

**PENYAKIT BUSUK BULIR BAKTERI PADA PADI DI JAWA:
STUDI KASUS SEBARAN, KARAKTERISTIK, POTENSI
PENURUNAN HASIL DAN PENGENDALIANNYA**

KRESNAMURTI TRI KURNIASIH



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**

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 mengkomersialkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
BoGOR INdOnesiA

Hak cipta mengandung: 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 mengembankan dan memperbanyak salinan 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 berjudul **Penyakit Busuk Bulir Bakteri pada Padi di Jawa: Studi Kasus Sebaran, Karakteristik, Potensi Penurunan Hasil dan Pengendaliannya** adalah benar 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 karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2020

Kresnamurti Tri Kurniasih
NRP A362140011

RINGKASAN

KRESNAMURTI TRI KURNIASIH. Penyakit Busuk Bulir Bakteri pada Padi di Jawa: Studi Kasus Sebaran, Karakteristik, Potensi Penurunan Hasil dan Pengendaliannya. Dibimbing oleh GIYANTO, MEITY SURADJI SINAGA, KIKIN HAMZAH MUTAQIN, ENY WIDAJATI.

Penyakit busuk bulir bakteri (BBB) merupakan *emerging disease* pada tanaman padi di Indonesia. Penyakit ini ditemukan pertama kali di Indonesia pada tahun 1987 di Jawa Barat. Akan tetapi setelah itu, tidak terdapat laporan mengenai penyakit ini, hingga kemunculan kembali penyakit ini sekitar tahun 2010 di berbagai daerah di Indonesia. Meskipun telah banyak ditemukan akan tetapi belum dilakukan usaha pengendalian karena keterbatasan informasi mengenai penyakit BBB. Penyakit ini dapat menurunkan produksi padi di lapangan, karena menyerang tanaman padi terutama pada fase generatif. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi ilmiah mengenai daerah sebar penyakit BBB terutama di Jawa, identitas patogen yang berasosiasi dengan penyakit BBB, keberadaan patogen di dalam benih padi dan metode deteksinya, penurunan hasil akibat serangan patogen serta teknik pengendaliannya yang efektif.

Tahapan penelitian yang dilakukan berupa survei lapangan untuk mendapatkan tanaman padi yang bergejala, dilanjutkan dengan karakterisasi secara morfologi, fisiologi dan molekuler terhadap isolat bakteri yang berhasil diisolasi dari gejala yang ditemukan di lapangan. Analisis homologi, filogeni dan RFLP *in silico* dilakukan untuk melihat keragaman genetik antar isolat bakteri. Tahap selanjutnya adalah deteksi keberadaan patogen dan pengembangan metode deteksi dini patogen pada benih padi. Uji *in planta* pada tanaman padi dilakukan untuk melihat variasi gejala yang dihasilkan akibat infeksi patogen serta potensi penurunan hasil. Aplikasi perlakuan panas kering dan minyak cengkeh dilakukan untuk mengendalikan *B. glumae* yang terbawa pada benih padi.

Gejala BBB yang ditemukan di lapangan berupa busuk bulir dan hawar malai yang disertai dengan hampa. Malai tanaman yang terserang tampak lebih tegak karena sebagian bijinya hampa. Penyakit BBB telah tersebar di 9 kabupaten di Jawa yaitu Karawang, Subang, Purwakarta, Indramayu, Majalengka, Cirebon, Temanggung, Kediri dan Blitar. Karakterisasi secara morfologi, fisiologi dan *bioassay* menunjukkan 22 isolat bakteri merupakan *Burkholderia* spp. yang bersifat patogen. Karakterisasi molekuler berdasarkan sikuen DNA gen pengkode 16S rRNA dan ITS 16S-23S rRNA memperlihatkan bahwa 15 isolat bakteri teridentifikasi sebagai *B. glumae* dan 7 isolat bakteri teridentifikasi sebagai *B. gladioli*. *B. glumae* ditemukan berasosiasi dengan gejala BBB dari daerah Karawang, Subang, Purwakarta, Indramayu, Temanggung, Kediri dan Blitar. *B. gladioli* ditemukan berasosiasi dengan gejala BBB dari Karawang, Majalengka, Cirebon dan Blitar. Hasil analisis homologi, filogeni dan RFLP *in silico* sikuen DNA gen pengkode 16S rRNA menunjukkan bahwa *B. glumae* dan *B. gladioli* dari Jawa memiliki keragaman genetik.

Analisis keberadaan bakteri menunjukkan bahwa *B. glumae* ditemukan berada di bagian sekam kelopak, sekam mahkota dan embrio benih padi. Populasi *B. glumae* paling banyak ditemukan di bagian sekam mahkota biji padi sebesar

1. Dilakukan pengujian...
2. Dilakukan pengujian...
3. Dilakukan pengujian...
4. Dilakukan pengujian...
5. Dilakukan pengujian...
6. Dilakukan pengujian...
7. Dilakukan pengujian...
8. Dilakukan pengujian...
9. Dilakukan pengujian...
10. Dilakukan pengujian...

1.82 x 10⁷ CFU g⁻¹ diikuti bagian sekam kelopak dan embrio masing-masing sebesar 6.57 x 10⁶ dan 1.08 x 10⁶ CFU g⁻¹. *B. gladioli* ditemukan berada di bagian sekam kelopak, sekam mahkota, endosperma dan embrio benih padi. Populasi *B. gladioli* pada benih padi tertinggi ditemukan di sekam mahkota sebesar 2.42 x 10³ CFU g⁻¹. Populasi *B. gladioli* di sekam kelopak, embrio dan endosperma berturut-turut sebesar 1.29 x 10³; 6.35 x 10²; 6.5 x 10¹ CFU g⁻¹. Ekstraksi *B. glumae* dari benih padi dengan metode benih utuh dapat dilakukan saat populasi bakteri awal 10⁵ CFU g⁻¹ dan memerlukan waktu pengayaan selama 4 jam. Metode benih potong dan benih gerus dapat dilakukan saat populasi awal bakteri 10⁰ CFU g⁻¹ dengan pengayaan 2 jam.

Uji *in planta* pada padi varietas Cihwang dengan berbagai isolat *B. glumae* dan *B. gladioli* di rumah kaca menghasilkan gejala penyakit berupa busuk pada pelepah daun, malai pendek, busuk bulir dan hampa. Infeksi *B. glumae* pada tanaman padi menghasilkan keparahan penyakit antara 30.00-82.50% dan berpotensi menurunkan hasil tanaman padi sebesar 50.86-77.89%. Nilai koefisien korelasi (R) antara keparahan penyakit dan penurunan berat biji akibat inokulasi *B. glumae* sebesar 0.56. Infeksi *B. gladioli* pada tanaman padi menghasilkan keparahan penyakit 24.5-79.5% dan berpotensi menurunkan hasil tanaman padi sebesar 51.6-75.43%. Nilai R akibat inokulasi *B. gladioli* sebesar 0.11. Koefisien korelasi yang bernilai positif mengindikasikan bahwa kenaikan keparahan penyakit meningkatkan persentase penurunan berat biji tiap malai.

Perlakuan panas kering dan minyak cengkeh secara tunggal tidak dapat mengeliminasi seluruh populasi *B. glumae* pada benih padi. Perlakuan panas kering 55 °C selama 3, 4 dan 5 jam pada benih padi mampu menurunkan populasi bakteri *B. glumae* sebesar 97.68; 98.00 dan 99.38% dengan daya berkecambah benih berturut-turut sebesar 92, 94 dan 93%. Aplikasi minyak cengkeh pada benih padi dengan konsentrasi 0.5 dan 0.75% mampu menurunkan populasi bakteri 86.61 dan 98.26% dengan daya berkecambah benih 90.25 dan 90.00%. Kombinasi perlakuan minyak cengkeh 0.75% diikuti perlakuan panas kering 55 °C selama 5 jam pada benih padi mampu mengeliminasi *B. glumae* pada benih dengan daya berkecambah benih 90.75%.

Gejala BBB yang ditemukan di lapangan berupa busuk bulir dan hawar malai yang disertai dengan hampa, telah tersebar di 9 kabupaten di Jawa. Berdasarkan karakter morfologi, fisiologi dan molekuler penyakit BBB di Jawa berasosiasi dengan *B. glumae* dan *B. gladioli*. Kedua bakteri merupakan bakteri terbawa benih yang ditemukan berada di bagian dalam biji padi. Metode ekstraksi benih potong dan gerus efektif dilakukan untuk mendapatkan *B. glumae* dari benih padi dengan pengayaan 2 jam. Uji *in planta* menunjukkan bahwa infeksi *B. glumae* dan *B. gladioli* berpotensi menurunkan hasil tanaman padi. Kombinasi perlakuan minyak cengkeh yang diikuti dengan perlakuan panas kering efektif mengeliminasi *B. glumae* pada benih padi di laboratorium.

Penelitian ini dapat memberikan informasi ilmiah yang komprehensif mengenai keberadaan penyakit BBB di Jawa, identitas patogen dan keragaman genetiknya, potensi kehilangan hasil serta salah satu usaha pengendalian yang dapat dilakukan. Informasi ilmiah tersebut dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan untuk usaha pengendalian penyakit BBB secara terpadu di lapangan.

Kata kunci: *B. gladioli*, *B. glumae*, patogen terbawa benih, perlakuan benih



SUMMARY

KRESNAMURTI TRI KURNIASIH. Bacterial Grain Rot on Rice in Java: Case Study of Distribution, Characteristics, Yields Loss Potential and Control. Supervised by GIYANTO, MEITY SURADJI SINAGA, KIKIN HAMZAH MUTAQIN, ENY WIDAJATI.

The bacterial grain rot (BGR) is an emerging disease in rice plants in Indonesia. This disease was first discovered in Indonesia in 1987 in West Java. However, after that, there were no reports of this disease. Until around 2010 this disease was found in various regions in Indonesia. Although it has been found in many regions in Indonesia, the control measures have not been established due to limited information about this disease. This disease can reduce rice production in the field, because this disease especially in the generative phase. Therefore it is necessary to conduct research to obtain scientific information about the spread of BGR disease especially in Java, the identity of pathogens associated with BGR symptoms, the position of pathogens in seeds and methods for detecting the presence of pathogens in rice seeds, potential decrease in yield due to BGR disease and effective control techniques.

Stages of research conducted with the survey the existence of BGR symptoms in the field, followed by morphological, physiological and molecular characterization. The next step was to detect the presence of pathogens in the seeds and the development of the pathogen detection methods in rice seeds. Rice plants are inoculated with pathogens in a greenhouse and symptoms were observed as a result of pathogen infections and decreased yields. Furthermore, dry heat treatment and clove oil application were carried out to control seed-borne pathogens

BGR symptoms in the fields were grains rot and panicle blight accompanied by an unfilled grain. BGR has spread across 9 districts in Java, namely Karawang, Subang, Purwakarta, Indramayu, Majalengka, Cirebon, Temanggung, Kediri, and Blitar. Morphological, physiological and bioassay characterization showed that 22 bacterial isolates were *Burkholderia* spp. and they were pathogenic isolates. Molecular characterization based on 16S rRNA gene and 16S-23S rRNA ITS region showed that 15 bacterial isolates were identified as *B. glumae* and 7 bacterial isolates were identified as *B. gladioli*. *B. glumae* were associated with BGR symptoms from Karawang, Subang, Purwakarta, Indramayu, Temanggung, Kediri, and Blitar. While *B. gladioli* associated with BGR symptoms from Karawang, Majalengka, Cirebon, and Blitar. The results of homology, phylogeny and RFLP *in silico* analysis in the 16S rRNA gene showed that *B. glumae* and *B. gladioli* from Java have genetic diversity.

Existence analysis of bacteria in rice seed showed that *B. glumae* were found in *lemma*, *pallea* and embryo. The population of *B. glumae* was mostly found in the *pallea* of rice, which was 1.82×10^7 CFU g^{-1} followed by the lemma and embryo sections of 6.57×10^6 and 1.08×10^6 CFU g^{-1} , respectively. Whereas *B. gladioli* were found in *lemma*, *pallea*, endosperm and embryo. The highest population of *B. gladioli* in rice seeds was found in the *pallea* 2.42×10^3 CFU g^{-1} . The bacterial population in *lemma*, embryo and endosperm was 1.29×10^3 respectively; 6.35×10^2 ; 6.5×10^1 CFU g^{-1} . *B. glumae* extraction from rice seeds

1. Diteliti mengenai...
2. Diteliti mengenai...
3. Diteliti mengenai...
4. Diteliti mengenai...
5. Diteliti mengenai...
6. Diteliti mengenai...
7. Diteliti mengenai...
8. Diteliti mengenai...
9. Diteliti mengenai...
10. Diteliti mengenai...

with a population level at 10^0 CFU g^{-1} was effectively carried out by the method of cut and crushed seeds and enrichment on S-PG broth media for 2 hours. Extracted bacteria were planted on S-PG media and then confirmed by PCR method.

The BGR symptoms were expressed in rice seeds, so it has the potential to reduce in rice production. The *in planta* test on Ciherang variety rice with various isolates of *B. glumae* and *B. gladioli* from Java in greenhouse produced BGR symptoms in the form of grain rot, unfilled grain, rot on the leaf sheath and short panicles. *B. glumae* infection in rice plants produces disease severity between 30.00-82.50% and potentially decreasing yield in the amount of 50.86-77.89%. The coefficient correlation (R) between disease severity and weight grain reduction due to *B. glumae* inoculation was 0.56. While *B. gladioli* infection produces disease severity 24.5-79.5% and potentially decreasing yield in the amount of 51.6-75.43%. R value due to *B. gladioli* inoculation was 0.11. A positive R value indicates that an increase in disease severity would increase the percentage of weight grain loss per panicle.

Dry heat treatment and clove oil singly could not eliminate the entire population of *B. glumae* in rice seeds. *B. glumae* population in rice seeds reduced as much as 97.68; 98.00; and 99.38% by dry heat treatment at 55 °C for 3, 4, and 5 hours with seeds germination 92, 94, and 93%, respectively. Clove oil application in rice seed with a concentration of 0.5 and 0.75% was able to reduce the bacterial population of 86.61 and 98.26% with the seeds germination of 90.25 and 90.00%. The combination of 0.75% clove oil treatment followed by dry heat treatment at 55 °C for 5 hours in rice seeds was able to eliminate all *B. glumae* in rice seeds with seeds germination 90.75%.

The symptoms of BGR disease in the field were grain rot and panicle blight accompanied by unfilled grain, has spread in 9 districts in Java. Based on the morphological, physiological, and molecular character of BGR disease in Java, it is associated with *B. glumae* and *B. gladioli*. Both bacteria are seed-borne bacteria and found inside of the rice seeds. An effective method of extracting were cut and crushed seeds to get *B. glumae* from rice seeds with 2 hours enrichment in S-PG broth media. *In planta* tests indicate that *B. glumae* and *B. gladioli* infections have the potential to reduce rice yield. The combination of clove oil treatment followed by dry heat treatment effectively eliminates *B. glumae* in rice seeds in the laboratory.

This research can provide comprehensive scientific information about the existence of BGR disease in Java, the identity of pathogens and their genetic diversity, potential decreasing yield, and one of the control efforts that can be done. This scientific information can be used as a basis for decision making for integrated control of BGR in the field.

Key words: *B. gladioli*, *B. glumae*, seed borne pathogen, seed treatment



© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2020
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 apapun tanpa izin IPB

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

**PENYAKIT BUSUK BULIR BAKTERI PADA PADI DI JAWA:
STUDI KASUS SEBARAN, KARAKTERISTIK, POTENSI
PENURUNAN HASIL DAN PENGENDALIANNYA**

KRESNAMURTI TRI KURNIASIH

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

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2020**

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 mengkomersialkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

**Penguji pada Ujian Tertutup:**

1. Dr Ir Bonny Poernomo Wahyu Soekarno, MS
Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
2. Dr Ir Abdjad Asih Nawangsih, MSi
Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Penguji pada Sidang Promosi:

1. Dr Ir Bonny Poernomo Wahyu Soekarno, MS
Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
2. Dr Ir Ummu Salamah Rustiani, MSi
Balai Besar Karantina Pertanian Tanjung Priok, Badan Karantina Pertanian

Hak cipta dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan 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 mengutamakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

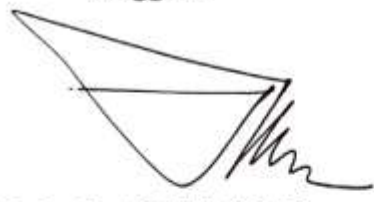
Judul Disertasi : Penyakit Busuk Bulir Bakteri pada Padi di Jawa: Studi Kasus Sebaran, Karakteristik, Potensi Penurunan Hasil dan Pengendaliannya
Nama : Kresnamurti Tri Kurniasih
NIM : A362140011

Disetujui oleh
Komisi Pembimbing


Dr Ir Giyanto, MSi
Ketua


Prof Dr Ir Meity Suradji Sinaga, MSc
Anggota


Dr Ir Kikin Hamzah Mutaqin, MSi
Anggota


Dr Ir Eny Widajati, MS
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Fitopatologi

Dekan Sekolah Pascasarjana






Prof Dr Ir Sri Hendrastuti Hidayat, MSc

Prof Dr Ir Anas Miftah Fauzi, MEng

Tanggal Ujian Tertutup : 19-02-2020
Tanggal Sidang Promosi : 28-02-2020

Tanggal Lulus: 28 FEB 2020

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



PRAKATA

Bismillahirrohmaani rrohiim. Alhamdulillah robbil'alamin

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan disertasi dengan judul Penyakit Busuk Bulir Bakteri pada Padi di Jawa: Studi Kasus Sebaran, Karakteristik, Potensi Penurunan Hasil dan Pengendaliannya.

Penulis menghaturkan penghargaan dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Dr Ir Giyanto, MSi, Prof Dr Ir Meity Suradji Sinaga, MSc, Dr Ir Kikin Hamzah Mutaqin, MSi dan Dr Ir Eny Widajati, MS selaku komisi pembimbing atas bimbingan, saran, masukan, kesabaran, penambahan wawasan, motivasi dan segala dukungannya yang sangat berperan mulai saat penyusunan usulan penelitian, pelaksanaan penelitian sampai dengan penyelesaian penulisan disertasi ini. Ucapan terima kasih juga dihaturkan kepada Dr Ir Bonny PW Soekarno, MS, Dr Ir Abdjad Asih Nawangsih, MSi dan Dr Ir Ummu Salamah Rustiani, MSi selaku penguji luar komisi atas masukan dan koreksi sehingga menjadikan disertasi ini lebih sempurna. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Ketua Program Studi Fitopatologi Prof Dr Ir Sri Hendrastuti Hidayat, MSc beserta seluruh staf yang telah memfasilitasi penulis selama menempuh pendidikan S3 di Program Studi Fitopatologi, Sekolah Pasca Sarjana IPB.

Penulis juga menghaturkan terima kasih kepada Kepala Badan Karantina Pertanian atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti program beasiswa Badan Karantina Pertanian Program Doktor di Institut Pertanian Bogor. Ucapan terima kasih disampaikan juga kepada Kepala Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian dan jajarannya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menggunakan fasilitas di Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian, kepada seluruh rekan pejabat fungsional BUTTMKP atas dukungan dan bantuannya selama melaksanakan penelitian dan penulisan disertasi.

Terimakasih disampaikan juga untuk teman-teman angkatan 2014 S3 IPB Ratna Sari Dewi, Dwi Subekti, Heri Herti, Selamat, Nopriawansyah dan Isti Wulandari atas motivasi dan persahabatannya. Terimakasih juga disampaikan kepada petugas POPT di lapangan atas informasi dan bantuannya dalam pengambilan sampel tanaman bergejala. Bapak Erwan, Ani Widarti, Busyairi Latiful, Joni Hidayat, Aqel atas segala bantuannya.

Rasa hormat yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta Bapak Hartojo Pudjowarso Allahyarham dan Ibu Dwi Ratnaningsih; kakak dan adik tercinta Eko Cahyanto, Eny Djiwati, Tutut Pujasejati dan Daman Prayitno Adi beserta keluarga; serta ananda tercinta Annisa Nur Kresandra yang telah mencurahkan kasih sayang, doa dan dukungannya.

Akhir kata penulis haturkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk kepentingan pertanian Indonesia dan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2020
Kresnamurti Tri Kurniasih

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tulisan untuk masalah.
3. Pengutipan tidak menimbulkan kepentingan yang melanggar IPB University.
4. Dilarang mengkomersialkan dan menyalahgunakan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	3
Tujuan Penelitian	4
Manfaat Penelitian	4
Kebaruan dan Keunggulan Penelitian	4
Ruang Lingkup Penelitian	4
2 TINJAUAN PUSTAKA	6
Benih Padi	6
Penyakit Busuk Bulir Bakteri	8
Biologi, Gejala dan Ekologi	8
Epidemi Penyakit	9
Daerah Sebar	10
Metode Deteksi dan Identifikasi Bakteri Terbawa Benih	12
Pengendalian Penyakit Terbawa Benih	13
3 SEBARAN DAN KARAKTERISTIK PATOGEN PENYEBAB PENYAKIT BUSUK BULIR BAKTERI DI JAWA	15
Abstrak	15
Pendahuluan	16
Metodologi Penelitian	17
Waktu dan Tempat Penelitian	17
Survei Sebaran Gejala Busuk Bulir Bakteri di Jawa	17
Isolasi <i>Burkholderia</i> spp. dari Sampel Padi Bergejala	17
Karakterisasi Morfologi, Fisiologi dan <i>Bioassay</i>	17
Karakterisasi Molekuler	19
Keragaman genetik Gen 16S rRNA Isolat <i>B. glumae</i> dan <i>B. gladioli</i>	21
Hasil	22
Sebaran Gejala BBB di Jawa	22
Isolat <i>Burkholderia</i> spp. Asal Sampel Padi Bergejala dari Lapangan	25
Ket: tidak tumbuh koloni (-)	26
Karakteristik Morfologi, Fisiologi dan <i>Bioassay</i>	26
Karakteristik Molekuler	30
Analisis Keragaman Sikuen DNA Pengode Gen 16S rRNA Isolat <i>B. glumae</i> dan <i>B. gladioli</i>	35
Pembahasan	42

Hak Cipta Perundang-undangan
1. Dilindungi 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 ringkasan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilindungi penggambaran dan mereproduksi sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

Simpulan	45
4 KEBERADAAN <i>B. glumae</i> DAN <i>B. gladioli</i> PADA BENIH PADI SERTA PENGEMBANGAN TEKNIK DETEKSINYA	46
Abstrak	46
Pendahuluan	47
Metodologi Penelitian	48
Waktu dan Tempat	48
Posisi Bakteri <i>B. glumae</i> dan <i>B. gladioli</i> pada Benih Padi	48
Penyiapan Benih Sehat	48
Penyiapan Benih Terinfeksi <i>B. glumae</i> dan Penghitungan Populasi Bakteri pada Benih	48
Penyiapan Benih Mengandung <i>B. glumae</i> pada Berbagai Tingkat Populasi	49
Pengembangan Teknik Deteksi <i>B. glumae</i> pada Berbagai Tingkat Populasi dengan Teknik Pengayaan pada Media S-PG Cair	49
Hasil	49
Posisi <i>B. glumae</i> dan <i>B. gladioli</i> Bakteri pada Benih Padi	49
Pengembangan Teknik Deteksi <i>B. glumae</i> pada Berbagai Tingkat Populasi dengan Teknik Pengayaan pada Media S-PG Cair	51
Pembahasan	52
Simpulan	54
5 POTENSI PENURUNAN HASIL TANAMAN PADI AKIBAT INFEKSI <i>B. glumae</i> DAN <i>B. gladioli</i>	55
Abstrak	55
Pendahuluan	56
Metodologi Penelitian	57
Waktu dan Tempat Penelitian	57
Penyiapan Tanaman Uji	57
Penyiapan Inokulum Bakteri	57
Uji <i>In planta</i> Isolat <i>B. glumae</i> dan <i>B. gladioli</i>	57
Potensi Penurunan Hasil Akibat Infeksi <i>B. glumae</i>	58
Potensi Penurunan Hasil Akibat Infeksi <i>B. gladioli</i>	58
Hasil	58
Variasi Gejala oleh <i>B. glumae</i> dan <i>B. gladioli</i> secara <i>In Planta</i>	58
Potensi Penurunan Hasil Akibat Infeksi <i>B. glumae</i>	61
Potensi Penurunan Hasil Akibat Infeksi <i>B. gladioli</i>	62
Pembahasan	63
Simpulan	64
6 PENGEMBANGAN TEKNIK PERLAKUAN BENIH PADI UNTUK PENGENDALIAN <i>B. glumae</i>	65
Abstrak	65
Pendahuluan	66

Hak Cipta Ditindungi 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 ringkasan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
 2. Dilarang mengkomersialkan dan menyebarkan sebagai atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

Metodologi Penelitian	67
Waktu dan Tempat	67
Penyiapan Benih Sehat dan Benih Terinfeksi <i>B. glumae</i>	67
Penentuan Perlakuan Panas Kering yang Menurunkan Populasi <i>B. glumae</i> Tanpa Menurunkan Viabilitas Benih Sehat	68
Perlakuan Panas Kering yang Efektif Menurunkan Populasi <i>B. glumae</i> pada Benih Terinfeksi	68
Penentuan Konsentrasi Minyak Cengkeh yang Menurunkan Populasi <i>B. glumae</i> tanpa Menurunkan Viabilitas Benih Sehat	69
Perlakuan Minyak Cengkeh yang Efektif Menurunkan Populasi <i>B. glumae</i> pada Benih Terinfeksi	69
Kombinasi Perlakuan Panas Kering dan Minyak Cengkeh yang Efektif Mengendalikan <i>B. glumae</i> pada Benih Terinfeksi	70
Peubah Pengamatan	70
Hasil	71
Penentuan Kisaran Suhu dan Lama Perlakuan yang efektif Menurunkan Populasi <i>B. glumae</i> Tanpa Menurunkan Viabilitas Benih Sehat	71
Perlakuan Panas Kering dan Pengaruhnya terhadap Populasi <i>B. glumae</i> dan Viabilitas Benih Terinfeksi	73
Penentuan Konsentrasi Minyak Cengkeh yang Efektif Menurunkan Populasi <i>B. glumae</i> tanpa Menurunkan Viabilitas Benih Sehat	74
Perlakuan Minyak Cengkeh dan Pengaruhnya terhadap Populasi <i>B. glumae</i> dan Viabilitas Benih Terinfeksi	75
Kombinasi Perlakuan Panas Kering dan Minyak Cengkeh serta Pengaruhnya terhadap Populasi <i>B. glumae</i> dan Viabilitas Benih Terinfeksi	76
Simpulan	78
7 PEMBAHASAN UMUM	79
8 SIMPULAN DAN SARAN	82
Simpulan	82
Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	92
RIWAYAT HIDUP	117



DAFTAR TABEL

1.	Skor gejala penyakit BBB pada tanaman padi 2 minggu setelah inokulasi (Nandakumar <i>et al.</i> 2009)	19
2.	Varietas tanaman padi, gejala, tipe koloni bakteri pada media S-PG dan lokasi ditemukannya gejala BBB di lapangan	26
3.	Karakteristik morfologi, fisiologi dan <i>bioassay</i> berbagai isolat bakteri hasil isolasi	30
4.	Hasil amplifikasi menggunakan primer spesifik JLBgf/JLBgr dan GLAf/GLAr	33
5.	Nilai <i>query cover</i> dan <i>identity</i> isolat bakteri dari Jawa hasil amplifikasi gen 16S rRNA dibandingkan dengan nukleotida yang tersedia di NCBI	35
6.	Homologi sikuen DNA pengkode gen 16S rRNA isolat <i>B. glumae</i> dan <i>B. gladioli</i> asal Jawa	36
7.	Letak dan populasi bakteri <i>B. glumae</i> pada beberapa bagian benih padi serta konfirmasinya dengan primer spesifik	50
8.	Letak dan populasi bakteri <i>B. gladioli</i> pada beberapa bagian benih padi serta konfirmasinya dengan primer spesifik	51
9.	Rata-rata jumlah bakteri hasil ekstraksi dari benih utuh dengan pengayaan pada berbagai tingkat populasi awal	51
10.	Rata-rata jumlah bakteri hasil ekstraksi dari benih pecah dengan pengayaan pada berbagai tingkat populasi awal	52
11.	Rata-rata jumlah bakteri hasil ekstraksi dari benih gerus dengan pengayaan pada berbagai tingkat populasi awal	52
12.	Variasi gejala BBB pada tanaman padi yang diinokulasi dengan berbagai isolat <i>B. glumae</i> dari Jawa 4 minggu setelah inokulasi di rumah kaca	60
13.	Variasi gejala BBB pada tanaman padi yang diinokulasi dengan berbagai isolat <i>B. gladioli</i> dari Jawa 4 minggu setelah inokulasi di rumah kaca	60
14.	Keparahan penyakit, berat biji tiap malai dan penurunan berat biji pada tanaman padi yang diinokulasi dengan berbagai isolat <i>B. glumae</i> dari Jawa	61
15.	Keparahan penyakit, berat biji tiap malai dan penurunan berat biji pada tanaman padi yang diinokulasi dengan berbagai isolat <i>B. gladioli</i> dari Jawa	62
16.	Nilai rata-rata populasi <i>B. glumae</i> secara <i>in vitro</i> hasil perlakuan panas kering dengan berbagai suhu dan waktu papir setelah diinkubasi pada 30 °C selama 5 hari	72
17.	Nilai rata-rata indeks vigor dan daya berkecambah benih padi sehat setelah perlakuan panas kering dengan berbagai suhu dan lama perlakuan	72
18.	Nilai rata-rata indeks vigor, daya berkecambah benih dan populasi <i>B. glumae</i> pada benih padi terinfeksi setelah perlakuan udara panas	74
19.	Nilai rata-rata populasi suspensi <i>B. glumae</i> setelah penambahan minyak cengkeh dengan berbagai konsentrasi	74
20.	Nilai rata-rata indeks vigor dan daya berkecambah benih padi sehat setelah perendaman minyak cengkeh dengan berbagai konsentrasi	75

Hak Cipta Milik IPB University
 1. Dilindungi oleh undang-undang
 2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tulisan untuk masalah
 3. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
 4. Dilarang mengkomersialkan dan menyalahgunakan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

21. Nilai rata-rata indeks vigor, daya berkecambah benih dan populasi *B. glumae* pada benih padi terinfeksi setelah perlakuan minyak cengkeh 76
22. Nilai rata-rata indeks vigor, daya berkecambah benih dan populasi bakteri setelah perlakuan panas kering 55 °C dan aplikasi minyak cengkeh pada benih padi terinfeksi *B. glumae* 76

DAFTAR GAMBAR

1. Alur penelitian Penyakit Busuk Bulir Bakteri pada Padi di Jawa: Studi Kasus Sebaran, Karakteristik, Potensi Penurunan Hasil dan Pengendaliannya 5
2. Struktur anatomi biji padi (Damardjati 1988) 6
3. *Treatment window* perlakuan panas untuk benih (Forsberg 2001) 14
4. Gejala penyakit BBB di Jawa. (A) malai tanaman padi yang terserang BBB di lapangan ditunjukkan dengan anak panah, (B) malai dengan biji yang memperlihatkan gejala busuk, (C) gejala diskolorasi dan menghitam pada pangkal biji padi 22
5. Gejala penyakit BBB pada biji padi. (A) biji yang masih utuh dengan kulitnya (gabah) menunjukkan gejala berupa bercak kecokelatan pada sebagian bijinya, (B) pita hitam melintang pada biji padi terlihat pada bagian endosperma yang sudah dikupas 23
6. Peta sebaran gejala penyakit busuk bulir bakteri hasil survei di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur 24
7. Tipe koloni bakteri pada media S-PG yang tumbuh setelah diinkubasi pada suhu 30 °C selama 5 hari. (A) tipe koloni A, (B) tipe koloni B, (C) tipe koloni lain 25
8. Hasil pengujian Gram isolat bakteri. Kiri: Pengujian Gram dengan larutan KOH 3%, bakteri Gram negatif terlihat berlendir saat dicampur dengan KOH 3%. Kanan: Pengujian Gram dengan metode pewarnaan menunjukkan sel bakteri Gram negatif berwarna kemerahan (perbesaran 10x100) 27
9. Hasil uji pertumbuhan aerob/anaerob isolat bakteri. (A) pertumbuhan bakteri bersifat aerob ditandai dengan perubahan warna media aerob menjadi kuning, (B) bakteri bersifat aerob tidak dapat tumbuh pada media anaerob yang ditandai dengan media tetap berwarna hijau biru 27
10. Uji produksi pigmen pada media King's B setelah inkubasi 48 jam pada 30 °C. (A) isolat KAI7 menghasilkan pigmen *diffusible nonflourensens* kuning kehijauan, (B) isolat yang tidak menghasilkan pigmen *diffusible nonflourensens* 28
11. Reaksi hipersensitivitas pada daun tembakau 48 jam setelah diinfiltrasi dengan suspensi bakteri (A) kontrol/HR (-), (B) nekrotik pada HR (+) 29
12. Skoring gejala pada uji patogenisitas bakteri. (A) skor 0, (B) skor 1, (C) skor 2 dan (D) skor 3 ditunjukkan dengan anak panah 29
13. Visualisasi hasil amplifikasi sikuen gen ITS 16S-23S rRNA dengan primer spesifik *B. glumae* JLBgr/JLBgf pada gel agarosa 1.5% dalam TAE 1x. M: penanda DNA 100 pb (Thermo Scientific), 1: SUC3, 2: KAC1, 3: KAI2, 4: KAM3, 5: KAC5, 6: KAC6, 7: KAI7, 8: PUC1, 9: PUC3, 10: INC1, 11: INC2, 12: CIM1, 13: kontrol (-), 14: CIC3, 15:

Hak cipta dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tulisan resmi lainnya
 3. Pengutipan tidak menimbulkan kerugian yang wajar bagi IPB University
 4. Dilarang mengkomersialkan dan menyalahgunakan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

MAC1, 16: MAC2, 17: MAC3, 18: TEM1, 19: BLM1, 20: BLC3, 21: BLC5, 22: KEC3, 23: KEC4	31
14. Visualisasi hasil amplifikasi dengan primer spesifik <i>B. gladioli</i> GLAf/GLAr pada gel agarosa 1.5% dalam TAE 1x. M: penanda DNA 100 pb (Thermo Scientific), 1: SUC3, 2: KAC1, 3: KAI2, 4: KEC3, 5: KAC5, 6: KAC6, 7: KAI7, 8: PUC1, 9: PUC3, 10: INC1, 11: INCI2, 12: K (-), 13: CIC3, 14: CIM1, 15: MAC1, 16: MAC2, 17: MAC3, 18: TEM1, 19: BLM1, 20: BLC3, 21: BLC5, 22: KEC3, 23: KEC4	32
15. Visualisasi hasil amplifikasi dengan primer universal bakteri 63f/1387r pada gel agarosa 1% dalam TAE 1x. M: penanda DNA 1 kb (Thermo Scientific), 1: PUC1, 2: SUC3, 3: INC1, 4: INC2, 5: KAC1, 6: KAC5, 7: KAC6, 8: PUC3, 9: TEM1, 10: KAI7, 11: MAC1, 12: MAC2, 13: MAC3, 14: CIC3, 15: BLC5, 16: KEC4, 17: KEC3, 18: BLC3, 19: KAM3, 20: CIM1, 21: BLM1, 22: KAI2	34
16. Pohon filogeni yang menggambarkan hubungan isolat <i>B. glumae</i> dan <i>B. gladioli</i> asal Jawa serta sikuen pembandingan dari situs NCBI dengan metode <i>Neighbor-Joining</i> menggunakan perangkat lunak MEGA 7.0.26 dan analisis bootstrap 1 000 ulangan. <i>Xanthomonas campestris</i> and <i>X. oryzae</i> digunakan sebagai <i>outgroup</i> . Isolat yang ditemukan terbagi menjadi 4 kelompok yaitu kelompok A, B, C, dan C. Jarak antara 2 spesies dilihat dari panjang cabang horizontal dengan skala yang tercantum di bagian bawah gambar	38
17. Pola pemotongan enzim <i>AluI</i> , <i>DdeI</i> dan <i>HhaI</i> secara <i>in silico</i> pada nukleotida. (A) KAI7, (B) <i>B. glumae</i> Malaysia, (C) <i>B. glumae</i> USA, (D) <i>B. glumae</i> India, (E) <i>B. glumae</i> Korea, (F) <i>B. glumae</i> Cina, (G) TEM1, (H) INC1, (I) KAC1, (J) KAI2, (K) KEC3 dan (L) KAC5	40
18. Pola pemotongan enzim <i>AluI</i> , <i>DdeI</i> dan <i>HhaI</i> secara <i>in silico</i> pada nukleotida. (A) MAC2, (B) <i>B. gladioli</i> Cina, (C) <i>B. gladioli</i> Korea (D) <i>B. gladioli</i> Pakistan, (E) <i>B. gladioli</i> Taiwan (F) BLM1, (G) MAC3 dan (H) KAM3	41
19. Bagian-bagian benih padi. (a) <i>glumae</i> , (b) sekam kelopak, (c) sekam mahkota dan (d) endosperma yang masih menyatu dengan embrio	50
20. Gejala BBB pada uji <i>in planta</i> di rumah kaca 4 minggu setelah inokulasi. (A) busuk bulir ditunjukkan anak panah; (B) busuk bulir, malai pendek dan hampa dan (C) busuk bagian dalam pelepah daun bendera	59
21. Hubungan keparahan penyakit dan penurunan berat biji tiap malai hasil inokulasi dengan isolat <i>B. glumae</i> dari Jawa	62
22. Hubungan keparahan penyakit dan penurunan berat biji tiap malai pada uji <i>in planta</i> hasil inokulasi dengan isolat <i>B. gladioli</i> dari Jawa	63
23. Kecambah normal benih padi pada 7 hari setelah tanam. (a) plumula, (b) koleoptil, (c) akar primer dan (d) akar seminal	71
24. Daya berkecambah (■) dan populasi <i>B. glumae</i> (▲) pada perlakuan panas kering dengan berbagai suhu dan waktu paparan. Garis putus-putus menunjukkan kisaran waktu paparan perlakuan panas kering yang mampu menekan populasi <i>B. glumae</i> namun daya berkecambah benih masih tetap tinggi (> 90%). A. Perlakuan panas kering pada suhu 45 °C; B.	

Perlakuan panas kering pada suhu 50 °C; C. Perlakuan panas kering pada suhu 55 °C; dan D. Perlakuan panas kering pada suhu 60 °C	73
25. Daya berkecambah (■) dan populasi <i>B. glumae</i> (▲) pada perlakuan berbagai konsentrasi minyak cengkeh. Garis putus-putus menunjukkan kisaran konsentrasi minyak cengkeh yang mampu menekan populasi <i>B. glumae</i> namun daya berkecambah benih tetap tinggi (> 90%)	75

DAFTAR LAMPIRAN

1. Komposisi dan Prosedur Pembuatan Media S-PG dan S-PG Cair	93
2. Prosedur Penyiapan Larutan untuk Uji Pewarnaan Gram pada Bakteri	94
3. Prosedur Pembuatan Media Aerob, King's B dan NB	95
4. Ketinggian Tempat dan Suhu Rata-Rata di Lokasi survei	96
5. Homologi Gen 16S rRNA Isolat <i>B. glumae</i> Asal Jawa dengan Nukleotida <i>B. glumae</i> yang Tersedia di Situs NCBI	98
6. Homologi Gen 16S rRNA Isolat <i>B. gladioli</i> Asal Jawa dengan Nukleotida <i>B. gladioli</i> yang Tersedia di Situs NCBI	99
7. Pola pemotongan enzim <i>AluI</i> , <i>DdeI</i> dan <i>HhaI</i> secara <i>in silico</i> pada nukleotida <i>B. glumae</i> : (A) KAI7, (B) SUC3, (C) BLC5, (D) <i>B. glumae</i> Malaysia, (E) <i>B. glumae</i> USA, (F) <i>B. glumae</i> India, (G) <i>B. glumae</i> Korea dan (H) <i>B. glumae</i> Cina, (I) TEM1, (J) KAC1, (K) INC1, (L) KAI2, (M) KAC6, (N) KEC4, (O) PUC1, (P) INC2, (Q) KEC3 dan (R) KAC5	100
8. Pola pemotongan enzim <i>AluI</i> , <i>DdeI</i> dan <i>HhaI</i> secara <i>in silico</i> pada nukleotida <i>B. gladioli</i> : (A) MAC2, (B) CIM1, (C) CIC3, (D) MAC1, (E) <i>B. gladioli</i> Cina, (F) <i>B. gladioli</i> Korea (G) <i>B. gladioli</i> Pakistan, (H) <i>B. gladioli</i> Taiwan (I) BLM1, (J) MAC3 dan (K) KAM3	102
9. Urutan nukleotida gen 16S rRNA isolat <i>B. glumae</i> asal Jawa dan DNA pembanding dari NCBI	103
10. Urutan nukleotida gen 16S rRNA isolat <i>B. gladioli</i> asal Jawa dan DNA pembanding dari NCBI	112

Hak Cipta Ditindungi 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 ringkasan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang melalaui IPB University.
 2. Dilarang mengkomersialkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

