

# **FAKTOR-FAKTOR KESUBURAN TANAH YANG BERPENGARUH TERHADAP PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA KELAPA SAWIT**

**EVAN PURNAMA RAMDAN**



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

- 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 “Faktor-faktor Kesuburan Tanah yang Berpengaruh terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Kelapa Sawit” adalah karya saya dengan arahan dari dosen 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 2024

Evan Purnama Ramdan  
A362190011

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

## RINGKASAN

EVAN PURNAMA RAMDAN. Faktor-faktor Kesuburan Tanah yang Berpengaruh terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Kelapa Sawit. Dibimbing oleh WIDODO, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, GIYANTO, dan ARIEF HARTONO.

Perkembangan penyakit busuk pangkal batang semakin serius, sebab pada tanaman muda gejala muncul lebih awal dengan serangan lebih parah. Pengendalian secara kultur teknis, biologi, dan varietas tahan yang telah dilakukan di lapangan belum mampu menekan penyakit. *Ganoderma boninense* sebagai parasit fakultatif (patogen lemah) hanya mampu menginfeksi tanaman lemah. Dalam konsep segitiga penyakit, perkembangan penyakit dipengaruhi oleh patogen, tanaman, dan lingkungan. Kondisi kelapa sawit yang lemah dapat dipengaruhi oleh lingkungan biotik dan abiotik tanah sebagai media pertumbuhan tanaman. Biomassa sawit yang dipanen sangat banyak dapat mempengaruhi kecukupan nutrisi yang dibutuhkan tanaman di dalam tanah. Selain itu, pemupukan yang tidak mencukupi maupun proses dekomposisi yang lambat dari pelepah dan tandan buah kosong yang dikembalikan ke dalam tanah memperlambat kembalinya nutrisi yang dibutuhkan. Oleh karena itu perlu untuk meneliti faktor lingkungan (tanah) yang mempengaruhi penyakit busuk pangkal batang. Tujuan penelitian ini yaitu 1) memperoleh status kesuburan dan pola unsur hara pada kelapa sawit pada berbagai tingkat insidensi penyakit BPB, 2) mendapatkan informasi kelimpahan, keragaman dan fungsional mikrob pada kelapa sawit pada berbagai tingkat insidensi penyakit BPB, dan 3) mengetahui sifat-sifat tanah yang berhubungan dan berpengaruh terhadap penyakit BPB.

Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahapan pada skala lapangan dan laboratorium. Tahap pertama adalah pengukuran insidensi dan keparahan penyakit busuk pangkal batang di kebun kelapa sawit. Kemudian pada kebun yang sama dilakukan pengambilan sampel tanah. Selanjutnya sampel tanah dianalisis sifat fisik dan kimia tanah. Sifat fisik yang dianalisis meliputi tiga tekstur tanah (pasir, liat, debu), sedangkan sifat kimia yang dianalisis meliputi C-organik, N total, P-HCl 25%, P-Olsen, Ca, Mg, K, Na, KTK, KB, Al, H, Fe, Cu, Zn, dan Mn. Sifat fisik dan kimia tanah kemudian dianalisis statistik untuk mengetahui beda rata-rata di lokasi penelitian. Status kesuburan tanah ditetapkan berdasarkan pedoman Balai Penelitian Tanah, Bogor. Variabel pembatas kesuburan tanah dianalisis chi square untuk menentukan pengaruhnya terhadap keparahan penyakit dan total mikrob.

Tahap kedua, isolasi mikrob dari jenis bakteri dan cendawan. Penghitungan populasi dengan *standard plate count* dilakukan untuk mengukur kelimpahan total mikrob, bakteri, dan cendawan. Struktur mikrob pada setiap kategori insidensi penyakit dilakukan dengan menghitung indeks keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi mikrob. Selain itu, pengujian mikrob fungsional dilakukan untuk memperoleh mikrob pelarut posfat dan penambat nitrogen. Tahap ketiga, data unsur hara, kelimpahan dan keanekaragaman mikrob, serta insidensi dan keparahan penyakit dianalisis untuk mengetahui hubungan antara sifat-sifat tanah dengan intensitas penyakit menggunakan analisis korelasi Pearson. Selain itu,

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



analisis regresi dilakukan untuk mengetahui pengaruh sifat-sifat tanah terhadap intensitas penyakit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa insidensi penyakit pada kelapa sawit di lokasi penelitian berkisar antara 10% sampai 54% dengan gejala yang ditemukan di lapangan berkisar dari serangan ringan hingga pohon mati. Hasil penilaian kesuburan tanah menunjukkan bahwa lahan kelapa sawit yang terinfeksi *G. boninense* di lokasi penelitian memiliki kesuburan tanah yang rendah dengan kandungan C-organik yang rendah, berkisar antara 0,40 hingga 1,15%. Namun salatu unsur hara (fosfor) memiliki perbedaan signifikan dengan pola semakin tinggi fosfor, maka insidensi penyakit BPB akan semakin rendah. Oleh karena itu, pengelolaan perlu dilakukan dengan menambahkan bahan organik ke dalam tanah serta mengikuti prinsip budidaya tanaman kelapa sawit yang sehat.

Temuan lain pada penelitian ini adalah total mikroba melimpah pada lahan dengan kategori insidensi penyakit rendah dengan populasi kepadatan mikroba sebanyak  $4,99 \times 10^7$  cfu g<sup>-1</sup>. Pola kelimpahan mikroba akan semakin banyak seiring rendahnya insidensi penyakit. Akan tetapi indeks keanekaragaman, kemerataan, dan dominansi total mikroba masih menunjukkan nilai indeks yang rendah. Secara berturut menunjukkan nilai indeks keanekaragaman sebesar 0,88 sampai 1,07. Oleh karena itu, ekosistem tanah pada kelapa sawit yang terinfeksi penyakit busuk pangkal batang kurang stabil dan dalam kondisi tercekam akibat infeksi *G. boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang.

Berdasarkan korelasi Pearson, sifat-sifat tanah seperti Mg, K, Na, KB, Fe, Mn, mikroba penghasil senyawa organik volatil dan penambat nitrogen memiliki hubungan signifikan dan kuat dengan intensitas penyakit busuk pangkal batang. Berdasarkan analisis regresi, untuk menurunkan intensitas penyakit busuk pangkal batang perlu menaikkan pH, Mg, K, KB, mikroba penghasil senyawa organik volatil, mikroba antagonis diikuti dengan penurunan Mn dan mikroba penambat nitrogen. Temuan penelitian ini dapat digunakan untuk menginformasikan keputusan terkait pengendalian penyakit busuk pangkal batang di perkebunan kelapa sawit. Untuk mengurangi kejadian dan keparahan penyakit, rekomendasi pemupukan kelapa sawit harus memperhatikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang mempengaruhi busuk pangkal batang.

Kata kunci: fisik kimia tanah, hara tanah intensitas penyakit, keanekaragaman mikroba, kesuburan tanah,

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



## SUMMARY

EVAN PURNAMA RAMDAN. Soil Fertility Factors Affecting Basal Stem Rot Disease in Oil Palm., WIDODO, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, GIYANTO, dan ARIEF HARTONO.

The development of stem base rot disease is getting more serious because in young plants symptoms appear earlier with more severe attacks. Cultural, biological, and resistant varieties practiced in the field have been unable to suppress the disease. *Ganoderma boninense*, as a facultative parasite (weak pathogen), can only infect weak plants. In the disease triangle concept, disease development is influenced by the pathogen, plant, and environment. The condition of weak palms can be influenced by the biotic and abiotic environment of the soil as a medium for plant growth. A large amount of harvested oil palm biomass can affect the adequacy of nutrients plants need in the soil. In addition, insufficient fertilization and slow decomposition of fronds and empty fruit bunches returned to the soil slow down the return of required nutrients. Therefore, it is necessary to examine environmental factors (soil) that affect stem base rot disease. The objectives of this study were:

1. To obtain fertility status and nutrient patterns in oil palm at various levels of BPB disease incidence.
2. To obtain information on the abundance, diversity, and functional microbes in oil palm at various levels of BPB disease incidence.
3. To determine soil properties related to and influencing BPB disease.

The research was conducted in three stages at field and laboratory scales. The first stage was to measure the incidence and severity of stem base rot disease in oil palm plantations. Then in the same plantation, soil samples were taken. Furthermore, soil samples were analyzed for soil physical and chemical properties. The physical properties analyzed included three soil textures (sand, clay, dust).

In contrast, the chemical properties analyzed included organic C, total N, HCl 25%-P, Olsen-P, Ca, Mg, K, Na, CEC, KB, Al, H, Fe, Cu, Zn, and Mn. Soil physical and chemical properties were then statistically analyzed to determine the average differences in the research locations. Soil fertility status was determined based on the Soil Research Center, Bogor guidelines. Soil fertility limiting variables were analyzed by chi-square to assess their effect on disease severity and total microbes.

The second stage was isolating microbial species such as bacteria and fungi. Population counting with standard plate count was conducted to measure the abundance of microbes, bacteria, and fungi. Microbial structure in each disease incidence category was calculated by calculating microbial diversity, evenness and dominance indices. In addition, functional microbial testing was conducted to obtain phosphate-solubilizing and nitrogen-fixing microbes. In the third stage, data on nutrients, microbial abundance and diversity, and disease incidence and severity were analyzed using Pearson correlation analysis to determine the relationship between soil properties and disease intensity. In addition, regression analysis was conducted to assess the effect of soil properties on disease intensity.

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

The results showed that disease incidence on oil palms in the study site ranged from 10% to 54% with symptoms found in the field ranging from mild attack to dead trees. Soil fertility assessment results showed that fields with *G. boninense* infected in the study site had low soil fertility with low C-organic content, ranging from 0,40 to 1,15%. However, one nutrient (phosphorus) had a significant difference with the pattern: the higher the phosphorus, the lower the incidence of BSR disease. Therefore, management needs to be done by adding organic matter to the soil and following the principles of healthy oil palm cultivation.

Another finding in this study is that total microbes are abundant in land with a low disease incidence category with a microbe density population of  $4,99 \times 10^7$  CFU g<sup>-1</sup>. The pattern of microbial abundance will increase with low disease incidence. However, microbes' diversity index, evenness, and total dominance still show low index values. The diversity index values were 0,88 to 1,07, respectively. Therefore, the soil ecosystem in oil palms infected with stem base rot disease is less stable and stressed due to the infection of *G. boninense*, the cause of stem base rot disease.

Based on Pearson correlation, soil properties such as Mg, K, Na, KB, Fe, Mn, volatile organic compound-producing microbes, and nitrogen-fixing microbes have a significant and robust relationship with disease intensity. Based on regression analysis, to reduce basal stem rot disease intensity, it is necessary to increase pH, Mg, K, KB, volatile organic compound-producing microbes, and antagonistic microbes, followed by a decrease in Mn and nitrogen-fixing microbes. The findings of this study can be used to inform decisions related to stem base rot control in oil palm plantations. Oil palm fertilization recommendations should consider soil physical, chemical, and biological properties that affect stem base rot to reduce disease incidence and severity.

**Keywords:** microbial diversity, soil fertility, soil nutrient intensity, soil physico-chemical

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 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 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.

# **FAKTOR-FAKTOR KESUBURAN TANAH YANG BERPENGARUH TERHADAP PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA KELAPA SAWIT**

**EVAN PURNAMA RAMDAN**

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

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

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*

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, SP., M.Sc.Agr.
- 2 Prof. Dr. Ir. Sudradjat, M.S.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. Efi Toding Tondok, SP., M.Sc.Agr.
- 2 Prof. Dr. E.S. Margianti, SE., MM.



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.



Judul Disertasi : Faktor-faktor Kesuburan Tanah yang Berpengaruh terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Kelapa Sawit  
Nama : Evan Purnama Ramdan  
NIM : A362190011

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Widodo, MS.

Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc.

Pembimbing 3:  
Dr. Ir. Giyanto, M.Si.

Pembimbing 4:  
Prof. Dr. Ir. Arief Hartono, M.Sc.Agr.

Diketahui oleh

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

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

Tanggal Ujian:  
4 Juni 2024

Tanggal Lulus:

07 AUG 2024

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

Alhamdulillah Rabbil'alamin. Pujian serta ungkapan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanallahu Wata'ala atas limpahan rahmat serta karunia-Nya, disertai ini berhasil diselesaikan. Adapun judul dari disertasi ini adalah Faktor-faktor Kesuburan Tanah yang Berpengaruh terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Kelapa Sawit.

Ucapkan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada komisi pembimbing, Prof. Dr. Ir. Widodo, MS., Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc., Dr. Ir. Giyanto, M.Si., dan Prof. Dr. Ir. Arief Hartono, MSc.Agr. atas bimbingan, kebaikan, dan kesabaran dalam mengarahkan penulis selama penelitian dan penyelesaian disertasi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Sudradjat, M.Sc., Dr. Efi Toding Tondok, SP., MSc.Agr., dan Prof. Dr. E.S. Margianti, SE., MM. yang telah memberikan saran dan masukan sebagai penyempurnaan disertasi ini pada ujian tertutup dan sidang promosi. Terima kasih yang mendalam penulis sampaikan kepada Yayasan Pendidikan Gunadarma, Rektor Universitas Gunadarma, Prof. Dr. E.S. Margianti, SE., MM., Wakil Rektor II Universitas Gunadarma, Prof. Suryadi HS, dan Dekan Fakultas Teknologi Industri, Prof. Dr-Ing., Adang Suhendra, S.Si., S.Kom., M.Sc., dan Ketua Program Studi Agroteknologi, Dr. Ir. Budiman, MS. yang telah memberikan izin bagi penulis untuk melanjutkan studi program doktor di Institut Pertanian Bogor.

Penghargaan penulis sampaikan kepada Direksi PT Perkebunan Nusantara VII dan seluruh manajemen PTPN VII Unit Rejosari yang telah memberi izin penelitian, terutama kepada asisten kepala (Bapak Berman Sidauruk) dan asisten afdeling 1 (Bapak Joko) yang telah membantu dalam survei dan pengambilan sampel tanah. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberi beasiswa pendidikan pascasarjana dalam negeri (BPPDN) tahun 2019 dan biaya penelitian melalui skema hibah Penelitian Disertasi Doktor pendanaan tahun 2021. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Kepala dan Staff Sekretariat Rektor, Dr. Anacostia Kowanda, S.Kom. MMSI., M.I.Kom., Dr. Dra. Peni Sawitri, MM., M.I.Kom., Dr. Sundari, SE., MM. M.Si., serta Kepala dan Staff Biro Administrasi Umum Universitas Gunadarma, Dr. Trini Saptariani, S.Kom., MM., M.I.Kom., Dr. Sariyati, SE., MM., M.Si., Rini Wahyuningroem, SE., MM. dan yang telah membantu dalam proses tugas belajar di IPB.

Ucapan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan disampaikan kepada mamah dan bapak (Ibu Heni Nurjanah dan Almarhum Bapak Engkoh), mamah dan bapak mertua (Ibu Cicoh dan Almarhum Bapak Uho), istri (Ai Robisoh, S.TP.) serta kedua anak kami (Amsyar Ataulah dan Fawwaz Atharrazka) yang telah memberikan dukungan, do'a, dan kasih sayang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dr. Widi Amaria, Dr. Adinda Nurul Huda M., Dr. Ady Daryanto, Dr. Ummu Kalsum, Dr. Dwi Astuti, Dr. Cheppy Wati, Dr. Nurholis, Ir. Aisyah, MP., Hari Priwiratama, Deden Dewantara Eris, Bayu Suseno, Inti Mulyo Arti, M. Ridha Alfarabi, Astri Afriani, Andini Hanif, dan teman-teman lainnya di Laboratorium Mikologi Tumbuhan dan mahasiswa pascasarjana di Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada staf pelayanan

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.



mahasiswa pascasarjana Departemen Proteksi Tanaman, Euis Salsiah, dan staf pelayanan pascasarjana Fakultas Pertanian, Ana Supriyatin yang telah membantu proses administrasi penulis selama menempuh studi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

*Evan Purnama Ramdan*

*@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 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	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
<b>I</b> PENDAHULUAN	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Hipotesis	4
1.6 Ruang Lingkup	4
<b>II</b> TINJAUAN PUSTAKA	<b>6</b>
2.1 Tanaman Kelapa Sawit	6
2.2 Bioekologi <i>Ganoderma boninense</i> Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang	7
2.2.1 Patogen Penyebab Penyakit	7
2.2.2 Proses Infeksi dan Penyebaran <i>G. boninense</i>	8
2.2.3 Gejala Penyakit Busuk Pangkal Batang	9
2.3 Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang	9
2.3.1 Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Secara Kultur Teknis	9
2.3.2 Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Secara Kimia	10
2.3.3 Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Secara Biologi	11
2.3.4 Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang dengan Varietas Tahan	12
2.4 Manajemen Nutrisi untuk Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang	12
<b>III</b> STATUS UNSUR HARA DAN KESUBURAN PADA BERBAGAI TINGKAT INSIDENSI PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG	<b>14</b>
3.1 Abstrak	14
3.2 Abstract	14
3.3 Pendahuluan	15
3.4 Bahan dan Metode	15
3.4.1 Lokas Penelitian	15
3.4.2 Rancangan Pengambilan Sampel	16
3.4.3 Pengukuran Insidensi dan Keparahan Penyakit Busuk Pangkal batang	16
3.4.4 Penetapan Unsur Hara dan Tekstur Tanah	17
3.4.5 Penilaian Sifat Tanah dan Kesuburan Tanah	18
3.4.6 Analisis Data	19
3.5 Hasil	20
3.5.1 Insidensi dan Keparahan Penyakit Busuk Pangkal Batang di Lokasi Penelitian	20
3.5.2 Unsur Hara dan Tekstur Tanah pada Berbagai	21

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Diarangi 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. Diarangi mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

	Tingkat Insidensi Penyakit	
3.5.3	Kesuburan Tanah pada Berbagai Tingkat Insidensi Penyakit	22
3.6	Pembahasan	23
3.7	Kesimpulan	24
IV	<b>KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MIKROB PADA BERBAGAI TINGKAT INSIDENSI PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG</b>	25
4.1	Abstrak	25
4.2	Abstract	25
4.3	Pendahuluan	26
4.4	Bahan dan Metode	26
4.4.1	Waktu dan Tempat	26
4.4.2	Sumber Sampel Tanah	26
4.4.3	Sumber Isolat <i>G. boninense</i>	26
4.4.4	Isolasi Mikrob	27
4.4.5	Enumerasi Kelimpahan Morfospesies Mikrob	27
4.4.6	Penilaian Indeks Keanekaragaman, Kemerataan, dan Dominansi Mikrob	27
4.4.7	Pengujian Patogenesis	28
4.4.8	Uji Fungsional Mikrob	29
4.5	Hasil	30
4.5.1	Kelimpahan Mikrob pada Berbagai Tingkat Insidensi Penyakit	30
4.5.2	Keanekaragaman, Kemerataan, dan Dominansi Mikrob pada Berbagai Tingkat Insidensi Penyakit	30
4.5.3	Mikrob Patogenik dan Agens Hayati pada Berbagai Tingkat Insidensi Penyakit	31
4.5.4	Kelimpahan Mikrob Fungsional pada Berbagai Tingkat Insidensi Penyakit	32
4.6	Pembahasan	33
4.7	Kesimpulan	34
V	<b>SIFAT-SIFAT TANAH YANG MEMENGARUHI PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG</b>	35
5.1	Abstrak	35
5.2	Abstract	35
5.3	Pendahuluan	36
5.4	Bahan dan Metode	36
5.4.1	Waktu dan Tempat	36
5.4.2	Insidensi dan Keparahan Penyakit Busuk Pangkal Batang	37
5.4.3	Sifat Fisik dan Kimia Tanah	37
5.4.4	Sifat Biologi Tanah	37
5.4.5	Penilaian Hubungan Sifat-Sifat Tanah dengan Intensitas Penyakit	37
5.4.6	Penilaian Pengaruh Sifat-Sifat Tanah terhadap Insidensi dan Keparahan Penyakit	37
5.5	Hasil	38

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 meminumkan dan memamerkan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





5.5.1	Hubungan Sifat Fisik dan Kimia Tanah terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang	38
5.5.2	Hubungan Sifat Biologi Tanah terhadap Penyakit Busuk Pangkal batang	38
5.5.3	Pengaruh Sifat Fisik dan Kimia Tanah terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang	39
5.5.4	Pengaruh Sifat Biologi Tanah terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang	40
5.6	Pembahasan	41
5.7	Kesimpulan	43
VI	PEMBAHASAN UMUM	44
6.1	Karakteristik <i>G. boninense</i> Penyebab Busuk Pangkal Batang pada Kelapa Sawit	44
6.2	Kondisi Umum Nutrisi Tanaman dan Aktivitas Mikrob pada Lahan dengan Kelapa Sawit Terinfeksi <i>G. boniense</i>	45
6.3	Teknik Penekanan Penyakit Busuk Pangkal Batang melalui Pengelolaan Nutrisi Tanaman dan Mikrob Bermanfaat	48
VII	SIMPULAN UMUM DAN SARAN	50
7.1	Simpulan Umum	50
7.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN	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.



## DAFTAR TABEL

3.1	Skor keparahan penyakit BPB	17
3.2	Kriteria penilaian sifat tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah	18
3.3	Kriteria penilaian unsur mikro berdasarkan Balai Penelitian Tanah	19
3.4	Kriteria penilaian status kesuburan tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah	19
3.5	Kategori tingkat insidensi penyakit busuk pangkal batang pada lahan pengamatan	20
3.6	Unsur hara pada berbagai tingkat insidensi penyakit	22
3.7	Status kesuburan tanah pada tiga kategori lahan	23
3.8	Hubungan variabel kesuburan tanah dengan keparahan penyakit BPB	23
4.1	Perbandingan kepadatan mikroba pada berbagai tingkat insidensi penyakit	30
4.2	Indeks pemerataan, Dominansi, dan keanekaragaman total mikroba, bakteri, dan cendawan pada berbagai tingkat insidensi penyakit	31
4.3	Persentase mikroba patogenik dan nonpatogenik pada berbagai tingkat insidensi penyakit	32
4.4	Perbandingan kepadatan mikroba fungsional pada berbagai tingkat insidensi penyakit	33
5.1	Kategori keerataan hubungan antara atribut berdasarkan koefisien korelasi	38
5.2	Koefisien korelasi sifat fisik-kimia tanah dengan insidensi dan keparahan penyakit busuk pangkal batang	39
5.3	Koefisien korelasi sifat biologi tanah dengan insidensi dan keparahan penyakit busuk pangkal batang	40
5.4	Koefisien regresi pengaruh sifat fisik dan kimia tanah terhadap penyakit BPB	41
5.7	Koefisien regresi pengaruh sifat biologi tanah terhadap penyakit busuk pangkal batang	42



## DAFTAR GAMBAR

1.1	Luas areal tananam kelapa sawit di Indonesia berdasarkan status perusahaan dan total. * : data sementara, ** : data estimasi	1
1.2	Produksi kelapa sawit di Indonesia berdasarkan status perusahaan dan total * : data sementara, ** : data estimasi	1
1.3	Diagram alir penelitian faktor-faktor kesuburan tanah yang berpengaruh terhadap penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit	5
2.1	Morfologi buah kelapa sawit dari kultivar A) Dura, B) Tenera, dan C) Pisifera	6
2.2	Tubuh buah <i>G. boninense</i> pada pangkal batang kelapa sawit	7
2.3	Gejala penyakit busuk pangkal batang A) membentuk tiga atau lebih daun tombak, B) pelepah patah dan menggantung, C) pangkal batang keropos dan tumbang	9
3.1	Peta lokasi survei penyakit busuk pangkal batang dimana pengamatan penyakit dan pengambilan sampel tanah dilakukan	16
3.2	Keparahan penyakit busuk pangkal batang pada berbagai tingkat insidensi penyakit. Diagram batang yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada Uji Tukey	20
3.3	Variasi gejala pada penyakit busuk pangkal batang, a) daun tombak lebih dari tiga, b) muncul tanda berupa tubuh buah (basidiokarp), c) pangkal batang keropos, dan d) pohon mati.	21
3.4	Pengaruh kandungan C organik terhadap total mikrob	25
4.1	Persentase mikrob antagonis dan mikrob penghasil senyawa organik volatil pada berbagai tingkat insidensi penyakit.	32
6.1	Ilustrasi interaksi ko-evolusi antara tanaman dan mikrob tanah	52
6.2	Pengelolaan nutrisi tanaman dan aktivitas mikrob untuk memutus siklus penyakit busuk pangkal batang	55

@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 LAMPIRAN

1	Titik koordinat sampling pada lokasi sampling	65
2	Insidensi dan keparahan penyakit pada setiap plot pengamatan	65
3	Hasil pengujian unsur hara	66
4	Visualisasi skoring keparahan penyakit busuk pangkal batang	67
5	Insidensi dan keparahan penyakit pada setiap plot pengamatan	68
6	Uji <i>chi square</i> pengaruh kandungan C organik terhadap total mikroba	68
7	Isolat mikroba serta pengujian keamanan hayati dan potensi agens hayati.	69
8	Reaksi hipersensitivitas pada daun tembakau a) positif, terbentuk bercak nekrosis, dan b) negatif, tidak terbentuk bercak nekrosis (sehat)	70
9	Reaksi patogenisitas pada benih a) positif, nekrotik pada pangkal kecambah, dan b) negatif, berkecambah normal	70
10	Reaksi haemolisis a) positif, terbentuk zona bening, dan b) negatif, tidak terbentuk zona bening	70
11	Reaksi pelarut posfat a) positif, terbentuk zona bening, dan b) negatif, tidak terbentuk zona bening	71
12	Kelimpahan populasi total mikroba, bakteri, cendawan, pelarut posfat, dan penambat nitrogen	71
13	Hasil analisis ragam kelimpahan populasi total mikroba pada berbagai tingkat insidensi penyakit.	72
14	Hasil analisis ragam kelimpahan populasi total bakteri pada berbagai tingkat insidensi penyakit	72
15	Hasil analisis ragam kelimpahan populasi total cendawan pada berbagai tingkat insidensi penyakit	73
16	Hasil analisis ragam kelimpahan populasi mikroba pelarut posfat pada berbagai tingkat insidensi penyakit	73
17	Hasil analisis ragam kelimpahan populasi mikroba penambat nitrogen pada berbagai tingkat insidensi penyakit	74