

**POTENSI ISOLAT BAKTERI ASAL GAMBUT SEBAGAI
AGENS PENGENDALI NEMATODA PURU AKAR**
Meloidogyne incognita

ELVINA EFENDI



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “**Potensi Isolat Bakteri Asal Gambut sebagai Agens Pengendali Nematoda Puru Akar *Meloidogyne incognita***” 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 tesis ini.

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

Bogor, Juli 2021

Elvina Efendi
A352170011



@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.

Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

ELVINA EFENDI. Potensi Isolat Bakteri Asal Gambut sebagai Agens Pengendali Nematoda Puru Akar *Meloidogyne incognita*. Dibimbing oleh **SUPRAMANA** dan **GIYANTO**.

Lahan gambut Indonesia memiliki luas mencapai 14,9 juta hektar dan 35% diantaranya berada di Sumatera. Tanah gambut terbentuk dari adanya akumulasi bahan organik pada kondisi jenuh air dan atau kondisi anaerob. Tanah gambut memiliki kandungan bahan organik tinggi, derajat keasaman rendah, dan kandungan oksigen terlarut rendah yang menyebabkan laju dekomposisi pada lahan gambut menjadi lambat. Namun demikian, lahan gambut merupakan habitat dari berbagai jenis mikroba yang berperan penting dalam ekosistem, salah satunya adalah mikroba dari jenis bakteri.

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang paling beragam dalam aspek fisiologi terutama terkait keragamannya pada berbagai tipe habitat. Keberadaan mikroba fungsional pada lahan gambut merupakan aspek penting yang perlu dilestarikan. Adanya konsep konservasi pada lahan gambut perlu memerhatikan peran bakteri. Bakteri pada lahan gambut mampu memanfaatkan bahan organik dalam aliran energi dan siklus unsur hara. Salah satu pemanfaatan bakteri gambut adalah dengan memanfaatkan kemampuannya dalam bidang pertanian seperti kemampuannya sebagai agens pengendali hayati penyakit tanaman.

Salah satu parasit dari kelompok nematoda yang merupakan parasit penting pada tanaman budidaya dan memiliki kisaran inang yang luas yaitu nematoda puru akar (NPA). NPA merupakan sebutan lain untuk spesies nematoda *Meloidogyne* spp.. NPA tersebar luas di seluruh dunia dan menyebabkan kehilangan hasil baik di daerah tropis maupun subtropis. Kehilangan hasil yang disebabkan oleh nematoda ini dapat mencapai 5–20%.

Potensi bakteri asal gambut sebagai agens pengendali nematoda belum banyak diteliti sehingga perlu dilakukan. Bakteri pada lahan gambut mampu memanfaatkan bahan organik dalam aliran energi dan siklus unsur hara. Adanya sifat dan karakter fisiologi khusus yang dimiliki oleh bakteri asal gambut dapat dimanfaatkan dalam bidang perlindungan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi isolat bakteri asal gambut baik secara *in vitro* maupun *in planta* sebagai agens pengendalian *M. incognita*. Di samping itu, isolat bakteri yang potensial diidentifikasi secara molekuler dengan teknik PCR.

Pengujian *in vitro* terhadap 50 individu juvenil (J2) *M. incognita* menggunakan 4,5 ml filtrat bakteri dilakukan pada suhu 27 °C. Pengamatan dilakukan terhadap persentase mortalitas nematoda pada 6, 12, 24 jam setelah perlakuan, dan 12 jam setelah pembilasan. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 17 perlakuan dan 3 ulangan. Pengujian terhadap isolat bakteri meliputi: uji Gram dengan larutan KOH 3%, produksi senyawa HCN dengan *cyanide detection solution* (CDS), dan aktivitas kitinolitik pada media koloidal kitin. Isolat bakteri dengan aktivitas kitinolitik tertinggi kemudian diidentifikasi secara molekuler dengan teknik PCR untuk target 16S rRNA menggunakan primer *forward* 27 F dan primer *reverse* 1492 R dilanjutkan dengan perunutan DNA.



Sebanyak 15 isolat bakteri asal gambut berhasil ditumbuhkan pada media *Agar*, 11 isolat bakteri merupakan bakteri Gram positif dan 4 isolat lainnya Gram negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 9 isolat bakteri yaitu: GA2 GAA1, GT1 GTA7, GT1 GTB3, GT1 GTB4, GT1 GTB6, GT1 GTB7, GT1 GTC2, GT1 GTC4, and STDHC4 memiliki kemampuan nematisidal *in vitro* dengan mortalitas mencapai 83–94% serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara *in planta* hingga 32,23%. Isolat bakteri GT1 GTB4, GT1 GTB7, dan GT1 GTC2 memiliki kemampuan menghasilkan enzim kitinase dengan indeks lisis > 1 dan memiliki persentase keefektifan dalam menekan nematoda secara *in planta* sebesar 51,18–62,99%. Isolat bakteri GT1 GTB4 dan GT1 GTB7 memiliki homologi 99% dengan *Serratia marcescens* asal Cina, dan GT1 GTC2 memiliki homologi 99% dengan *Streptomyces* sp. AT67 asal Korea Selatan. Keseluruhan isolat bakteri yang diuji tidak menghasilkan senyawa HCN.

Kata kunci: indeks lisis, kitinase, mortalitas.

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.

SUMMARY

ELVINA EFENDI. Potential of Bacterial Isolates from Peatlands as Controlling Agent for the Root Knot Nematodes *Meloidogyne incognita*. Supervised by **SUPRAMANA** and **GIYANTO**.

Indonesia's peatlands have 14,9 million hectares, and 35% of them are in Sumatra. Peat soil is formed from the accumulation of organic matter under water-saturated conditions and anaerobic conditions. Peat soil has high organic matter content, low acidity, and low dissolved oxygen content which causes the decomposition rate of peatlands to be slow. However, peatland is a habitat for various types of microbes that play an essential role in the ecosystem, one of which is microbes from bacteria.

Bacteria are the most diverse group of microorganisms in physiological aspects, especially in their various habitats. The existence of functional microbes on peatlands is a crucial aspect that needs to be preserved. The existence of the concept of conservation on peatlands needs to pay attention to the role of bacteria. Bacteria in peatlands can utilize organic matter in energy flow and nutrient cycles. One of the uses of peat bacteria is to utilize their capabilities in agriculture, such as their ability to act as biological control agents for plant diseases.

One of the parasites of the nematode group, an important parasite on cultivated plants and has a wide host range, is the root-knot nematode (NPA). NPA is another name for the nematode species *Meloidogyne* spp. NPA is widespread throughout the world and causes yield losses in both tropical and subtropical areas. Yield losses caused by these nematodes can reach 5–20%.

The potential of bacteria from peat as nematode control agents has not been widely studied, so it needs to be done. Bacteria in peatlands can utilize organic matter in energy flow and nutrient cycles. The unique physiological characteristics and characteristics possessed by bacteria from peat can be utilized in plant protection. This study aims to evaluate the potential of bacterial isolates from peat both *in vitro* and *in planta* as a control agent for *M. incognita*. In addition, potential bacterial isolates were identified molecularly by PCR technique.

In vitro testing of 50 juveniles (J2) of *M. incognita* using 4,5 ml of bacterial filtrate was carried out at 27 °C. The percentage of nematode mortality was observed at 6, 12, 24 hours after treatment, and 12 hours after rinsing. The experiment used a *completely randomized design* (CRD) with three replications with 17 treatments and 3 replications. Tests on bacterial isolates include: The Gram test was carried out using a 3% KOH solution, the test for the production of HCN compounds was carried out using a *cyanide detection solution* (CDS), growing bacterial isolates carried out the chitinolytic activity test on colloidal chitin media. Bacterial isolates with the highest chitinolytic activity were then identified molecularly by PCR technique for the 16S rRNA target using a *forward* primer 27 F and a *reverse* primer 1492 R followed by DNA sequencing.

A total of 15 bacterial isolates from peat were successfully grown on agar media, 11 bacterial isolates were Gram positive bacteria, and the other four isolates were Gram negative. The results showed nine bacterial isolates: GA2 GAA1, GT1 GTA7, GT1 GTB3, GT1 GTB4, GT1 GTB6, GT1 GTB7, GT1 GTC2, GT1 GTC4, and STDHC4, had the *in vitro* nematicidal ability with

mortality reaching 83–94%. Bacterial isolates GT1 GTB4, GT1 GTB7, and GT1 GTC2 had the ability to produce chitinase enzymes with lysis index > 1 and had a percentage of effectiveness in suppressing nematodes by *in planta* method from 51,18–62,99%. Bacterial isolates GT1 GTB4 and GT1 GTB7 had 99% homology with *Serratia marcescens* from China, and GT1 GTC2 had 99% homology with *Streptomyces* sp. AT67 from South Korea. None of these isolates produced HCN compounds.

Key words: lysis index, chitinase, nematode mortality.



@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

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



@Hak cipta milik IPB University

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.

Perpustakaan IPB University

**POTENSI ISOLAT BAKTERI ASAL GAMBUT SEBAGAI
AGENS PENGENDALI NEMATODA PURU AKAR**
Meloidogyne incognita

ELVINA EFENDI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Fitopatologi

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**



@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 pada Ujian Tesis: Dr. Ir. Abdul Munif, M.Sc.Agr.

- 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 Tesis : Potensi Isolat Bakteri Asal Gambut sebagai Agens Pengendali
Nematoda Puru Akar *Meloidogyne incognita*

Nama : Elvina Efendi

NIM : A352170011

Disetujui oleh

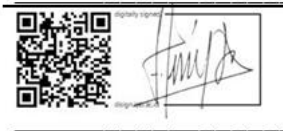
Pembimbing 1:

Dr. Ir. Supramana, M.Si.



Pembimbing 2:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.

NIP 196707091993031002

Dekan Sekolah Pascasarjana IPB :

Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng.

NIP 196004191985031002



Tanggal Ujian: Senin, 26 Juli 2021

Tanggal Lulus: 28 JUL 2021



@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.

Perpustakaan IPB University



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2020 sampai bulan Juli 2021 ini ialah Pengendalian Hayati, dengan judul “Potensi Isolat Bakteri Asal Gambut sebagai Agens Pengendali Nematoda Puru Akar *Meloidogyne incognita*”, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, Laboratorium Nematologi Tumbuhan, dan Rumah Kaca Cikabayan IPB Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Ir. Supramana, M.Si. dan Dr. Ir. Giyanto, M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi arahan dan bimbingan selama pelaksanaan tugas akhir. Serta Dr. Ir. Abdul Munif, M.Sc.Agr. selaku penguji luar komisi dan Dr. Ir. Tri Asmira Damayanti, M.Agr. selaku perwakilan Kaprodi yang telah menyediakan waktu dan telah memberikan masukan yang bermanfaat bagi tesis dan penulis.
2. Bapak (Adam wahid Efendi), Mamah (Sopiah (Rahimahullah)), Mbah (Nurdjainah “Eng”), Umi (Ida Farida), Suami (Tian Yusfani, SP.), Adik-adik dan segenap keluarga besar yang telah mendoakan dan memberi dukungan selama masa perkuliahan sampai penulisan karya ilmiah ini.
3. Fitrianungrum Kurniawati, SP. M.Si. selaku Dosen yang selalu memberikan arahan terkait jalannya penelitian di Laboratorium, para sahabat seperjuangan (Widi Amaria, SP. M.Si., Miftakhurrohmah, SP. M.Si., Prayogo Probo Asmoro, S.P. M.Si., Muhammad Evan Nurrahmawan, SP. M.Si., Devina Cinantya Aninditya, SP. M. Si., Fauzi Anwar Arifin, SP., Ahmad Firdaus, SP., Siti Zulaikha, SP., Redho Saputra, SP., dan Warja Surya Atmaja, SP.) atas saran dan masukan selama penulis bekerja di Laboratorium dan di Rumah Kaca.
4. Pak Bagus selaku koordinator Rumah Kaca Cikabayan IPB, Pak Topik selaku pegawai di lingkungan Departemen Proteksi Tanaman, Tim panen AELEFA (Mbah Abdul (AGH 51) dkk.) atas bantuannya selama penulis bekerja di Laboratorium maupun di Rumah Kaca Cikabayan IPB.
5. Ibu Bonny (Hj. Susi Erijani Dani, M.Pd.) selaku ibu angkat yang telah memberikan dukungan secara moril dan spiritual.
6. Segenap dosen yang telah memberikan ilmunya ketika perkuliahan.
7. Para sahabat Fitopatologi angkatan 2017, teman-teman di Laboratorium Nematologi dan Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan IPB atas dukungan, semangat, dan diskusinya selama penulis bekerja di Laboratorium.
8. Para Tenaga Kependidikan Departemen Proteksi Tanaman dan Pascasarjana IPB yang telah memberikan pelayanan administrasi dengan baik.

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

Bogor, Juli 2021

Elvina Efendi



@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.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gambut	4
2.2 Nematoda Puru Akar	4
2.3 <i>Meloidogyne incognita</i>	5
2.4 Gejala Penyakit <i>Meloidogyne</i> spp.	6
2.5 Bakteri sebagai Agens Hayati Nematoda Parasit Tumbuhan	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Kerja	8
3.4 Analisis data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Karakter Morfologi Isolat Bakteri	13
4.2 Identitas Nematoda Puru Akar	14
4.3 Aktivitas Nematisidal dari Filtrat Bakteri	14
4.4 Karakter Fisiologi Isolat Bakteri	17
4.5 Identifikasi Molekuler Bakteri Asal Gambut secara Molekuler	19
4.6 Hasil Pengujian <i>In Planta</i> Isolat Bakteri Asal Gambut	21
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	45



DAFTAR TABEL

3.1	Skoring keparahan penyakit yang disebabkan oleh nematoda puru akar	12
4.1	Karakter morfologi 15 isolat bakteri asal gambut pada media Agar	13
4.2	Mortalitas juvelil 2 (J2) nematoda puru akar pada perlakuan 15 isolat bakteri asal gambut secara <i>in vitro</i>	15
4.3	Rata-rata indeks lisis kitinase / kemampuan melisis kitin 9 isolat bakteri asal gambut pada hasil uji <i>in vitro</i> pada media kitin	18
4.4	Homologi sikuen tiga isolat bakteri asal gambut yang potensial mematikan nematoda	20
4.5	Pertumbuhan tanaman timun pada aplikasi bakteri asal gambut di rumah kaca 8 minggu setelah tanam	21
4.6	Jumlah puru, skala kerusakan akar dan keefektifan penekanannya terhadap <i>Meloidogyne incognita</i> pada perlakuan bakteri asal gambut di rumah kaca	24

DAFTAR GAMBAR

1.1 Ruang lingkup penelitian potensi isolat bakteri asal gambut sebagai agens pengendali nematoda puru akar <i>Meloidogyne incognita</i>	3
2.1 Siklus hidup <i>Meloidogyne</i> spp. (Mitkowski dan Abawi 2003)	5
2.2 Pola Perineal <i>Meloidogyne incognita</i> (Eisenback <i>et al.</i> 1981)	6
4.1 Puru pada akar (A) nematoda betina (B) pola perineal <i>Meloidogyne incognita</i> pada perbesaran mikroskop 20 x 10 (C)	14
4.2 Grafik perkembangan mortalitas nematoda pada perlakuan 9 isolat bakteri asal gambut beserta kontrol	16
4.3 Kerusakan tubuh nematoda akibat aktivitas filtrat isolat bakteri gambut (A) dan tubuh nematoda tanpa kerusakan (B)	16
4.4 Karakterisasi isolat bakteri yang bersifat nematisidal	17
4.5 Rata-rata indeks lisis kitinase isolat bakteri asal gambut pada media kitin hari ke-5	18
4.6 Visualisasi DNA hasil amplifikasi gen target 16S rRNA bakteri asal gambut menggunakan primer universal	19
4.7 Pertumbuhan tanaman timun pada pengujian <i>in planta</i>	23
4.8 Pertumbuhan akar timun	25



DAFTAR LAMPIRAN

1	Data ulangan pengujian <i>in vitro</i>	32
2	Data rata-rata indeks lisis dari hari ke-1 sampai ke-5	33
3	Perhitungan kerapatan bakteri gambut untuk aplikasi pengenceran <i>in planta</i> pada tanaman timun	34
4	Akar tanaman timun berpuru	35
5	Data hasil panen pengujian <i>in planta</i> pada tanaman timun	36
6	Dokumentasi peremajaan bakteri gambut pada media Agar	39
7	Dokumentasi pengujian <i>in planta</i> tanaman timun di Rumah Kaca	40
8a	Urutan basa nukleotida isolat GT1 GTC2	41
8b	Urutan basa nukleotida isolat GT1 GTB7	42
8c	Urutan basa nukleotida isolat GT1 GTB4	43