

PERANAN KESEHATAN TANAH DAN PENEKANAN INOKULUM PATOGEN DALAM PENGELOLAAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG KELAPA SAWIT

DEDEN DEWANTARA ERIS



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@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 mengumunkan 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.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Peranan Kesehatan Tanah dan Penekanan Inokulum Patogen dalam Pengelolaan Penyakit Busuk Pangkal Batang 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, 15 Juni 2026

Deden Dewantara Eris
A3602211004

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



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

RINGKASAN

DEDEN DEWANTARA ERIS. Peranan Kesehatan Tanah dan Penekanan Inokulum Patogen dalam Pengelolaan Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. Dibimbing oleh WIDODO, ALI NURMANSYAH, SUWARDI dan DARMONO TANIWIRYONO.

Penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) yang disebabkan oleh cendawan *Ganoderma boninense* merupakan salah satu penyakit paling merusak pada pertanaman kelapa sawit. Kehilangan hasil akibat penyakit ini dilaporkan dapat mencapai 50–70%, sehingga menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan. Tingginya insidensi penyakit BPB diduga berkaitan erat dengan terganggunya keseimbangan segitiga penyakit tanaman, terutama akibat perubahan kesehatan tanah yang dipengaruhi oleh perubahan sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Perubahan tersebut meliputi penurunan kandungan dan keseimbangan unsur hara tanah. Selain itu, akumulasi biomassa sumber inokulum penyakit seiring bertambahnya generasi tanaman dan tekstur tanah serta penurunan fungsi komunitas biologi tanah turut memperparah kehilangan hasil akibat infeksi penyakit BPB. Ketersediaan biokontrol dan kompetitor substrat tumbuh (*food base*) *Ganoderma*, juga diduga memengaruhi perkembangan penyakit BPB di alam.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengkaji intensitas penyakit BPB pada berbagai generasi tanaman kelapa sawit di Sumatera Utara, (2) menganalisis peranan faktor kesehatan tanah meliputi sifat fisika, kimia, dan biologi tanah terhadap insidensi dan severitas penyakit, (3) mengevaluasi potensi agen hayati berupa bakteri penghasil senyawa organik volatil (SOV) dan senyawa organik terdifusi (SOT), serta (4) memperoleh calon makrofungi saprofitik yang mampu berperan sebagai kompetitor substrat tumbuh (*food base*) patogen penyakit BPB.

Penelitian ini dilaksanakan melalui empat subkegiatan utama yang saling terintegrasi. Subkegiatan pertama berupa survei lapangan penyakit BPB yang dilakukan di tujuh kebun perusahaan yang tersebar di tiga kabupaten di Sumatera Utara, yaitu Simalungun, Asahan, dan Serdang Bedagai. Survei insidensi dan severitas penyakit dilaksanakan di 36 blok di 7 perkebunan kelapa sawit. Subkegiatan kedua yakni analisis faktor kesehatan tanah yang meliputi aspek fisika, kimia, dan biologi tanah. Data diperoleh secara langsung (data primer; dilakukan pengambilan sampel dan dianalisis di laboratorium) dan secara tidak langsung (menggunakan data sekunder). Aspek fisika mencakup tekstur tanah, yakni komposisi pasir dan debu. Aspek kimia mencakup unsur hara tanah, termasuk pH, kandungan C-organik, N, P, K, Ca, Mg, Mn, Si, dan B, serta data unsur hara daun, termasuk N, P, K, Ca, dan Mg. Aspek biologi meliputi total bakteri, total cendawan, populasi bakteri pelarut P dan K, bakteri pereduksi Mn, dan cendawan lignolitik. Pemeriksaan pengaruh faktor kesehatan tanah tersebut dilakukan terhadap insidensi dan keparahan penyakit BPB yang dianalisis dengan regresi linier berganda. Subkegiatan ketiga difokuskan pada pengujian potensi bakteri *Serratia surfactantfaciens* sebagai biokontrol melalui produksi SOV dan SOT. Isolat *Serratia surfactantfaciens* (SK018, S085, S108, dan SK909) yang digunakan merupakan isolat koleksi Departemen Proteksi Tanaman. Pengujian dilakukan terhadap 17 isolat *Ganoderma* dari koleksi kelompok peneliti proteksi tanaman Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) dari berbagai kebun kelapa sawit di Jawa,



Sumatera dan Kalimantan. Pengujian yang dilakukan meliputi uji penghambatan pertumbuhan koloni patogen oleh SOV dan SOT bakteri *Serratia surfactantifaciens* secara *in vitro*, dan uji pengaruh SOV dan SOT bakteri terhadap perkembangan penyakit secara *in planta*. Pengujian *in vitro* dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan tiga ulangan, sedangkan pengujian *in planta* di rumah kaca menggunakan rancangan acak kelompok lengkap. Selanjutnya, subkegiatan keempat meliputi koleksi makrofungi yang dilakukan di beberapa kebun di Jawa, Sumatera, dan Papua. Proses seleksi dalam penelitian ini meliputi uji ligninolitik, uji reduksi biomasa, dan produksi enzim ligninolitik serta uji antagonis makrofungi terhadap *Ganoderma*.

Hasil survei menunjukkan bahwa seluruh kebun yang diamati mengalami serangan BPB dengan tingkat serangan yang bervariasi, mulai dari kategori netral hingga berat, di mana kategori serangan berat cenderung mendominasi. Kabupaten Simalungun menunjukkan insidensi dan severitas tertinggi, masing-masing sebesar 41,53% dan 30,94%. Pada generasi ke-3, berdasarkan pengamatan insidensi penyakit, pada blok-blok tanaman kelapa sawit yang diamati memiliki kategori serangan sedang dan berat. Pada pengamatan blok kelapa sawit generasi ke-3 ini, tidak ditemukan blok tanaman yang memiliki kategori serangan ringan dan sehat. Analisis sifat fisika tanah menunjukkan bahwa kandungan pasir berkorelasi dengan peningkatan insidensi dan severitas penyakit BPB, yang mengindikasikan peran tekstur tanah (pasir) dalam mendukung perkembangan patogen.

Analisis sifat kimia tanah menunjukkan bahwa kandungan C-organik serta unsur hara makro seperti N, P, K, Ca, dan Mg berkorelasi negatif dengan perkembangan penyakit. Penurunan kandungan hara, terutama kalium dan silikat, serta peningkatan kandungan mangan di tanah maupun penurunan kandungan kalium dan magnesium di jaringan daun, berhubungan erat dengan meningkatnya perkembangan penyakit BPB. Dari aspek biologi tanah, hasil analisis menunjukkan bahwa kerapatan mikroba tanah fungsional berkorelasi negatif dengan insidensi penyakit. Semakin tinggi populasi mikroba tanah, termasuk bakteri pelarut fosfat penyedia kalium, mikroba pendegradasi lignin, dan terutama bakteri pereduksi mangan, insidensi BPB cenderung semakin rendah.

Hasil pengujian *in vitro* *S. surfactantifaciens* terhadap 17 isolat *Ganoderma*, menunjukkan bahwa dua isolat bakteri terbaik, yaitu S108 dan SK909, memiliki kemampuan penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan *G. boninense*. Pada uji SOV, kedua isolat menunjukkan tingkat penghambatan rata-rata kumulatif masing-masing sebesar 85,15% dan 82,54%, sementara pada uji SOT masing-masing mencapai 90,80% dan 87,20%. Pengujian *in planta* menunjukkan konsistensi kedua isolat dalam menekan insidensi dan severitas penyakit BPB, sehingga berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati.

Pada subkegiatan seleksi makrofungi untuk kompetitor *Ganoderma*, sebanyak 64 isolat makrofungi berhasil dikoleksi dari berbagai bagian tanaman dan lingkungan kebun kelapa sawit. Selanjutnya, terpilih 14 isolat dengan kemampuan tumbuh yang baik dan aktivitas ligninolitik tinggi. Kemudian diseleksi lebih lanjut hingga diperoleh lima isolat makrofungi saprofit obligat. Di akhir pengujian, tiga spesies makrofungi terbaik berhasil terseleksi, yakni *Agaricus* sp., *Macrolepiota* sp., dan *Polyporus* sp.

Kata kunci : biokontrol, ketidakseimbangan nutrisi, patogen tular tanah, pengendalian penyakit, perkembangan penyakit

SUMMARY

DEDEN DEWANTARA ERIS. The Role of Soil Health and Pathogen Inoculum Suppression in the Management of Basal Stem Rot Disease in Oil Palm. Supervised by WIDODO, ALI NURMANSYAH, SUWARDI, and DARMONO TANIWIRYONO.

Basal stem rot (BSR), caused by the fungus *Ganoderma boninense*, is one of the most devastating diseases in oil palm plantations. Yield losses due to this disease can reportedly reach 50–70%, resulting in significant economic losses. The high incidence of BSR is thought to be closely related to the disruption of the plant disease triangle, primarily due to changes in soil health influenced by changes in physical, chemical, and biological properties. These changes include a decrease in soil nutrient content and balance. Furthermore, the accumulation of disease inoculant biomass with increasing plant generations and soil texture, as well as a decline in the function of soil biological communities, exacerbates the loss of yield due to infection of BSR. The availability of biocontrol agents and competitors for the *Ganoderma* food base are also thought to influence the development of BSR in nature.

This research aims to (1) examine the intensity of BSR disease in various generations of oil palm plants in North Sumatra, (2) analyze the role of soil health factors, including physical, chemical, and biological properties, on the incidence and severity of the disease, (3) evaluate the potential of biological agents in the form of volatile organic compound (VOC) and diffusible organic compound (DOC) producing bacteria, and (4) identify potential saprophytic macrofungi capable of competing with the food base of the BSR pathogen.

This research was conducted through four main, integrated sub-activities. The first sub-activity was a field survey of BSR disease, conducted in seven company plantations across three regencies in North Sumatra: Simalungun, Asahan, and Serdang Bedagai. The survey of disease incidence and severity was conducted in 36 blocks across seven oil palm plantations. The second sub-activity analyzed soil health factors, covering physical, chemical, and biological aspects of the soil. Data were obtained directly (primary data; sampling was conducted and analyzed in the laboratory) and indirectly (using secondary data). Physical aspects include soil texture, namely the composition of sand and silt. Chemical aspects include soil nutrients, including pH, C-organic content, N, P, K, Ca, Mg, Mn, Si, and B, as well as leaf nutrient data, including N, P, K, Ca, and Mg. Biological aspects include total bacteria, total fungi, populations of P and K-solubilizing bacteria, Mn-reducing bacteria, and lignolytic fungi. The examination of the influence of these soil health factors was carried out on the occurrence and severity of BSR disease which was analyzed using multiple linear regression. The third sub-activity focused on testing the potential of *Serratia surfactantfaciens* bacteria as a biocontrol through the production of VOC and DOC. The *Serratia surfactantfaciens* isolates (SK018, S085, S108, and SK909) were collection of the Department of Plant Protection. Testing was conducted on 17 *Ganoderma* isolates from the collection of the plant protection research group of the Oil Palm Research Institute (IOPRI) from various oil palm plantations in Java, Sumatra, and Kalimantan. The tests conducted included *in vitro* inhibition of pathogen colony growth by VOC and DOC of *Serratia surfactantfaciens* bacteria, and *in planta* testing of the effect of VOC and

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.



DOC of bacteria on disease development. *In vitro* testing was conducted using a completely randomized factorial design with three replications, while *in planta* testing in the greenhouse used a completely randomized block design. Furthermore, the fourth sub-activity included macrofungal collection conducted in several fields in Java, Sumatra, and Papua. The selection process in this study included ligninolytic tests, biomass reduction tests, and ligninolytic enzyme production tests, as well as macrofungal antagonist tests against *Ganoderma*.

The survey results showed that all observed plantations experienced BSR infestation with varying degrees of infestation, ranging from neutral to severe, with severe infestation tending to dominate. Simalungun Regency showed the highest incidence and severity, at 41.53% and 30.94%, respectively. In the third generation, based on disease incidence observations, the oil palm blocks observed were categorized as having moderate and severe infestations. In this third generation of oil palm blocks, no blocks were found with mild or healthy infestations. Analysis of soil physical properties showed that sand content correlated with increased incidence and severity of BSR disease, indicating the role of soil texture (sand) in supporting pathogen development.

Analysis of soil chemical properties showed that organic carbon content and macronutrients such as N, P, K, Ca, and Mg were negatively correlated with disease development. Decreased nutrient content, particularly potassium and silicate, as well as increased manganese content in the soil and decreased potassium and magnesium content in leaf tissue, were closely associated with increased BSR disease development. From a soil biology perspective, the analysis results indicated that functional soil microbial density negatively correlated with disease incidence. The higher the soil microbial population, including potassium-suppressing phosphate-solubilizing bacteria, lignin-degrading bacteria, and especially manganese-reducing bacteria, the lower the incidence of BSR.

Results of *in vitro* testing of *S. surfactantfaciens* against 17 *Ganoderma* isolates showed that the two best bacterial isolates, S108 and SK909, had the highest inhibitory capacity against *G. boninense* growth. In the VOC test, both isolates showed average cumulative inhibition levels of 85.15% and 82.54%, respectively, while in the DOC test, they reached 90.80% and 87.20%, respectively. *In planta* testing demonstrated the consistency of both isolates in suppressing the incidence and severity of BSR, thus demonstrating their potential for development as biological control agents.

In the sub-activity of macrofungal selection for *Ganoderma* competitors, 64 macrofungal isolates were collected from various plant parts and oil palm plantation environments. Furthermore, 14 isolates with good growth ability and high ligninolytic activity were selected. Then, further selection was carried out to obtain five isolates of obligate saprophytic macrofungi. At the end of the test, the three best macrofungal species were successfully selected: *Agaricus* sp., *Macrolepiota* sp., and *Polyporus* sp.

Keywords: biocontrol, disease control, disease development, nutritional imbalance, soilborne pathogens



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2026

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 milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

PERANAN KESEHATAN TANAH DAN PENEKANAN INOKULUM PATOGEN DALAM PENGELOLAAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG KELAPA SAWIT

DEDEN DEWANTARA ERIS

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

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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. Ir. Giyanto, M.Si
- 2 Prof. Dr. Ir. Hariyadi, M.S

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Hariyadi, M.S
- 2 Dr. Riza Arief Putranto, DEA



Judul Disertasi : Peranan Kesehatan Tanah dan Penekanan Inokulum Patogen dalam Pengelolaan Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit
Nama : Deden Dewantara Eris
NIM : A3602211004

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Widodo, M.S.



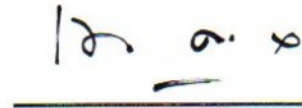
Pembimbing 2:
Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si.



Pembimbing 3:
Prof. Dr. Ir Suwardi, M.Agr.



Pembimbing 4 :
Dr. Ir. Darmono Taniwiryono, 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: 23 April 2026

Tanggal Lulus: 26 JUN 2026



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Alloh subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya, sehingga disertasi dengan judul “Peranan Kesehatan Tanah dan Penekanan Inokulum Patogen dalam Pengelolaan Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit” berhasil diselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Widodo, M.S., Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si., Prof. Dr. Ir. Suwardi, M. Agr., dan Dr. Ir. Darmono Taniwiryono, M.Sc. yang telah membimbing, memberi saran, arahan dan motivasi sehingga disertasi ini dapat diselesaikan Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar Prof. Dr. Ir. Ulfah Juniarti, M.Agr.

Terimakasih juga disampaikan kepada penguji luar komisi pembimbing Dr. Ir. Giyanto, M.Si., Prof. Dr. Ir. Hariyadi, M.S., Prof. Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, M.Si. (Kepala Prodi S3 Fitopatologi), dan Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono M.Sc.Agr. (Dekan Fakultas Pertanian, IPB).

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Winarna, M.P. (Kepala Pusat Penelitian Kelapa Sawit PPKS), Dr. Riza Arif Putranto, DEA, Wakil Kepala PPKS, Dr. Sri Wening, M.Sc. (Kepala Divisi Operasional Riset PT RPN), Dr. Hernawan Yuli Rahmadi M.Sc. (Kepala Bagian Penelitian), Dr. Ir. Agus Susanto, M.P. (Kepala PPKS Unit Bogor), dan Mahardika Gama Pradana, SP., M.Si. (Kepala Kelompok Penelitian Proteksi Tanaman) atas dukungan dan fasilitasnya selama pelaksanaan proses penelitian. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada staf pelayanan mahasiswa pascasarjana Departemen Proteksi Tanaman, Ibu Euis Salsiah, dan staf pelayanan pascasarjana Fakultas Pertanian, Ibu Ana Supriyatin, yang telah sangat membantu proses administrasi penulis selama menempuh studi. Semoga Allah SWT membalas kebaikan Bapak/Ibu semuanya. Penghargaan penulis sampaikan pula kepada PT Riset Perkebunan Nusantara, Pusat Penelitian Kelapa Sawit yang telah memberikan beasiswa pendidikan, sehingga penulis dapat melanjutkan Pendidikan di Program Doktor IPB. Tidak lupa terima kasih untuk seluruh dukungan Tim Kopyor Bogor PPKS UB, atas semangat dan bantuannya kepada penulis.

Ungkapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ayah Drs. Enjang Wirahmana dan Ibu Tati Cahyatiningsih, SPd., Ibu mertua Nursiah, Istriku Risa Rosita, S.Si, M.Si dan Anaku Kirei Adiva Adwa, serta seluruh keluarga besar atas dukungan, perhatian, kasih sayang dan doanya. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Disertasi ini belum sempurna dan tidak luput dari berbagai kekurangan. Namun, Penulis berharap Disertasi ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan di bidang Fitopatologi.

Bogor, Juni 2026

Deden Dewantara Eris



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.6 Kebaruan	6
1.7 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penyakit Busuk Pangkal Batang <i>Ganoderma</i>	9
2.2 Faktor Kesehatan Tanah terhadap Insidensi Penyakit	10
2.3 Agens Biokontrol Penghasil Senyawa Organik Volatil (SOV) dan Senyawa Organik Terdifusi (SOT)	13
2.4 Makrofungi Saprofit Obligat	14
III. INTENSITAS PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG (BPB) PADA BERBAGAI GENERASI KELAPA SAWIT DI SUMATERA UTARA	16
3.1 Abstrak	16
3.2 Abstract	16
3.3 Pendahuluan	17
3.4 Metode Penelitian	18
3.5 Hasil	20
3.6 Pembahasan	23
3.7 Simpulan	24
IV. PERANAN TEKSTUR TANAH, UNSUR HARA, DAN KELIMPAHAN MIKROBA FUNGSIONAL TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG	25
4.1 Abstrak	25
4.2 Abstract	25
4.3 Pendahuluan	26
4.4 Metode	27
4.5 Hasil	34
4.6 Pembahasan	50
4.7 Simpulan	54
V. PENEKANAN PERKEMBANGAN PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG OLEH BAKTERI <i>Serratia surfactantfaciens</i>	55
5.1 Abstrak	55
5.2 Abstract	55
5.3 Pendahuluan	56
5.4 Metode	57
5.5 Hasil	63



5.6 Pembahasan	77
5.7 Simpulan	79
VI. SELEKSI MAKROFUNGI BASIDIOMYCOTA SEBAGAI PELAPUK BATANG KELAPA SAWIT KOMPETITOR <i>GANODERMA</i>	80
6.1 Abstrak	80
6.2 Abstract	80
6.3 Pendahuluan	81
6.4 Metode	82
6.5 Hasil	84
6.6 Pembahasan	94
6.7 Simpulan	98
VII. PEMBAHASAN UMUM	99
7.1 <i>Ganoderma</i> Sebagai Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit	99
7.2 Kesehatan tanah dan kaitannya dengan penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit	101
7.3 Interaksi Piramida Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit	104
7.4 Solusi Penanggulangan <i>Ganoderma</i> dengan Konsep Pengembalian Nutrisi	111
7.5 Pupuk organik TKKS, upaya pengelolaan penyakit BPB dan usaha pengembalian kesehatan tanaman	113
7.6 Skema Pengelolaan Pengembalian TKKS dalam Bentuk Pupuk Organik Granul	115
VIII. SIMPULAN UMUM DAN SARAN	117
8.1 Simpulan Umum	117
8.2 Saran	118
DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN	132
RIWAYAT HIDUP	179

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.

DAFTAR TABEL

1	Kebun kelapa sawit di Sumatera Utara yang menjadi objek pengamatan dalam penelitian	19
2	Skoring severitas penyakit BPB pada tanaman di lapangan	20
3	Pengelompokan kelas tekstur tanah sampel blok Pengamatan 7 kebun kelapa sawit di Sumatera Utara	34
4	Koefisien model regresi tekstur tanah terhadap insidensi penyakit berdasarkan “data langsung/data primer”	36
5	Koefisien model regresi tekstur tanah terhadap severitas penyakit berdasarkan “data langsung/data primer”	37
6	Koefisien model regresi tekstur tanah terhadap insidensi penyakit berdasarkan “data sekunder”	37
7	Koefisien model regresi hara tanah terhadap insidensi penyakit berdasarkan “data sekunder”.	39
8	Koefisien model regresi hara tanah terhadap insidensi penyakit berdasarkan data primer.	41
9	Koefisien model regresi hara tanah terhadap severitas penyakit berdasarkan data primer.	42
10	Koefisien model regresi hara daun/jaringan terhadap insidensi penyakit berdasarkan data sekunder.	44
11	Koefisien model regresi kelimpahan mikroba terhadap insidensi penyakit berdasarkan data langsung (data primer).	45
12	Koefisien model regresi kelimpahan mikroba terhadap severitas penyakit berdasarkan data langsung/data primer.	49
13	Skoring severitas penyakit berdasarkan gejala pembusukan secara internal	62
14	Hasil Blast isolat-isolat <i>Ganoderma</i> yang digunakan dalam penelitian	67
15	Penghambatan <i>Ganoderma boninense</i> oleh 4 isolat bakteri <i>S. surfactantfaciens</i> pada pengujian SOV	68
16	Penghambatan <i>Ganoderma boninense</i> oleh 4 isolat isolat bakteri <i>Serratia surfactantfaciens</i> pada pengujian SOT	70
17	Kemampuan penghambatan bakteri <i>Serratia surfactantfaciens</i> terhadap kolonisasi <i>Ganoderma</i> pada substrat kelapa sawit	73
18	Perkembangan insidensi penyakit pada pengamatan <i>in planta</i> pada bibit kelapa sawit pada pengamatan bulan ke-6 setelah inokulasi.	74
19	Nilai area di bawah kurva perkembangan penyakit pada perlakuan SOV insidensi penyakit dan severitas penyakit pada pengujian <i>in planta</i> bibit kelapa sawit	76
20	Nilai area di bawah kurva perkembangan penyakit pada perlakuan SOT insidensi penyakit, dan severitas penyakit pada pengujian <i>in planta</i> bibit kelapa sawit.	77
21	Lokasi pengambilan sampel makrofungi yang hidup dan berkembang pada tanaman kelapa sawit	86
22	Pengelompokkan makrofungi yang berhasil ditemukan di kebun perusahaan	89



23

Komposisi genus makrofungi serta kontribusi masing-masing genus terhadap indeks keanekaragaman Shannon (H') pada ekosistem perkebunan kelapa sawit 90

24

Aktivitas lignolitik pada isolat-isolat makrofungi saprofitik terpilih 92

25

Hasil uji reduksi biomassa kayu kelapa sawit dan produksi enzim ligninolitik makrofungi saprofitik terpilih 93

26

Perbandingan nutrisi hara yang hilang dan kembali terhadap kebutuhan total pada tanaman kelapa sawit usia 14 tahun 113

27

Perkiraan kebutuhan hara tahunan kelapa sawit TM 113

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

DAFTAR GAMBAR

1	Alur penelitian dengan 4 tahapan utama.	1
2	Penentuan subplot di blok kebun kelapa sawit secara sistematis (a) dan sebaran titik-titik tanaman yang diamati dalam subplot (+) dan titik pengambilan sampel tanah (diberi lingkaran) (b)	19
3	Lokasi titik-titik pengambilan sampel di 7 kebun kelapa sawit pada 3 kabupaten di Provinsi Sumatera Utara	21
4	Rata-rata insidensi dan severitas penyakit BPB dari 7 kebun kelapa sawit di 3 kabupaten di Sumatera Utara	21
5	Rata-rata insidensi dan severitas penyakit BPB berdasarkan kategori kesehatan tanaman	22
6	Dominasi kategori insidensi penyakit berdasarkan generasi tanaman	22
7	Tekstur tanah terhadap perkembangan penyakit BPB berdasarkan data sekunder (a) dan data primer (b dan c).	35
8	Pengelompokan kategori hara tanah berdasarkan kumulatif blok-blok pengamatan “data sekunder”.	38
9	Pengelompokan kategori hara tanah berdasarkan kumulatif blok-blok pengamatan langsung/data primer.	40
10	Pengelompokan kategori hara daun (hara jaringan) berdasarkan data “sekunder”	43
11	Hasil pengujian kelimpahan mikroorganisme tanah	45
12	Ilustrasi uji tanding bakteri penghasil SOV terhadap cendawan <i>Ganoderma</i> menggunakan metode cawan tangkup	60
13	Ilustrasi uji penghambatan senyawa organik terdifusi terhadap <i>Ganoderma</i> pada media agar. Inokulum <i>Ganoderma boninense</i> (a) dan inokulum bakteri <i>Serratia surfactantfaciens</i> (b).	60
14	Pengujian pengaruh SOV (kiri) dan SOT (kanan) terhadap perkembangan penyakit pada bibit kelapa sawit.	62
15	Lokasi pengambilan sampel tubuh buah <i>Ganoderma</i> tersebar di kebun perusahaan di Sumatera, Jawa dan Kalimantan dengan total 17 lokasi	63
16	Keragaan isolat <i>Ganoderma</i> pada media PDA yang dikoleksi dari 17 kebun di Sumatera Utara, Kalimantan Barat dan Jawa Barat	64
17	Keragaan isolat <i>Ganoderma</i> pada media ligninolitik yang dikoleksi dari 17 kebun di Sumatera Utara, Kalimantan Barat dan Jawa Barat	65
18	Hasil amplifikasi DNA <i>Ganoderma</i> menggunakan Primer ITS1/ITS 4 menghasilkan pita DNA berukuran 650 bp	66
19	Empat isolat bakteri penghasil senyawa organik volatil (SOV) antara lain isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> SK018 (a), S085 (b), S108 (c) dan SK909 (d).	68
20	Perubahan miselium <i>Ganoderma boninense</i> akibat senyawa organik volatil (SOV) yang diproduksi oleh bakteri <i>Serratia surfactantfaciens</i>	71
21	Perubahan miselium <i>Ganoderma boninense</i> akibat senyawa organik terdifusi (SOT) yang diproduksi oleh bakteri <i>Serratia surfactantfaciens</i>	71
22	Pengujian kemampuan <i>Serratia surfactantfaciens</i> yang diaplikasikan secara langsung pada substrat kelapa sawit dalam menghambat kolonisasi <i>Ganoderma boninense</i> sebagai berikut Kontrol (a), <i>Serratia</i>	

	<i>surfactantfaciens</i> isolat S085 (b), isolat SK018 (c), isolat SK909 (d) dan isolat S108 (e).	72
23	Tanaman pengujian bakteri <i>S. surfactantfaciens</i> dengan metode SOT (kiri) dan SOV (kanan) terdapat ruang udara (tanda panah merah) sebagai ruang produksi senyawa volatil yang berdifusi menuju inokulum <i>Ganoderma boninense</i> dan perakaran tanaman di atasnya.	74
24	Kurva perkembangan penyakit pada perlakuan SOV insidensi penyakit (atas) dan Severitas Penyakit (bawah) pada bibit kelapa sawit	75
25	Kurva perkembangan penyakit pada perlakuan SOT insidensi penyakit (atas) dan severitas penyakit (bawah) pada bibit kelapa sawit.	76
26	Lokasi-lokasi survei dan pengambilan sampel makrofungi dari perkebunan kelapa sawit di Kebun Berkat Citra Abadi Merauke (a), Cimulang Bogor (b), Sei Dadap Asahan (a), Ophir Pasaman Barat (b), Pabatu Serdang Bedagai (c), Balimbingan (d), dan Tinjowan (e) di Simalungun.	85
27	Makrofungi yang ditemukan di lokasi-lokasi kebun kelapa sawit	87
28	Makrofungi yang ditemukan di lokasi-lokasi kebun kelapa sawit (lanjutan)	88
29	Uji antagonis antara <i>Agaricus</i> vs <i>Ganoderma</i> (a); <i>Macrolepiota</i> vs <i>Ganoderma</i> (b); <i>Polyporus</i> vs <i>Ganoderma</i> (c); <i>Coprinellus</i> vs <i>Ganoderma</i> (d), dan <i>Oudemansiella</i> vs <i>Ganoderma</i> (e) setelah inkubasi 14 hari.	94
30	Penciri khas isolat cendawan berupa basidiospora (perbesaran 400x), tekstur di bawah tudung (lamela), dan basidium (perbesaran 400x) pada <i>Agaricus</i> sp. (a-c), <i>Macrolepiota</i> sp. (d-f), <i>Coprinellus</i> sp. (g-i), dan <i>Polyporus</i> sp. (j-l).	97
31	Skema distribusi pupuk organik TKKS dengan bantuan para <i>stakeholder</i> terkait	116

DAFTAR LAMPIRAN

1	Distribusi insidensi dan severitas penyakit busuk pangkal batang pada 36 blok pengamatan langsung (data primer) di 7 kebun kelapa sawit	133
2	Kandungan pasir, debu dan liat dari berbagai blok kebun dan pengaruhnya terhadap insidensi penyakit (data sekunder)	134
3	Kandungan pasir, debu dan liat dari berbagai blok kebun dan pengaruhnya terhadap insidensi dan severitas penyakit (data primer)	135
4	Kandungan unsur-unsur hara tanah pada 42 blok kebun (data sekunder)	136
5	Kandungan unsur-unsur hara tanah pada 36 blok kebun (data diperoleh melalui analisis di laboratorium (data primer))	137
6	Kandungan unsur-unsur hara daun dan pengaruhnya terhadap insidensi penyakit busuk pangkal batang (BPB) di 34 blok kebun kelapa sawit (data dari perusahaan (data sekunder))	138
7	Hasil pengolahan data peranan komposisi pasir dan debu terhadap insidensi dan severitas penyakit (menggunakan data primer)	139
8	Hasil pengolahan data peranan komposisi pasir dan debu terhadap insidensi penyakit (menggunakan data sekunder)	143
9	Hasil pengolahan kandungan hara tanah terhadap insidensi penyakit BPB berdasarkan data sekunder	145
10	Hasil pengolahan kandungan hara tanah terhadap insidensi penyakit BPB berdasarkan data primer	148
11	Hasil pengolahan kandungan hara daun terhadap insidensi penyakit BPB	154
12	Hasil pengolahan data kelimpahan mikroorganisme tanah terhadap insidensi berdasarkan data primer	156
13	Hasil pengolahan data kelimpahan mikroorganisme tanah terhadap severitas penyakit berdasarkan data primer	159
14	Pengaruh SOV Isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> SK018 terhadap 17 isolat <i>Ganoderma boninense</i>	162
15	Pengaruh SOV isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> S085 terhadap 17 isolat <i>Ganoderma boninense</i>	163
16	Pengaruh SOV isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> S108 terhadap 17 isolat <i>Ganoderma boninense</i>	164
17	Pengaruh SOV isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> SK909 terhadap 17 isolat <i>Ganoderma boninense</i>	165
18	Pengaruh SOT isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> SK018 terhadap 17 isolat <i>Ganoderma boninense</i>	166
19	Pengaruh SOT isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> S085 terhadap 17 isolat <i>Ganoderma boninense</i>	167
20	Pengaruh SOT isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> S108 terhadap 17 isolat <i>Ganoderma boninense</i>	168
21	Pengujian pengaruh SOT isolat <i>Serratia surfactantfaciens</i> SK909 terhadap 17 isolat <i>Ganoderma boninense</i>	169
22	Pengaruh SOV <i>Serratia surfactantfaciens</i> SK018 terhadap pertumbuhan miselium berbagai isolat <i>Ganoderma boninense</i>	170
23	Pengaruh SOV <i>Serratia surfactantfaciens</i> S085 terhadap pertumbuhan miselium berbagai isolat <i>Ganoderma boninense</i>	171

24	Pengaruh SOV <i>Serratia surfactantfaciens</i> S108 terhadap pertumbuhan miselium berbagai isolat <i>Ganoderma boninense</i>	172
25	Pengaruh SOV <i>Serratia surfactantfaciens</i> SK909 terhadap pertumbuhan miselium berbagai isolat <i>Ganoderma boninense</i>	173
26	Pengaruh SOT <i>Serratia surfactantfaciens</i> SK909 dan S108 terhadap pertumbuhan miselium berbagai isolat <i>Ganoderma boninense</i>	174
27	Pengaruh SOT <i>Serratia surfactantfaciens</i> S085 dan SK018 terhadap pertumbuhan miselium berbagai isolat <i>Ganoderma boninense</i>	175
28	Skoring kebusukan jaringan tanaman yang diakibatkan serangan <i>Ganoderma boninense</i> selama pengujian di rumah kaca	176
29	Skoring pengamatan akhir setelah pengujian pengaruh SOV dan SOT <i>Serratia surfactantfaciens</i> terhadap <i>Ganoderma boninense</i> di rumah kaca	177
30	Pertumbuhan 14 makrofungi terseleksi dari lingkungan kebun kelapa sawit pada media PDA setelah 14 hari	178
31	Pertumbuhan 14 makrofungi terseleksi dari lingkungan kebun kelapa sawit pada media ligninolitik mengandung asam tanat 0,2% pada 7 hari setelah inokulasi	179

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.