rian Dinata yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

Ungkapan terimakasih penulis sampaikan pada teman Fitopatologi S3 angkatan 2019 Astri Afriani, Cheppy Wati, Dwi Astuti, Evan Purnama R., dan Nurholis, serta teman pejuang doktor lainnya kak Maria Heviyanti, Erina Elfasari, Tri Yaninta, Nela Zahara, untuk pertemanan yang berkesan dan menyenangkan selama menempuh Pendidikan doktor. Terima kasih juga kepada temen-teman laboratorium Mikologi dan Bakteri Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB. Terima kasih juga penulis ungkapkan kepada laboran pertanian UMSU, Astri Wina, Chairulnisa, Zaka Abdillah, dan rekan dosen Nana Trisna, Juita Ramadhani, Rini Susanti, Aflahun Fadly, serta mahasiswa Pertanian UMSU Andri, Winda, Ardi, Tasha, Anjas, dan Dodo, atas bantuan selama penulis menyelesaikan penelitian. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak, Ibu, dan rekan-rekan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga disertasi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Andini Hanif



@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 ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Manfaat	4
1.6 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Bawang Merah (<i>Allium cepa</i> L. group <i>aggregatum</i>)	6
2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang Bawang Merah	6
2.3 Faktor Lingkungan dan Budi Daya Bawang Merah yang Mempengaruhi Kejadian Penyakit Busuk Pangkal Batang Bawang Merah	8
2.4 Cendawan Patogen Terbawa Benih Bawang Merah	10
2.5 Karakteristik <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cepae</i> Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Bawang Merah	11
2.6 Penularan <i>F. oxysporum</i> Terbawa Umbi Benih pada Tanaman Bawang Merah	12
III FAKTOR BUDI DAYA YANG BERPENGARUH TERHADAP PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG BAWANG MERAH DI KABUPATEN KARO DAN SAMOSIR PROVINSI SUMATERA UTARA	13
3.1 Abstrak	13
3.2 Abstract	13
3.3 Pendahuluan	14
3.4 Metode	14
3.4.1 Tempat dan Waktu	14
3.4.2 Pengamatan Gejala Visual dan Tanda Penyakit Busuk Pangkal Batang Bawang Merah	15
3.4.3 Penilaian Kejadian Penyakit Busuk Pangkal Batang Bawang Merah di Kabupaten Karo dan Samosir di Provinsi Sumatera Utara	15
3.4.4 Pengumpulan Data Teknik Budi Daya Bawang Merah di Kabupaten Samosir dan Karo Provinsi Sumatera Utara	16
3.4.5 Analisis Data	16
3.5 Hasil dan Pembahasan	16
3.5.1 Gejala dan Tanda Penyakit Busuk Pangkal Batang Bawang Merah	16
3.5.2 Status Kejadian Penyakit Busuk Pangkal Batang Bawang Merah di Kabupaten Karo dan Samosir Sumatera Utara	18
3.5.3 Keterkaitan Budi Daya Bawang Merah dengan Kejadian Penyakit Busuk Pangkal Batang Bawang Merah	20

3.6 Simpulan	24
IV EFISIENSI PENULARAN <i>Fusarium</i> spp. ASAL UMBI BENIH BAWANG MERAH	25
4.1 Abstrak	25
4.2 Abstract	25
4.3 Pendahuluan	26
4.4 Metode	27
4.4.1 Tempat dan Waktu	27
4.4.2 Sampel Umbi Benih Bawang Merah	27
4.4.3 Pengujian Kesehatan Benih dengan Teknik <i>Blotter test</i>	27
4.4.4 Pengujian Kesehatan Benih dengan Teknik <i>Growing on test</i>	28
4.4.5 Pengujian Penularan <i>Fusarium</i> spp. Terbawa Umbi Benih Bawang Merah pada beberapa Asal Tanah	28
4.4.6 Analisis Data	28
4.5 Hasil dan Pembahasan	29
4.5.1 Tingkat Infeksi <i>Fusarium</i> spp. pada Umbi dan Tanaman Bawang Merah	29
4.5.2 Efisiensi Penularan <i>Fusarium</i> spp. Asal Umbi Bawang Merah pada Media Pasir Steril dan Beberapa Asal Tanah	35
4.6 Simpulan	40
V KARAKTER MORFOLOGI DAN MOLEKULER <i>Fusarium</i> spp. ASAL UMBI BAWANG MERAH	41
5.1 Abstrak	41
5.2 Abstract	41
5.3 Pendahuluan	42
5.4 Metode	43
5.4.1 Tempat dan Waktu	43
5.4.2 Sampel Umbi Benih Bawang Merah	43
5.4.3 Pengujian Kesehatan Benih dengan Teknik <i>Blotter test</i>	43
5.4.4 Isolasi <i>Fusarium</i> spp. Asal Umbi Benih Bawang Merah	44
5.4.5 Uji Patogenisitas Isolat <i>Fusarium</i> spp. pada Umbi Bawang Merah	44
5.4.6 Uji Patogenisitas Isolat <i>Fusarium</i> spp. pada Tanaman Bawang Merah	44
5.4.7 Karakterisasi Morfologi <i>Fusarium</i> spp. Patogenik Asal Umbi Benih Bawang Merah	44
5.4.8 Karakterisasi Molekuler <i>Fusarium</i> spp. Patogenik Asal Umbi Benih Bawang merah	45
5.4.9 Analisis Data	46
5.5 Hasil dan Pembahasan	46
5.5.1 Infeksi <i>Fusarium</i> spp. Asal Umbi Benih Beberapa Varietas Bawang Merah	46
5.5.2 Patogenisitas Isolat <i>Fusarium</i> spp. pada Umbi dan Tanaman Bawang Merah	48
5.5.3 Karakter Morfologi Isolat <i>Fusarium</i> spp. Asal Umbi Benih Bawang Merah	51
5.5.4 Karakter Molekuler Isolat <i>Fusarium</i> spp. Asal Umbi Benih Bawang Merah	64

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.

5.6 Simpulan	70
VI PEMBAHASAN UMUM	71
VII SIMPULAN UMUM DAN SARAN	75
7.1 Simpulan	75
7.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	88





DAFTAR TABEL

3.1	Kaitan faktor budi daya dengan kejadian penyakit busuk pangkal batang bawang merah	21
4.1	Sampel umbi benih bawang merah varietas Batu Ijo dan Bima	27
4.2	Persentase infeksi <i>Fusarium</i> spp. pada umbi benih bawang merah varietas Batu Ijo dan Bima	29
4.3	Kejadian penyakit busuk pangkal batang bawang merah varietas Batu Ijo dan Bima	31
4.4	Kejadian penyakit busuk pangkal batang merah pada beberapa asal tanah	34
4.5	Rasio penularan <i>Fusarium</i> spp. terbawa umbi benih bawang merah pada pasir steril, tanah asal Kabupaten Karo, Samosir, dan Binjai	37
4.6	Sifat kimia, fisik, dan biologi tanah asal Kabupaten Karo, Samosir dan Binjai Sumatera Utara	39
5.1	Sampel umbi benih bawang merah	43
5.2	Tingkat infeksi <i>Fusarium</i> spp. dan nekrosis <i>basal plate</i> umbi benih bawang merah	46
5.3	Tipe, warna, dan laju pertumbuhan koloni <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah	52
5.4	Warna dan tipe koloni berbagai isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah	54
5.5	Bentuk dan ukuran konidia isolat berbagai <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah	56
5.6	Tingkat homologi sikuen nukleotida isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah	66

DAFTAR GAMBAR

1.1	Diagram alir penelitian “Karakter Patogen Busuk Pangkal Batang Terbawa Umbi Benih Bawang Merah Terkait Teknik Budi daya dan Penularannya”	5
2.1	Gejala penyakit busuk pangkal batang bawang merah	8
3.1	Peta lokasi penelitian	15
3.2	Gejala penyakit busuk pangkal batang bawang merah	17
3.3	Tanda penyakit busuk pangkal batang bawang merah	18
3.4	Kejadian penyakit busuk pangkal batang bawang merah Kabupaten Karo dan Samosir Sumatera Utara	19
3.5	Teknik budi daya bawang merah Kabupaten Karo dan Samosir Provinsi Sumatera Utara	24
4.1	Pengujian kesehatan umbi benih bawang merah dengan <i>blotter test</i>	30
4.2	Gejala penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah	32
4.3	Kurva linier hubungan infeksi <i>Fusarium</i> spp. pada umbi bawang dan kejadian penyakit busuk pangkal batang bawang merah	33
4.4	Laju infeksi penyakit busuk pangkal batang bawang merah	35
5.1	Pengujian kesehatan umbi benih bawang merah dengan metode <i>Blotter test</i>	47
5.2	Umbi benih bawang merah hasil pengujian kesehatan benih dengan <i>blotter test</i>	48
5.3	Patogenisitas isolat <i>Fusarium</i> spp. pada umbi bawang merah	49
5.4	Persentase isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik dan non patogenik asal umbi benih bawang merah	50
5.5	Patogenisitas isolat <i>Fusarium</i> spp. asal umbi benih bawang merah pada tanaman bawang merah	51
5.6	Konidia dan klamidiospora isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah	60
5.7	Analisis <i>Principal coordinate</i> isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah	62
5.8	Analisis <i>Principal component</i> karakter morfologi isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah	63
5.9	Hasil amplifikasi DNA isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah dengan primer ITS	65
5.10	Pohon filogenetik isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah menggunakan marka ITS	67
5.11	Matriks identitas berkode warna (%) runutan basa nukleotida isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah dengan marka ITS	69

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Kuisisioner teknik budi daya bawang merah	89
2.	Hasil analisis sifat kimia dan fisik tanah	91
	Dokumentasi analisis sifat biologi tanah.	94
	Dokumentasi efisiensi penularan <i>Fusarium</i> spp. pada beberapa asal tanah	96
	Isolat <i>Fusarium</i> spp. asal umbi benih bawang merah patogenik dan non patogenik	97
	Hasil sikuensing produk PCR isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah menggunakan primer ITS1 dan ITS4	99
	Homologi runutan basa nukleotida isolat <i>Fusarium</i> spp. patogenik asal umbi benih bawang merah	108