

**PENGENDALIAN PATOGEN *Phytophthora palmivora*
PENYEBAB PENYAKIT KANKER BATANG PADA
TANAMAN DUKU (*Lansium domesticum*)
MENGUNAKAN JAMUR ANTAGONIS
Trichoderma sp. secara *IN VITRO***

SKRIPSI



**IBNU ROYHAN
F1C417005**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

**PENGENDALIAN PATOGEN *Phytophthora palmivora*
PENYEBAB PENYAKIT KANKER BATANG PADA
TANAMAN DUKU (*Lansium domesticum*)
MENGUNAKAN JAMUR ANTAGONIS
Trichoderma sp. secara *IN VITRO***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana pada
program Studi Biologi



**IBNU ROYHAN
F1C417005**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, Juli 2023
Yang menyatakan

IBNU ROYHAN
F1C417005

RINGKASAN

Indonesia merupakan negara agraris, salah satu buah yang menjadi unggulan karena rasanya yang manis adalah duku (*Lansium domesticum*). Provinsi Jambi merupakan sentra penghasil buah duku di Indonesia, namun produksi buah duku di Jambi mulai menurun dalam 2 tahun terakhir. Hal ini dikarenakan adanya penyakit kanker batang yang disebabkan oleh jamur mikroskopis tular tanah (*Phytophthora palmivora*). Salah satu cara untuk mengatasi penyakit kanker batang pada duku adalah dengan menggunakan jamur antagonis *Trichoderma* sp. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* serta untuk mengetahui nilai efektivitas *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2023 di laboratorium Bioteknologi dan Rekayasa, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Metode yang digunakan yaitu *Dual Culture Method* yaitu dilakukan dua proses inokulasi pada dua tempat yang sudah pada cawan petri yang berjarak 3 cm kemudian di inkubasi selama 7 dan dibuat 3 ulangan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ketiga ulangan menunjukkan kemampuan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora palmivora* pada hari ke-3 hingga hari ke-7 yang mana pada hari ke-7 permukaan media telah ditutupi sepenuhnya oleh *Trichoderma* sp. Hasil penghitungan nilai daya hambat pada pengulangan 1 adalah 74,07% pada pengukuran hari ke-3, pengulangan 2 adalah 40% pada pengukuran hari ke-2, dan pengulangan 3 adalah 33,33% pada pengukuran hari ke-2. Sedangkan pada hari ke-4 hingga hari ke-7 nilai daya hambat berada diatas 80%.

Kata kunci : Penyakit kanker batang, *Phytophthora palmivora*, *Trichoderma* sp., Kemampuan menghambat, Efektivitas.

SUMMARY

Indonesia is an agricultural country, one of the superior fruits because of its sweet taste is duku (*Lansium domesticum*). Jambi Province is a center for producing duku fruit in Indonesia, but production of duku fruit in Jambi has begun to decline in the last 2 years. This is due to the presence of stem canker disease caused by soil-borne microscopic fungi (*Phytophthora palmivora*). One way to deal with stem cancer in duku is to use the antagonistic fungus *Trichoderma* sp. The purpose of this study was to determine the ability of *Trichoderma* sp. to inhibit the growth of the fungus *Phytophthora palmivora* and to determine the value of the effectiveness of *Trichoderma* sp. in inhibiting the growth of the fungus *Phytophthora palmivora*. This research was conducted from January to March 2023 at the Biotechnology and Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Jambi University. The method used is the Dual Culture Method, in which two inoculation processes are carried out at two places that are already in the petri dish which are 3 cm apart then incubated for 7 and made 3 replications. Based on the results of the three replicate studies, it showed the ability of *Trichoderma* sp. to inhibit the growth of *Phytophthora palmivora* on the third to seventh day, which on the seventh day the surface of the media was completely covered by *Trichoderma* sp. The results of calculating the value of inhibition on repetition 1 was 74.07% on the third day of measurement, repetition 2 was 40% on the second day of measurement, and repetition 3 was 33.33% on the second day of measurement. Meanwhile, on the fourth to seventh day the inhibition value was above 80%.

Keywords: Stem cancer, *Phytophthora palmivora*, *Trichoderma* sp., Inhibitory ability, Effectiveness.

PENGESAHAN
PENGENDALIAN PATOGEN *Phytophthora palmivora*
PENYEBAB PENYAKIT KANKER BATANG PADA
TANAMAN DUKU (*Lansium domesticum*) MENGGUNAKAN
JAMUR ANTAGOIS *Trichoderma* sp. Secara *IN VITRO*

OLEH:
IBNU ROYHAN
F1C417005

Menyetujui

Dosen Pembimbing I.

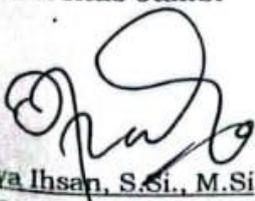
Dosen Pembimbing II.


Prof. Dr. Revis Asra, S.Si., M. Si.
NIP. 197301232000032002


Hasna Ul Maritsa, S.Si., M.Sc.
NIP: 201511072039

Mengetahui

Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Jambi
Universitas Jambi


Mahya Ihsan, S.Si., M.Si
NIP: 198411192015041001

RIWAYAT HIDUP



Ibnu Royhan lahir di Desa Pemunduran, Kabupaten Muaro Jambi pada tanggal 27 Juli 1999. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Solahuddin dan Ibu Hikmayati. Penulis mengawali pendidikan di SDN 12/IX Pemunduran tahun 2005 dan selesai pada tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di MTSN Model Kota Jambi dan tamat pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan di MAN Model Kota Jambi dan lulus pada tahun 2017. Hingga akhirnya bisa melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi Program Strata 1 (S1) dan diterima di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jambi.

Selama menempuh pendidikan di jenjang S1, penulis menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMABIO) tahun (2017-2022). Penulis pernah menjadi Asisten Laboratorium pada Mata Kuliah Biologi Umum dan Genetika pada tahun 2020. Penulis telah selesai mengikuti kegiatan magang di Balai Karantina Pertanian Kelas 1 Jambi dengan judul “Identifikasi Kutu Putih (*Mealybug*) Pada Tanaman Ubi Kayu (*Manihot utilissima*) dan Jambu Biji (*Psidium guajava*)” pada tahun 2020. Pada akhir masa pendidikan penulis mengerjakan tugas akhir dengan judul “PENGENDALIAN PATOGEN *Phytophthora palmivora* PENYEBAB PENYAKIT KANKER BATANG PADA TANAMAN DUKU (*Lansium domesticum*) MENGGUNAKAN JAMUR ANTAGONIS *Trichoderma* sp. secara *IN VITRO*” dibawah bimbingan Ibu Prof. Dr. Revis Asra, S.Si., M. Si., dan Ibu Hasna Ul Maritsa, S. Si., M. Sc.

Prakata

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, baik kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PENGENDALIAN PATOGEN *Phytophthora palmivora* PENYEBAB PENYAKIT KANKER BATANG PADA TANAMAN DUKU (*Lansium domesticum*) MENGGUNAKAN JAMUR ANTAGONIS *Trichoderma sp.* secara *IN VITRO*”** Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akhir akademik guna memperoleh gelar S.Si pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghormatan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama perkuliahan sampai terselesaikannya skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs. H. Sutrisno, M.Sc, Ph.D selaku Rektor Universitas Jambi
2. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Bapak Mahya Ihsan, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Bapak Ade Adriadi, S.Si., M.Si., CIT., CIIQA selaku Dosen pembimbing akademik, serta dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran, motivasi, dan koreksi selama perkuliahan
5. Ibu Prof. Dr. Revis Asra, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan, motivasi, dan koreksi selama penyusunan tugas akhir
6. Ibu Hasna Ul Maritsa, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan, motivasi, dan koreksi selama penyusunan tugas akhir
7. Bapak Ahmad Sazali, S.Si., M.Biotek selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, motivasi, dan koreksi selama penyusunan tugas akhir
8. Bapak Ashif Irvan Yusuf, S.Pt. M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, motivasi, dan koreksi selama penyusunan tugas akhir
9. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, serta arahan bagi penulis selama masa perkuliahan
10. Seluruh karyawan/I dan Staf Tata Usaha Universitas Jambi yang selalu membantu dan bersedia melayani keperluan penulis selama masa perkuliahan

11. Kedua orang tua penulis tercinta Bapak Solahuddin dan Ibu Hikmayati, yang telah membesarkan, mendidik, dan memberikan kasih sayang serta dukungan baik moral maupun materiil, memberikan nasehat dan mendoakan penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini
12. Nasywa Azzahra, M. Alif Mubaroq, serta seluruh keluarga yang telah mendoakan dan mendukung penulis dalam segala hal
13. Teman-teman seperjuangan Nuralia, Ria Pusa, Savira Firdansha, Risma Mahdalia Putry Indiaty Syah, Hortyna Wahyu Tiffara, Fauzan, Andian Rexasatama yang telah membantu dan memberi semangat dalam mengerjakan segala sesuatunya
14. Teman-teman Biologi Angkatan 2017 dan seluruh mahasiswa Biologi yang turut mendukung, memotivasi, dan selalu memberikan masukan positif kepada penulis
15. Semua pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat dituliskan satu persatu oleh penulis.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini, penulis juga menyadari skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Jambi, Juli 2023
Penulis

Ibnu Royhan
NIM F1C417005

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT PERNYATAAN	i
RINGKASAN.....	ii
SUMMARY	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
Prakata	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Duku (<i>Lansium domesticum</i> Corrêa).....	4
2.2 Penyakit Kanker Batang pada Tanaman Duku	4
2.3 Jamur Antagonis <i>Trichoderma</i> sp.....	5
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	6
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Bahan dan Alat.....	7
3.3 Metode Penelitian	7
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian	7
3.3.2 Variabel pengamatan	9
3.3.3 Analisis Data.....	10
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Isolasi patogen <i>Phytophthora palmivora</i> penyebab kanker batang pada tanaman duku	11
4.2 Peremajaan <i>Trichoderma</i> sp. sebagai agen antagonis terhadap <i>Phytophthora palmivora</i>	12
4.3 Penghambatan <i>Phytophthora palmivora</i> patogen duku oleh <i>Trichoderma</i> sp.	12
4.4 Efektivitas penghambatan <i>Phytophthora palmivora</i> patogen duku oleh <i>Trichoderma</i> sp.....	14
V. KESIMPULAN DAN SARAN	16

5.1 Kesimpulan	16
5.2 Saran.....	16
DAFTAR PUSTAKA.....	17
LAMPIRAN	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. skema penempatan jamur antagonis dan jamur patogen dengan metode <i>dual culture</i>	10
Gambar 2. Pengamatan makroskopis <i>Phytophthora palmivora</i>	11
Gambar 3. Pengamatan secara mikroskopis <i>Phytophthora palmivora</i>	12
Gambar 4. Isolat Jamur Antagonis <i>Trichoderma</i> sp.....	12

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

Tabel 1. Panjang r1 dan r2 koloni 14

Tabel 2. Persentase Daya Hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora palmivora*..... 14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	
Halaman	
Lampiran 1. Isolasi Jamur Patogen <i>Phytophthora palmivora</i>	19
Lampiran 2. Isolasi Jamur Patogen dan Jamur Antagonis	20
Lampiran 3. Uji Antagonisme <i>Phytophthora palmivora</i> menggunakan <i>Trichoderma</i> sp.....	21
Lampiran 4. Pengukuran r_1 dan r_2 pada koloni	23
Lampiran 5. Perhitungan Persentase Penghambatan.....	24
Lampiran 6. Gejala Penyakit Kanker Batang Pada Tanaman Duku	25

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu dari 3 negara tropis dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Berbagai jenis tumbuhan dapat di temukan di wilayah Indonesia. Keanekaragaman tumbuhan ini dapat dimanfaatkan untuk menunjang kehidupan masyarakat Indonesia. Beberapa tumbuhan ada yang menjadi unggulan di suatu daerah dikarenakan buahnya, kayunya, daya dukungnya terhadap ekosistem atau faktor lainnya, salah satunya yaitu tumbuhan Duku (*Lansium domesticum*). Duku termasuk ke dalam family *Meliaceae* yang penyebarannya terbatas di sekitar wilayah Asia Tenggara, duku merupakan tanaman yang berbuah musiman, di Indonesia duku termasuk ke dalam salah satu tanaman asli dan sekarang populasi duku sudah banyak tersebar secara luas, biasanya banyak ditemukan di wilayah Sumatra (Sumatra Selatan, Sumatra Utara, Sumatra Barat dan Jambi), Jawa (Jawa tengah dan Jakarta) dan Kalimantan (Susilawati, *et al.* 2017).

Provinsi Jambi merupakan salah satu sentra yang memproduksi buah duku terbesar di Indonesia. Beberapa kabupaten di Provinsi Jambi yang memiliki jumlah produksi paling banyak yaitu terdapat di 6 kabupaten seperti Merangin, Sarolangun, Bungo, Tebo, Batang Hari dan Muaro Jambi. Luas lahan yang ditanami duku di Provinsi Jambi pada tahun 2009 mencapai 7.000 Ha dengan jumlah produksi 21.793 ton. Duku Kumpeh adalah salah satu varietas unggulan yang telah disahkan secara Nasional berdasarkan surat Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 101/Kpts.TP 240/3/2000 dikarenakan memiliki keunggulan berupa rasa yang manis, daging buah bening, tekstur daging buah kenyal tidak berserat dan sedikit biji (Lizawati, dkk. 2013).

Buah duku biasanya dikonsumsi dalam bentuk buah segar. Menurut Supriatna dan Suparwoto (2010), buah duku memiliki banyak manfaat, setiap 100 gr buah duku mengandung 63 kalori, 1 gr protein, 0,20 gr lemak, 16,10 gr karbohidrat, 18 mg kalsium 9 mg fosfor, 0,9 mg zat besi, 0,05 mg vitamin B1, 9 mg vitamin C, dan 80 gr air. Selain itu buah duku juga mengandung serat sehingga sangat baik untuk kesehatan sistem pencernaan dan membersihkan tubuh dari pengaruh buruk radikal bebas.

Namun produksi buah duku di Jambi mulai mengalami penurunan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi buah duku pada tahun 2020 adalah sekitar 20.186 ton, namun pada tahun 2021 produksi buah duku mulai menurun menjadi 18.072 ton. Penurunan produksi duku ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor lingkungan, faktor manusia dan penyakit. Salah satu penyakit yang sekarang sedang marak menyerang tanaman duku di

wilayah Kumpuh adalah penyakit kanker batang. Penyakit kanker batang adalah penyakit yang di sebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora*. Gejala pada tanaman duku yang terserang oleh penyakit ini terlihat pada bagian batang. Kulit batang tanaman yang terserang akan mengering dan mengelupas yang dimulai dari bagian bawah sampai ke atas dan akhirnya tumbuhan akan mengalami kekeringan dan mati.

Untuk mengatasi penyakit kanker batang yang kian meluas, maka diperlukan perlakuan untuk menghambat hingga mematikan jamur penyebab penyakit kanker batang yang di sebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. Salah satu cara untuk menghambat penyebaran *Phytophthora palmivora* ini adalah dengan menggunakan jamur antagonis. Menurut Armila, dkk. (2019) jamur antagonis yang biasa digunakan sebagai agensia pengendali hayati adalah jamur *Trichoderma* sp. karena sudah terbukti dalam beberapa riset penelitian seperti yang di lakukan oleh Purwantisari, dkk. (2008), dengan hasil jamur *Trichoderma* sp. menunjukkan aktivitas penghambatan pertumbuhan terhadap jamur *Phytophthora infestans*, penelitian yang di lakukan oleh Berlian, dkk. (2013) menunjukkan bahwa mekanisme antagonis yang dimiliki jamur *Trichoderma* sp. berpotensi besar untuk mengatasi patogen tular tanah serta penelitian yang di lakukan oleh Sundari, dkk. (2014) yang menunjukkan daya antagonis jamur *Trichoderma* sp. yang tinggi terhadap jamur *Diplodia* sp. penyebab busuk batang Jeruk Siam (*Citrus nobilis*).

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk melihat respon uji antagonis jamur *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora palmivora* untuk melihat efektifitas agen hayati tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut maka rumusan masalah penelitian ini, diantaranya :

1. Apakah *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* patogen tanaman duku ?
2. Bagaimana efektifitas *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* patogen duku?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui kemampuan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* patogen duku.
2. Untuk mengetahui nilai efektifitas *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* patogen duku.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui apakah efektif menggunakan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora palmivora*
2. Sebagai data awal untuk penelitian selanjutnya mengenai pengendalian penyakit kanker batang pada tanaman duku

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Duku (*Lansium domesticum* Corrêa)

Duku merupakan tumbuhan khas untuk wilayah tropis yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Di Indonesia, buah duku tersebar di daerah Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Jawa. Di wilayah Provinsi Sumatera Selatan, duku merupakan salah satu buah unggulan dan menjadi komoditi penting yang terkenal. Tumbuhan duku berbuah secara musiman dan terjadi sekali setiap tahunnya. Tumbuhan ini dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah hingga ketinggian sekitar 500 m diatas permukaan laut, dengan tipe iklim basah hingga agak basah pada curah hujan yang berkisar antara 1.500-2.500 mm pertahun dengan curah hujan yang relatif merata sepanjang tahun. pH tanah yang baik untuk tanaman duku berkisar antara 6-7 (Hanum dan Kasiamdari. 2013).

Duku pada umumnya memiliki ciri – ciri yaitu pohon dengan tajuk yang besar, memiliki daun berwarna hijau cerah dengan permukaan atas dan bawah daun halus. Buah duku memiliki tandan yang relatif pendek dengan jumlah buah pertandan berkisar 3-10 butir buah. Buah nya besar berbentuk bulat dan memiliki kulit buah yang cukup tebal dengan diameter sekitar 6mm, buahnya tidak bergetah saat masak, memiliki rasa manis atau asam, daging buah yang tebal, biji yang kecil dan berbau harum.

Berikut merupakan klasifikasi dari tumbuhan duku

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Kelas	: <i>Magnolipsida</i>
Ordo	: <i>Sapindales</i>
Famili	: <i>Meliaceae</i>
Genus	: <i>Lansium</i>
Spesies	: <i>Lansium domesticum</i>

Sumber : itis.gov

2.2 Penyakit Kanker Batang pada Tanaman Duku

Penyakit kanker batang pada tanaman duku merupakan penyakit yang saat ini sedang maraknya menyerang tanaman duku di Provinsi Jambi. Penyakit ini disebabkan oleh patogen yang berupa jamur *Phytophthora palmivora*. *Phytophthora* merupakan mikroba eukariota mirip jamur, memiliki berbagai fitur morfologi yang mirip jamur namun ada beberapa fitur morfologi yang unik menyerupai tanaman seperti komponen utama dinding sel nya selulosa, tidak seperti jamur sejati yang dinding selnya terdiri dari kitin. Ciri lainnya adalah miselium nya tersusun atas hialin, bercabang, filament tidak bersept.

Penyebaran jamur melalui sporangia aseksual dan dibantu oleh angin dan air. *Phytophthora* merupakan patogen yang sering menyerang berbagai jenis tanaman di Asia Tenggara, patogen ini dapat menginfeksi berbagai jenis inang dan diantaranya banyak yang merupakan tanaman pertanian. Salah satu tanaman yang memiliki nilai ekonomi penting di Provinsi Jambi adalah yang terkena dampak penyakit ini adalah Duku. *Phytophthora palmivora* telah banyak menyerang tanaman duku yang menyebabkan penurunan populasi duku di tempat yang menjadi pusat produksi buah duku di Provinsi Jambi. Patogen dari penyakit ini termasuk kedalam jenis patogen tular tanah yang menyerang tanaman duku dari akar yang nantinya akan terus merambat ke batang, menyebabkan kanker batang dan pada stadium lanjut akan menyebabkan daun tanaman duku layu, gugur dan akhirnya tanaman akan mati. Menurut Hayati *et al.* (2019), tanaman duku yang lebih banyak terserang penyakit kanker batang adalah duku yang berada didekat perairan dimana duku di daerah tersebut akan sering kontak dengan air yang membuat tanaman yang terinfeksi *Phytophthora palmivora* semakin banyak. Tanaman duku dapat terserang oleh penyakit kanker batang dari tahap *seedling* hingga dewasa sehingga duku sangat rentan dengan penyakit kanker batang ini.

Pengendalian hayati merupakan suatu alternatif yang bisa digunakan apabila pengendalian hama atau patogen sudah tidak efektif dengan bantuan pestisida sintetis. Selain itu metode pengendalian hayati tidak memiliki pengaruh negatif terhadap lingkungan dan manusia dibandingkan dengan pestisida sintetis karena menggunakan organisme patogen, predator atau parasit terhadap hama – hama tanaman sehingga prosesnya berjalan secara alami. Organisme ini kemudian disebut sebagai agensia hayati. Salah satu bentuk agensia hayati yaitu biofungisida yang berbahan aktif mikroorganisme jamur antagonis seperti jamur antagonis *Trichoderma* sp. (Susiana, dkk. 2008).

2.3 Jamur Antagonis *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. adalah jamur tanah yang dapat ditemukan disemua tanah, jamur ini memiliki habitat hidup yang sangat bervariasi. *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman, kehadirannya sangat disukai oleh akar tanaman karena dapat dengan mudah mengkolonisasi akar. Apabila *Trichoderma* sp. melakukan kontak dengan akar tanaman maka jamur ini akan langsung mengkolonisasi permukaan akar atau korteks, tergantung pada keadaan lingkungan. Beberapa spesies *Trichoderma* yang memiliki kemampuan sebagai agen hayati yaitu *Trichoderma Harzianum*, *Trichoderma vieens*, *Trichoderma viridae*, dan *Trichoderma konigii* yang memiliki *spectrum* luas untuk berbagai jenis tanaman pertanian (Sriwati, 2017).

Menurut Sriwati (2017) jamur *Trichoderma* memiliki beberapa kelebihan, antara lain :

1. Lebih mudah untuk diisolasi, dikembangkan dan memiliki daya adaptasi yang luas
2. Mudah ditemukan di tanah
3. Memiliki kisaran mikroprasaditisme yang luas
4. Tidak menyebabkan efek negatif kepada tanaman yang diaplikasikan

Menurut Susiana dan Hastuti (2009), *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan yang dapat menghambat pertumbuhan sel jamur *Phytophthora infestans* dengan mekanisme penetrasi dan melilit hifa *Phytophthora infestans*. *Trichoderma* sp. merusak hifa inang dengan cara membelit, mengait dengan struktur semacam *apresorium* dan mempenetrasi dinding sel inang nya dengan mengeluarkan enzim *lytic* , yaitu *proteinase*, *α -1.3-glukanase*, dan *chitinase* sehingga kemampuan *Trichoderma* sp. ini sangat baik untuk menjadi agen pengendali hayati (Soertaningsih, dkk. 2014).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2023. Penelitian ini berlokasi di Laboratorium Bioteknologi dan Rekayasa, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Pengambilan sampel tanaman duku berlokasi di Desa Pemunduran, Kabupaten Muaro Jambi.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat dari patogen *Phytophthora palmivora* yang di ambil dari tanah di sekitar perakaran tanaman duku yang menunjukkan gejala terserang penyakit kanker batang, isolat jamur *Trichoderma sp.*, air, apel hijau 5 buah, medium agar, medium PDA, aquades, aluminium foil, plastik kaca, kertas label, tisu, alkohol 70%, natrium hipoklorit, kertas saring, Vaseline, Agar Saburoud.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, inkubator, autoklaf, *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), pinset, Bunsen, timbangan analitik, hot plate, beker glass (500 mL dan 1000 mL), gelas ukur (100 mL dan 250 mL), unit spatula, mikroskop cahaya, Loop.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini akan melakukan uji antagonis yang mengacu pada metode dua biakan (*dual culture method*). Medium PDA yang telah disiapkan di dalam cawan petri akan dilakukan dua proses inokulasi pada dua tempat yang berbeda yaitu dengan jamur antagonis *Trichoderma sp.* dan *Phytophthora palmivora*.

3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

a. Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan harus disterilkan terlebih dahulu, alat-alat dicuci hingga bersih dengan menggunakan sabun cuci, kemudian dikeringkan. Alat yang telah kering, kemudian dibungkus dengan kertas, kemudian dimasukkan kedalam autoklaf dengan tekanan 1 atm), pada suhu 121°C selama 15 menit.

b. Isolasi patogen *Phytophthora palmivora*

Isolat patogen *Phytophthora palmivora* diambil dari salah satu tempat produksi buah duku yang berlokasi di Desa Pemunduran, Kecamatan Kumpeh Ilir, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Isolat patogen diambil dari dua sumber yaitu dari akar dan batang duku yang terkena penyakit serta tanah di sekitar perakaran duku. Isolasi patogen dari tanaman duku dilakukan dengan memotong organ tanaman duku(kulit batang, batang dan akar) berukuran 1x1 cm,

kemudian bagian organ tanaman yang telah dipotong direndam kedalam 0,5% larutan natrium hipoklorit selama 10 menit, lalu bilas dengan akuades, selanjutnya dikeringkan menggunakan kertas saring steril dan di letakkan ke dalam cawan petri berisi medium PDA. Isolasi patogen dari sampel tanah di sekitar perakaran tanaman duku dilakukan dengan metode umpan (*Baiting Method*) menggunakan buah apel (*Malus domestica*), penggunaan apel dikarenakan apel memiliki buah dengan kandungan air yang cukup tinggi sehingga akan memudahkan perpindahan spora jamur *Phytophthora palmivora* pindah dari sampel tanah ke apel, kemudian sampel tanah diambil secukupnya hingga pas untuk dimasukkan kedalam lubang yang telah di buat pada buah apel dengan diameter lubang 100 mm dan ditutup dengan plastik isolasi kemudian buah apel dimasukkan ke dalam wadah plastik bening dan diberi kapas basah untuk menjaga kelembapan nya, kemudian di inkubasi dalam waktu 7 hari pada suhu ruang. Setelah 7 hari, bagian tepi apel yang membusuk di iris dan diletakkan di media PDA (Hayati, *et al.* 2019).

- c. Identifikasi Jamur dengan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis

Isolat jamur disiapkan untuk dilakukan identifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopisnya. Ciri-ciri makroskopis diidentifikasi berdasarkan pada karakter koloni seperti : warna koloni, permukaan koloni, bagian tepi koloni. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan cara biakan murni dari jamur patogen diambil secara aseptis menggunakan jarum ose dan diletakkan diatas objek glass yang telah ditetesi akuades menggunakan pipet tetes. Setelah itu objek glass ditutup menggunakan cover glass dan diamati dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 400x. Ciri-ciri mikroskopis yang diamati mencakup struktur hifa dan struktur reproduksi kemudian dicocokkan dengan literatur dari ciri - ciri mikroskopis yang telah didapatkan.

- d. Peremajaan isolat jamur antagonis *Trichoderma* sp.

Isolat jamur antagonis *Trichoderma* sp. yang akan digunakan diremajakan pada medium PDA. Menurut Purwantisari, *et al.* (2015) waktu yang di perlukan untuk proses peremajaan *Trichoderma* sp. yaitu selama kurang lebih 9 hari dan dalam kondisi suhu ruang (25°C).

- e. Uji antagonis *Phytophthora palmivora* terhadap *Trichoderma* sp.

Uji antagonis dilakukan dengan mengacu pada metode dua biakan (*dual culture method*). Pada cawan petri yang berisi medium PDA dilakukan inokulasi pada dua tempat yang berbeda secara bersamaan yang berjarak 5 cm, tempat pertama akan diinokulasikan dengan jamur *Phytophthora palmivora* sedangkan tempat kedua akan diinokulasikan jamur antagonis *Trichoderma* sp, tahap inokulasi ini dibuat sebanyak 3 ulangan. Setelah selesai proses inokulasi, cawan petri kemudian diinkubasikan selama 7 hari pada suhu ruangan. Dilakukan pengamatan pada hari ke-3 sampai hari ke-7 untuk melihat apakah ada proses penghambatan pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora* yang terjadi oleh *Trichoderma* sp. (Purwantisari, dkk. 2008).

3.3.2 Variabel pengamatan

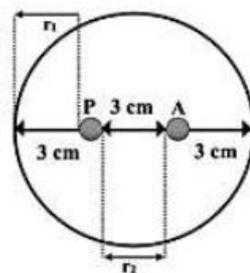
Adapun variable yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu :

- a. Penghambatan pertumbuhan *Phytophthora palmivora* oleh *Trichoderma* sp.

Pengamatan mekanisme penghambatan dilakukan pada hari ke - 3 setelah inkubasi. Kompetisi antara jamur *Phytophthora palmivora* dan *Trichoderma* sp. diamati apakah ada proses penghambatan yang dilakukan oleh *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora palmivora*.

- b. Persentase Penghambatan pertumbuhan *Phytophthora palmivora* oleh *Trichoderma* sp.

Menurut Halwiyah, dkk. (2019), persentase penghambatan pertumbuhan ini dilakukan dengan mengukur jari-jari koloni jamur patogen yang menjauhi koloni jamur (r1) antagonis dan jari-jari koloni jamur patogen yang mendekati koloni jamur antagonis (r2) dengan menggunakan penggaris seperti gambar berikut :



Gambar 1. skema penempatan jamur antagonis dan jamur patogen dengan metode *dual culture*

Keterangan :

A : Sumuran jamur antagonis (*Trichoderma* sp.)

P : Sumuran jamur patogen (*Phytophthora palmivora*)

3.3.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Persentase penghambatan jamur antagonis *Trichoderma* sp. dihitung mengikuti Halwiyah, dkk (2019) dengan rumus :

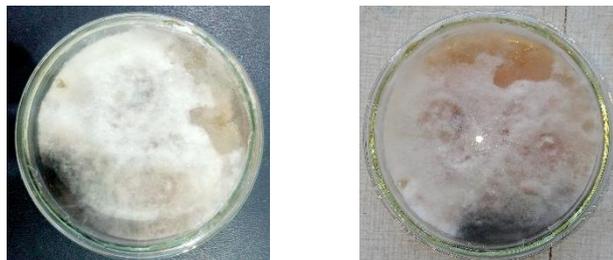
$$DH = \frac{(r_1 - r_2)}{r_1} \times 100\%$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

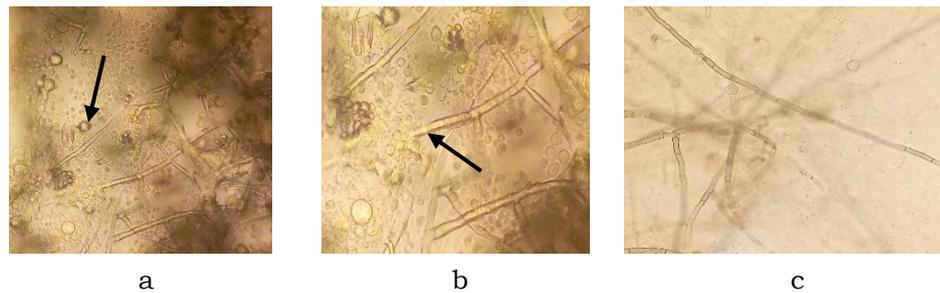
4.1 Isolasi patogen *Phytophthora palmivora* penyebab kanker batang pada tanaman duku

Patogen *Phytophthora palmivora* telah diisolasi dari akar dan juga kulit duku yang terinfeksi penyakit kanker batang dari lokasi perkebunan di Desa Pemunduran, Kumpeh Ulu, Muaro Jambi. Gejala yang di temukan dari duku yang terinfeksi yaitu bagian kulit batang mengering dan mengelupas, bagian yang mengelupas mulai dari bagian dekat pangkal batang hingga sampai ke atas. Untuk gejala penyakit kanker batang pada tanaman Duku dapat dilihat pada Lampiran 6. Ranting dan daun duku akan ikut mengering dan gugur hingga akhirnya tanaman duku mati. Isolasi patogen dari tanah dilakukan karena *Phytophthora palmivora* merupakan patogen tular tanah, hal ini sesuai dengan pernyataan Asnawi, dkk (2012) yang menyatakan bahwa *Phytophthora palmivora* merupakan patogen tular tanah, patogen ini memiliki kemampuan pemencaran dan bertahan didalam tanah sehingga tanah merupakan sumber penularan patogen ini sehingga diharapkan *Phytophthora palmivora* akan di temukan.

Phytophthora palmivora yang diisolasi ini memiliki karakter diantaranya memiliki miselium seperti benang dan berwarna putih, koloni berwarna putih dan memiliki hifa yang cukup tebal, pinggiran koloni tidak rata, selain itu isolat *Phytophthora palmivora* memiliki tipe koloni *cottony* (Gambar 2). sedangkan ciri mikroskopisnya yaitu memiliki sporangium yang berbentuk bulat, ada juga yang agak oval (ovoid) sehingga terlihat seperti buah pir, dan memiliki hifa yang bersepta (Gambar 3). Ciri-ciri ini sesuai seperti yang ditemukan oleh Rozali (2015) pada *Phytophthora palmivora* pada penelitiannya. Motulo, dkk (2007) juga menyebutkan bahwa *Phytophthora palmivora* memiliki empat bentuk sporangia yaitu *ovoid*, *limoniform*, *obturinate*, dan *obpyriform*, panjang sporangium 40–62 μm dan lebar 28-43 μm , mempunyai *papilla*, *pedicel* pendek *caducous*, dan model percabangan *simpel simpodia*.



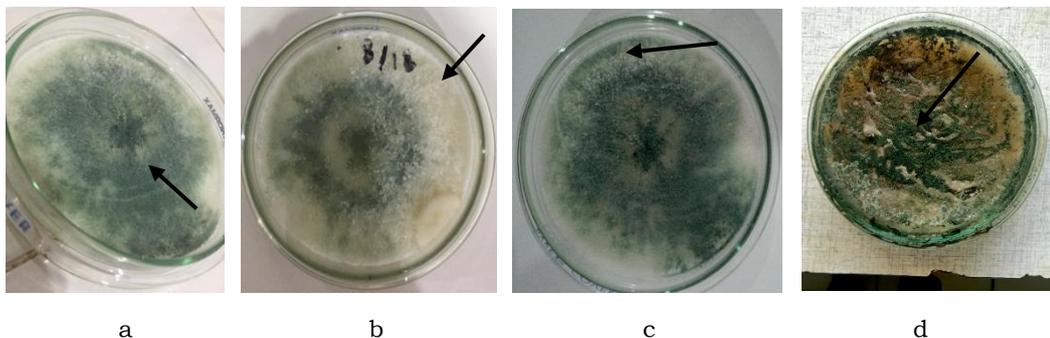
Gambar 2. Pengamatan secara makroskopis *Phytophthora palmivora*



Gambar 3. Pengamatan secara mikroskopis *Phytophthora palmivora* a. sporangium (perbesaran 400x), b. sporangiofor (perbesaran 400x), c. hifa (perbesaran 400x)

4.2 Peremajaan *Trichoderma* sp. sebagai agen antagonis terhadap *Phytophthora palmivora*

Jamur *Trichoderma* sp. yang diremajakan memiliki ciri – ciri yaitu koloni berwarna putih pada hari ke-1 inkubasi, kemudian berubah menjadi berwarna kuning bening pada hari ke-2 inkubasi, dan berubah menjadi hijau gelap hingga hari ke-7 (Gambar 4). Sebagaimana dinyatakan oleh Sundari, dkk (2014) bahwa jamur *Trichoderma* sp. memiliki ciri-ciri koloni berwarna putih kehijauan pada pengamatan hari ke 1-5 dan berwarna hijau gelap pada pengamatan hari ke 6-7. Kemudian memiliki permukaan koloni yang berbulu halus, bentuk koloni *stelate* dan bagian tepi yang rata. Konidiofor yang dihasilkan oleh jamur ini juga sangat banyak berbentuk bulat, bercabang-cabang dan berwarna hijau (Schuster and Monika, 2010).



Gambar 4. Isolat Jamur Antagonis *Trichoderma* sp. a. koloni *Trichoderma* sp. yang berwarna hijau gelap (hari ke-3), b. koloni *Trichoderma* sp. yang berwarna kuning bening(hari ke-3), c. koloni *Trichoderma* sp. yang berwarna putih (hari ke-3). d. koloni *Trichoderma* sp. berwarna hijau gelap secara merata (hari ke-7).

4.3 Penghambatan *Phytophthora palmivora* patogen duku oleh *Trichoderma* sp.

Uji antagonisme secara *in vitro* dilakukan dengan metode *dual culture method* pada medium PDA dalam cawan petri berdiameter 9 cm menggunakan 3 kali pengulangan. Pengamatan pertumbuhan *Phytophthora palmivora* dilakukan sejak hari inkubasi ke-3 sampai hari ke-7. Pada hari ke-1 dan ke-2 selama

pengamatan belum terjadi mekanisme antagonis antara kedua kapang dimana masing-masing tumbuh tanpa saling mempengaruhi satu sama lain dengan jarak tumbuh kedua biakan sepanjang 3 cm. Pada hari ke-3 sudah dapat terlihat bahwa pertumbuhan kedua biakan sudah bersinggungan sehingga dapat dilihat bagaimana proses penghambatan bagi *Phytophthora palmivora*.

Pada hari ke-3 besar koloni dari *Trichoderma* sp. dan *Phytophthora palmivora* tidak terlalu terlihat perbedaannya, namun bisa sedikit terlihat kalau pertumbuhan *Trichoderma* sp. sudah mulai menekan pertumbuhan *Phytophthora palmivora* dimana pertumbuhan *Trichoderma* sp. sedikit demi sedikit menjalar sampai ke titik tumbuh *Phytophthora palmivora* (dengan melihat koloni berwarna hijau yang terus tumbuh ke arah kanan). Pada hari ke-4 inkubasi, *Trichoderma* sp. sudah mulai menutupi permukaan *Phytophthora palmivora* baik pada pengulangan 1, 2 dan 3. Proses penutupan permukaan *Phytophthora palmivora* oleh *Trichoderma* sp. semakin besar hingga pada hari ke-7 cawan petri sudah dipenuhi oleh koloni *Trichoderma* sp. sehingga pada hari ke-4 hingga hari ke-7 sangat sulit untuk mengamati ukuran dari koloni *Phytophthora palmivora* disebabkan penutupan permukaan oleh koloni *Trichoderma* sp. Untuk pengamatan uji antagonisme dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pertumbuhan jamur patogen yang ditutupi oleh pertumbuhan jamur antagonis yang sangat agresif ini diduga karena adanya interaksi mikroparasitisme, antibiosis dan kompetisi. Interaksi secara mikroparasitisme dan kompetisi dapat terlihat dari bagaimana pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. yang sangat cepat, kecepatan pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. dapat mengalahkan *Phytophthora palmivora* dalam kompetisi ruang tumbuh dan sumber daya makanan sehingga menekan pertumbuhan koloni *Phytophthora palmivora*, selanjutnya *Trichoderma* sp. memiliki sifat mikroparasitisme yang mana menurut Kubicek, et al (2019), *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan melakukan penetrasi hifa terhadap jamur inang, akhir dari proses penetrasi ini yang akhirnya dapat membunuh jamur inang.

Trichoderma sp. dapat menghasilkan toksin berupa enzim β -1,3 glukukanase, kitinase dan selulase yang dapat menghancurkan dinding sel jamur patogen sehingga menghambat pertumbuhan bahkan dapat membunuh jamur patogen (Purwantisari dan Rini. 2009). Enzim tersebut yang nanti akan memudahkan jamur antagonis *Trichoderma* sp. untuk terus tumbuh menembus koloni jamur patogen *Phytophthora palmivora* yang berjarak 3 cm di sebelahnya. Hal ini menyebabkan koloni jamur patogen yang bersentuhan dengan koloni jamur antagonis pun mati, hal ini terus terjadi berangsur-angsur dari

hari inkubasi ketiga hingga hari ketujuh yang ditandai dengan koloni jamur antagonis telah menutupi seluruh permukaan koloni jamur patogen sehingga *Trichoderma* sp. mampu dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora palmivora* secara invitro.

4.4 Efektivitas penghambatan *Phytophthora palmivora* patogen duku oleh *Trichoderma* sp.

Pengukuran efektivitas *Phytophthora palmivora* oleh jamur antagonis *Trichoderma* sp. diukur berdasarkan nilai persentase penghambatan pertumbuhan jamur patogen *Phytophthora palmivora* terhadap *Trichoderma* sp. Hal ini ditentukan berdasarkan pengukuran jari-jari r_1 (jarak antara titik tumbuh jamur patogen hingga koloni jamur patogen yang menjauhi koloni jamur antagonis) dan r_2 (jarak antara titik tumbuh jamur patogen hingga koloni jamur patogen yang mendekati jamur antagonis). Hasil pengukuran panjang jari-jari r_1 dan r_2 hari ketiga koloni dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Panjang Jari – Jari r_1 dan r_2 koloni

Pengulangan	r_1	r_2
1	2.7 cm	0.7 cm
2	2.5 cm	1.5 cm
3	1.5 cm	1 cm

Berdasarkan pengukuran panjang r_1 dan r_2 yang telah dilakukan, maka bisa di tentukan nilai persentase daya hambat (DH). Nilai DH yang di dapatkan dari ketiga pengulangan di tampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 2. Persentase Daya Hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora palmivora*

Pengulangan	DH (%)
1	74.07 %
2	40 %
3	33.33 %

Berdasarkan table diatas, persentase daya hambat jamur *Trichoderma* sp. terhadap jamur *Phytophthora palmivora* pada hari ke-3 inkubasi memiliki nilai rata-rata sekitar 74%, sedangkan pada hari ke-2 inkubasi memiliki nilai rata-rata sekitar 36.7%. Perbedaan hari dalam melakukan pengukuran ini dikarenakan pada pengulangan kedua dan ketiga tidak bisa dilakukan pengukuran pada hari ke-3 inkubasi. Namun ketiga pengulangan masih menunjukkan adanya daya hambat dari jamur antagonis *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen *Phytophthora palmivora* yang cukup signifikan yaitu pada hari ke-2 inkubasi daya penghambatan masih berada dibawah 50% sedangkan di hari ke-3 akan naik menjadi diatas 50%. Untuk nilai daya hambat pada hari ke-4 hingga hari ke-7 berada diatas 80% namun penghitungan r_1 dan

r² sulit dilakukan karena koloni *Phytophthora palmivora* sudah hampir tertutupi semuanya oleh koloni *Trichoderma* sp. Untuk pengukuran nilai r¹ dan r² dapat dilihat pada Lampiran 4. Menurut Sunarwati dan Yoza (2010) di dalam Hidayat, dkk (2016), jamur antagonis dengan nilai daya hambat 26-50% termasuk kedalam kategori jamur dengan golongan kemampuan antagonis rendah. Berdasarkan hal ini maka *Trichoderma* sp. bisa digolongkan kedalam kategori jamur dengan golongan kemampuan antagonis yang tinggi terhadap *Phytophthora palmivora* karena bisa memiliki nilai daya hambat diatas 80%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Cikita, dkk (2016), persentase yang didapatkan dari uji antagonis 3 spesies *Trichoderma* sp. terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao didapatkan hasil rentang persentase penghambatan yang terjadi yaitu sekitar 40-72%. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Sundari, dkk (2014) memiliki hasil yang mana *Trichoderma* sp. memiliki rata-rata persentase antagonis terhadap *Diplodia* sp. pada hari ke-1 sekitar 18,9%, pada hari ke-2 sekitar 25,28%, pada hari ke-3 sekitar 70,83%, pada hari ke-4 sekitar 88,78% hingga hari ke-7 telah mencapai 100%. Dari kedua penelitian ini dapat di ketahui bahwa *Trichoderma* sp. memiliki efektivitas yang sangat tinggi sebagai jamur antagonis dan mampu dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penghambatan *Phytophthora palmivora* oleh *Trichoderma* sp. mulai terlihat pada hari ke-3 inkubasi, dimana pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. sudah mulai tumbuh menembus koloni *Phytophthora palmivora* yang ditandai dengan adanya koloni berwarna hijau didalam koloni *Phytophthora palmivora*. Pada hari ke 4-7 inkubasi, seluruh permukaan media sudah ditutupi oleh koloni *Trichoderma* sp. sehingga *Trichoderma* sp. dapat menghambat *Phytophthora palmivora* secara *invitro*.
2. Efektivitas *Trichoderma* sp. dalam menghambat *Phytophthora palmivora* menunjukkan nilai yang cukup tinggi yaitu pada hari ke - 3 inkubasi dengan nilai efektivitas mencapai 74,07 %.

5.2 Saran

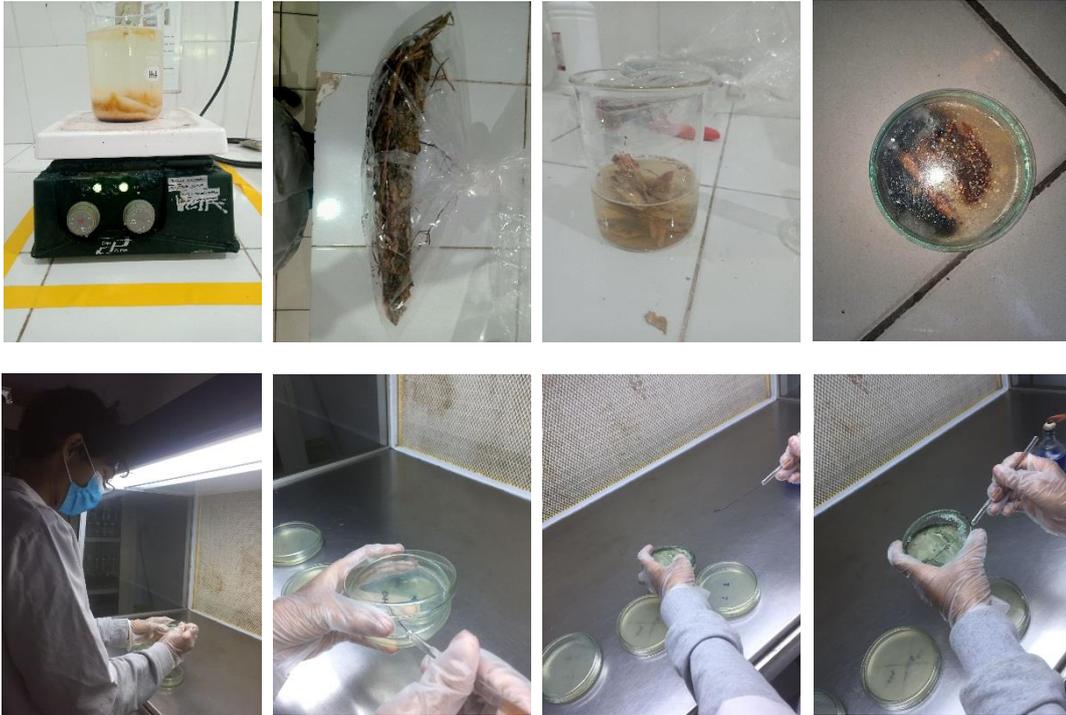
Sebaiknya dilakukan pengukuran daya hambat (DH) pada hari yang sama untuk melihat hasil rata-rata dari pengulangan. Selanjutnya juga sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan perlakuan langsung *Trichoderma* sp. ke tanaman duku yang terinfeksi *Phytophthora palmivora* dilapangan untuk melihat efektivitasnya secara terapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Armila, Z., A. A. Ambar., N. Ilmi., Harsani dan I. Rahim. 2019. Potensi Jamur *Trichoderma* sp. Dalam Pengendalian *Phytophthora palmivora* secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional*. 2 : 225-258
- Asnawi., R. Iswati., dan H. F. J. Mutulo. 2012. Eksplorasi Agen Biokontrol *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Gugur Buah Kelapa. *JATT*. 1 (2) : 61-66
- Berlian, I., B. Setyawan dan H. Haldi. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaratan*. 32 (2) : 74-82
- Cikita, D., S. Khotimah dan R. Linda. 2016. Uji Antagonis *Trichoderma* spp. Terhadap *Phytophthora palmivora* Butl. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao (*Theobroma cacao*. L). *Jurnal Probiot*. 5 (3) : 59 – 65.
- Halwiyah, N., R. S. Ferniah., B. Raharjo dan S. Purwantisari. 2019. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman Cabai dengan Menggunakan *Beauveria bassiana* Secara *In Vitro*. 8 (2) : 8-17
- Hanum, L dan R. S. Kasiamdari. 2013. Tumbuhan Duku : Senyawa Bioaktif, Aktivitas Farmakologis dan Prospeknya dalam Bidang Kesehatan. *Jurnal Biologi Papua*. 5 (2) : 84-93
- Hayati, I., S. Winoyo., Widodo and Sobir. 2019. Organic Fertilizer Amendments Reduce Disease Severity of *Phytophthora palmivora* Root Rot of Duku (*Lansium domesticum*) Seedlings. *Jurnal HPT Tropika*. 19 (2) : 143-148
- Hidayat, T. N., S. Khotimah dan Mukarlina. 2016. Uji Antagonis *Trichoderma* sp. T₄ Terhadap Jamur Yang Diisolasi dari Daun Begejala Bercak Pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Probiot*. 4 (3) : 8-13.
- Indrawati, I., dan S. D. Fakhrudin. 2016. Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen Pada Air Sumur dan Air Sungai di Permukiman Warga Desa Karangwangi, Cianjur, Jawa Barat. *Jurnal Biodjati*. 1 (1) : 27-38.
- Kubicek, C. P., A. S. Steindroff., K. Chenthamara., G. Mangeniello., B. Henrissat., J. Zhang., F. Cai., A. G. Kopchinskiy., E. M. Kubicek., A. Kuo., R. Baroncelli., S. Sarrocco., E. F. Noronha., G. Vannacci., Q. Shen., I. V. Grigoriev and I. S. Druzhinina. Evolution and Comparative Genomics of the Most Common *Trichoderma* Species. *BMC Genomic*. 20 (1) : 1-24
- Lizawati., B. Ichwan., Gusniwati., Neliyati dan M. Zuhdi. Fenologi Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Tanaman Duku Varietas Kumpeh Pada Berbagai Umur. 2 (1) : 16-26
- Motulo, H. F. J., M. S. Sinaga dan A. Hartana. 2007. Karakter Morfologi dan Molekuler Isolat *Phytophthora palmivora* Asal Kelapa dan Kakao. *Jurnal Littiri*. 13 (3) : 111-118
- Rozali, G. 2015. Penapisan Jamur Antagonis Indigenus Rizosfir Kakao (*Theobroma cacao* Linn.) Yang Berpotensi Menghambat Pertumbuhan Jamur *Phytophthora palmivora* Butler. *Skripsi*. Universitas Andalas.
- Schuster, A. and M. Schmoll. 2010. Biology and Biotechnology of *Trichoderma*. *Appl Microbiol Biotechnol*. 87 : 787-799
- Soertaningsih., N. Djaenuddin dan M. S. Saenong. 2014. Efektivitas *Trichoderma* sp. Dan *Gliocladium* sp. Sebagai Agen Biokontrol Hayati Penyakit Busuk Pelepah Daun Pada Jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 33 (2) : 129-135
- Sriwati, R. 2017. *Trichoderma* Si Agen Antagonis. Banda : Syiah Kuala University Press
- Sundari, A., S. Khotimah dan R. Linda. Daya Antagonis Jamur *Trichoderma* sp. Terhadap Jamur *Diplodia* sp. Penyebab Busuk Batang Jeruk Siam (*Citrus nobilis*). *Probiot*. 3 (2) : 106-110.
- Susiana, P dan R. B. Hastuti. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora*

- infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Bioma*. 11 (1) : 24-32
- Purwantisari, S., R. S. Ferniah dan B. Raharjo. 2008. Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh (Busuk Umbi Kentang) dengan Agens Hayati Jamur – Jamur Antagonis Isolat Lokal. *Bioma*. 10 (2) : 13-19
- Purwantisari, S., A. Priyatmojo., R. P. Sancayaningsih dan R. S. Kasiamdari. 2015. Aplikasi Jamur Antagonis *Trichoderma viride* Terhadap Pengurangan Intensitas Serangan Penyakit Hawar Daun Serta Hasil Tanaman Kentang. *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. Hal. 210- 215
- Purwantisari, S dan Rini, B. H. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *BIOMA*. 11 (1) : 24-32
- Sundari, A., S. Khotimah., R. Linda. 2014. Daya Natagonis Jamur *Trichoderma* sp. Terhadap Jamur *Diplodia* sp. Penyebab Busuk Batang Jeruk Siam (*Citrus nobilis*). *Jurnal Probiort*. 3 (2) : 106-110
- Susilawati., D.P Priadi and D.H. Utami. 2017. The Variability of *Lansium domesticum* Corr. (Duku) Accesion Based On The Characters of Morphology, Physiology and Anatomy in Musi Rawas Regency, South Sumatra Indonesia. *Malays Application Biology*. 46 (4) : 85-9
- Supriatna, A dan Suparwoto. 2010. Teknologi Pembibitan Duku dan Prospek Pengembangannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29 (1) : 19-24

LAMPIRAN**Lampiran 1. Isolasi Jamur Patogen *Phytophthora palmivora***

Lampiran 2. Isolasi Jamur Patogen dan Jamur Antagonis

Lampiran 3. Uji Antagonisme *Phytophthora palmivora* menggunakan *Trichoderma* sp.



Uji antagonisme Hari ke - 1



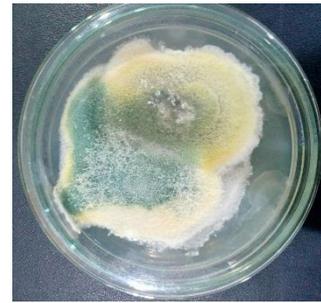
Uji antagonisme Hari ke - 2



Uji antagonisme Hari ke - 3



Uji antagonisme Hari ke - 4



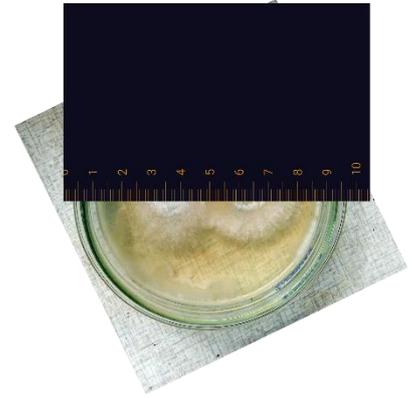
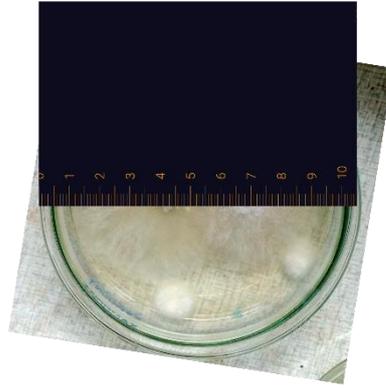
Uji antagonisme Hari ke - 5



Uji antagonisme Hari ke - 6



Uji antagonisme Hari ke - 7

Lampiran 4. Pengukuran r_1 dan r_2 pada koloni

Lampiran 5. Perhitungan Persentase Penghambatan

$$\begin{aligned} P1 : DH &= \frac{(r1-r2)}{r1} \times 100\%. \\ &= \frac{(2.7-0.7)}{2.7} \\ &= 74.07 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P2 : DH &= \frac{(r1-r2)}{r1} \times 100\%. \\ &= \frac{(2.5-1.5)}{1.5} \\ &= 40 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P3 : DH &= \frac{(r1-r2)}{r1} \times 100\%. \\ &= \frac{(1.5-1)}{1.5} \\ &= 33.33 \% \end{aligned}$$

Lampiran 6. Gejala penyakit kanker batang pada tanaman Duku

Bagian Sekitar Pangkal Batang Duku



Bagian Batang Duku



Bagian Cabang dan Pucuk Tanaman Duku