

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan kelapa sawit tidak terlepas dari gangguan penyakit tanaman. Salah satu gangguan penyakit yang menginfeksi tanaman kelapa sawit adalah penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) (Idris dan Norman, 2016). Saat ini penyakit BPB merupakan penyakit yang penting, terutama pada kebun-kebun kelapa sawit (Susanto *et al.*, 2013).

Penyebab penyakit BPB adalah infeksi cendawan patogen *Ganoderma* sp. Gejala terlihat secara visual yaitu ditandai dengan gejala nekrosis pada helai daun dan mengering, kemudian diikuti dengan kematian tanaman (Susanto *et al.*, 2013). Cendawan *Ganoderma* sp berada di tanah dan bagian tanaman, terutama jaringan pengangkut. Hal tersebut menyebabkan translokasi fotosintat dari akar ke bagian tanaman lain terhambat. Translokasi yang terhambat tersebut menyebabkan tanaman tidak bisa melakukan metabolisme untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Lakitan, 2014). Ada dua kerugian yang disebabkan oleh *Ganoderma* sp yakni kerugian langsung dan tidak langsung. Kerugian langsung berhubungan dengan produksi yang rendah karena kematian tanaman kelapa sawit yang signifikan per hektar area mencapai 50% (Purwanto *et al.*, 2016). Potensi kerugian akibat penyakit BPB diperkirakan mencapai lebih dari 250 juta dolar per tahun untuk tingkat kejadian penyakit di lapangan (Salsabila *et al.*, 2022). Sementara kerugian tidak langsung berhubungan dengan penurunan berat buah kelapa sawit. *Ganoderma* sp yang menyerang tanaman membuat berat batang tanaman menjadi berkurang yang akhirnya membuat tanaman tidak berbuah.

Upaya pengendalian yang telah dilakukan diantaranya secara kultur teknis yakni sanitasi sumber infeksi, sistem penanaman *hole in hole*, dan pembedahan, secara kimiawi yang paling sering digunakan oleh petani adalah fungisida (Anggraini, 2017). Penggunaan fungisida terus menerus akan menimbulkan masalah baru yang dapat membunuh organisme menguntungkan, pencemaran lingkungan dan berkurangnya keanekaragaman hayati. Pengendalian secara kimia harus dikurangi salah satunya dengan memanfaatkan mikroba dalam pengendalian penyakit tanaman. Mikroba sebagai agen hayati sudah banyak diisolasi, namun menemukan mikroba yang potensial dalam pengendalian penyakit tanaman perlu dikaji, salah satu upaya adalah mengeksplorasi mikroba *indigenous* tanaman kopi dalam rangka menemukan sumberdaya genetik baru yang berpotensi sebagai pengendalian secara hayati.

Pengendalian secara hayati seperti penggunaan cendawan *Trichoderma* sp merupakan alternatif yang saat ini banyak diteliti dan digunakan sebagai pengendalian penyakit tanaman (Amaria *et al.*, 2013; Gusnawaty *et al.*, 2014; Syahputra *et al.*, 2017). *Trichoderma* sp merupakan cendawan parasit yang menyerang banyak jenis cendawan penyebab penyakit tanaman dan memiliki kisaran mikroparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman. Cendawan *Trichoderma* sp dapat menjadi hiperparasit, antibiosis, dan interferensi hifa pada beberapa jenis cendawan penyebab penyakit tanaman, pertumbuhannya sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman tingkat tinggi (Berlian *et al.*, 2013). Menurut hasil penelitian Afandi *et al.*, (2017) *Trichoderma viride* asal tanaman kelapa sawit dapat menekan pertumbuhan *Ganoderma* sp dengan persentase penghambatan tertinggi (79,21%), sedangkan *Trichoderma* sp asal

tanaman karet dapat menghambat pertumbuhan *Rigidoporus microporus* dengan persentase (86,07%) (Yulia *et al.*, 2022).

Berdasarkan masalah diatas maka perlu dikaji penelitian dengan judul Uji Antagonisme Cendawan *Trichoderma* sp terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Kelapa Sawit secara *In Vitro*.’

1.2 Rumusan Masalah

Pengendalian penyakit pada tanaman kelapa sawit sudah dilakukan dengan berbagai cara. Cara pengendalian yang saat ini sedang dikembangkan dan ramah lingkungan adalah pengendalian secara hayati dengan menggunakan mikroorganisme antagonis. Mikroorganisme antagonis mempunyai pengaruh berlawanan terhadap mikroorganisme patogen sehingga pemanfaatan cendawan *Trichoderma* sp sebagai agen pengendali hayati merupakan salah satu alternatif. Pengendalian yang perlu dicoba untuk mengendalikan penyakit Busuk Pangkal Batang. Perlu dilakukan uji secara *in vitro* untuk mengetahui potensi daya hambat antagonis dari *Trichoderma* sp terhadap cendawan *Ganoderma* sp.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi kemampuan daya hambat *Trichoderma* sp terhadap pertumbuhan *Ganoderma* sp secara *in vitro*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi peneliti, petani dan masyarakat tentang kemampuan *Trichoderma* sp sebagai agen hayati dalam menekan pertumbuhan *Ganoderma* sp.
2. Cendawan *Trichoderma* sp memiliki potensial untuk pengendalian penyakit busuk pangkal batang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

Klasifikasi botani tanaman kelapa sawit menurut Dewanto, (2014) diuraikan sebagai berikut; Kingdom: Plantae; Divisi: *Tracheophyta*; Subdivisi: *Pteropsida*; Kelas: *Angiospermae*; Ordo: *Arecales*; Familia: *Arecaceae*; Genus: *Elaeis*; Spesies: *Elaeis guineensis* Jacq. Tanaman kelapa sawit dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bagian vegetatif dan bagian generatif. Bagian vegetatif kelapa sawit meliputi akar, batang dan daun, sedangkan bagian generatif yang merupakan alat perkembangbiakan terdiri dari bunga dan buah (Andoko dan widodoro,(2013).

Secara umum, sistem perakaran kelapa sawit lebih berada dekat dengan permukaan tanah, tetapi pada keadaan tertentu akar juga bisa menjelajah lebih dalam. Sistem perakaran kelapa sawit merupakan sistem akar serabut, terdiri dari akar primer, sekunder, tersier, dan kuarter. Akar primer umumnya berdiameter 6-10 mm, keluar dari pangkal batang dan menyebar secara horizontal dan menghujam ke dalam tanah dengan sudut yang beragam, akar primer bercabang membentuk akar sekunder diamternya 2-4 mm, akar sekunder bercabang membentuk akar tersier yang berdiameter 0,7-1,2 mm dan umumnya bercabang lagi membentuk akar-akar kuarter (Pujokusumo, 2017).

Tanaman kelapa sawit termasuk tanaman monokotil sehingga tanaman ini tidak mempunyai kambium dan pada umumnya tidak bercabang. Batang berbentuk silinder dengan diameter antara 20-75 cm atau bergantung pada keadaan lingkungan. Selama beberapa tahun, minimal 12 tahun, batang tertutup

rapat oleh pelepah daun. Tinggi batang bertambah kira-kira 45 cm/tahun, tetapi dalam lingkungan yang sesuai dapat mencapai 100 cm/tahun. Tinggi maksimum tanaman kelapa sawit yang ditanam di daerah perkebunan adalah 15-18m. Tanaman yang terlalu tinggi akan menyulitkan pemetikan buahnya, maka perkebunan kelapa sawit menghendaki tanaman yang pertambahan tinggi batangnya rendah (Sunarko, 2014).

Daun kelapa sawit merupakan daun majemuk. Daun berwarna hijau tua dan pelapah berwarna sedikit lebih muda. Susunan daun kelapa sawit mirip dengan kelapa (*nyiur*), yaitu membentuk daun menyirip. Letak daun pada batang mengikuti pola tertentu yang disebut filotaksis. Daun yang berurutan dari bawah keatas membentuk suatu spiral dengan rumus daun $1/8$. Terdapat dua pola filotaksis yang secara sederhana dapat dikatakan yang satu berputar ke kiri tidak berbeda dengan yang kanan dan produktivitas pohon dengan kedua pola ini pun tidak berbeda nyata (Suwanto *et al.*, 2014).

Daun terdiri atas tangkai daun yang pada kedua tepinya terdapat dua baris duri. Tangkai daun bersambung dengan tulang daun utama yang jauh lebih panjang dari tangkai dan pada kiri-kanannya terdapat anak-anak daun. Tiap anak daun terdiri atas tulang anak daun dan helai daun. Anak daun yang terpanjang (pada pertengahan daun) dapat mencapai 1,2 meter. Jumlah anak daun dapat mencapai 250-300 helai per daun. Jumlah produksi daun adalah 30-40 daun per tahun pada pohon-pohon yang berumur 5-6 tahun, setelah itu produksi daun menurun menjadi 20-25 daun per tahun (Purwanto, 2016).

Tanaman kelapa sawit bersifat *monoecious* atau berumah satu. Bunga jantan dan bunga betina terdapat dalam satu tanaman, namun tandan bunga jantan

terpisah dengan tandan bunga betina dan memiliki waktu pematangan berbeda sehingga sangat jarang terjadi penyerbukan sendiri. Bunga jantan memiliki bentuk lancip dan panjang, betina terlihat lebih besar apalagi saat sedang mekar (Pahan, 2015)

Buah disebut juga *fructus*. Pada umumnya tanaman kelapa sawit yang tumbuh baik dan subur akan menghasilkan buah dan siap panen pertama pada umur sekitar 3,5 tahun. Kelapa sawit rata-rata menghasilkan buah 20-22 tandan/tahun. Untuk tanaman yang semakin tua produktivitasnya akan menurun menjadi 12-14 tandan/tahun. Untuk tahun pertama berat buah berkisar antara 3-6 kg, tetapi semakin tua berat buah bisa mencapai 25-35 kg/tandan (Rahayu, 2016).

Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik pada suhu 27°C dengan suhu maksimum 33°C dan suhu minimum 22°C. Curah hujan rata-rata tahunan yang memungkinkan untuk pertumbuhan kelapa sawit adalah 1250-3000 mm yang merata sepanjang tahun, curah hujan optimal berkisar 1750-2500 mm. Lama penyinaran matahari optimal adalah 6 jam per hari dan kelembaban untuk kelapa sawit pada kisaran 50-90% (optimal 80%). Posisi ketinggian untuk pengembangan kelapa sawit adalah kurang dari 400 m dari permukaan laut. Tanaman kelapa sawit dapat diusahakan pada tanah yang memiliki tekstur agak kasar sampai halus yaitu antara pasir berlempung sampai lempung berliat (Evizal, 2014).

2.2 Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Tanaman Kelapa Sawit

Penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) disebabkan oleh cendawan *Ganoderma* sp merupakan salah satu patogen yang menyerang kelapa sawit. Penyakit ini merupakan penyakit terpenting pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Secara sistematika cendawan *Ganoderma* sp tergolong ke dalam

kingdom: Fungi; fylum: *Basidiomycota*; kelas: *Basidiomycetes*; ordo: *Polyporales*; family: *Polyporaceae*; divisi: *Eumycophyta*; genus: *Ganoderma* (Sasmito, 2017). Mulanya, cendawan *Ganoderma* sp hanya menyerang tanaman kelapa sawit yang berumur lebih dari 25 tahun, tetapi pada dasawarsa terakhir ini dapat menyebabkan kerugian besar pada tanaman yang berumur 10-15 tahun, bahkan sekarang penyakit ini ditemukan dapat menyerang pembibitan kelapa sawit. Penyakit ini telah menyebabkan kematian kelapa sawit hingga 50% atau lebih dari populasi kelapa sawit di beberapa perkebunan di Indonesia (Purwanto *et al.*, 2016). Morfologi tubuh buah *Ganoderma* sp dapat mencapai diameter 30 cm. dengan warna permukaan atas tubuh buah kecoklatan dengan garis putih kekuningan. Pada saat matang, bagian atas tubuh buah mengkilat dan bagian bawah berwarna putih suram yang terdiri atas pori tempat terbentuknya basidium berupa tabung hialin bulat dengan diameter 12 μm . Basidiospora berwarna kecoklatan dengan ukuran 11 μm x 7 μm (Susanto *et al.*, 2013).

Laju perkembangan cendawan *Ganoderma* sp dapat ditularkan melalui tiga cara, yaitu basidiospora yang terbawa udara akan mengendap di permukaan tanah atau pelepah yang dipangkas atau daun yang rusak pada pohon kelapa sawit yang masih berdiri secara pasif akibat embun dan hujan. Basidiospora di permukaan tanah dipindahkan oleh air atau serangga ke dalam rizosfer dan membentuk koloni pada akar tersier (Pilloti, 2018). Selain itu, laju pertumbuhan cendawan *Ganoderma* sp juga dipengaruhi oleh habitat tinggal, salah satunya sifat tanah, suhu, pH dan ketersediaan nutrisi. *Ganoderma* sp dapat tumbuh pada kisaran pH 3.0-8.5 dengan suhu optimal 30⁰C dan terganggu pertumbuhannya

pada suhu 15⁰C dan 35⁰C dan tidak dapat tumbuh pada suhu 40⁰C (Elfina *et al.*, 2016).

Gejala yang ditimbulkan oleh penyakit BPB dapat dilihat pada pelepah tanaman kelapa sawit yang mulai tampak layu serta berwarna pucat, kemudian daun akan mengalami nekrosis yang diawali pada daun yang sudah tua hingga menyebar ke daun yang lebih muda, setelah nekrosis menyebar pada seluruh daun maka pelepah yang tadinya layu akan perlahan patah dan menggantung, dalam kondisi serangan yang lebih berat timbul gejala pada daun setelah 6-12 bulan serangan penyakit, pada pangkal batang menghitam dan keluar getah pada bagian yang terinfeksi fungi dan tanaman pada akhirnya akan tumbang dan mati (Puspitasari, 2014). Namun perlu diketahui bahwa gejala pada tahap awal infeksi cendawan *Ganoderma* sp sangat sulit dilihat dengan gejala paling awal sering pada dedaunan saat infeksi telah berkembang sebesar 60-70% (Chong *et al.*, 2017).

2.3 Cendawan *Trichoderma* sp

Cendawan *Trichoderma* sp mempunyai habitat yang tersebar luas pada berbagai jenis tanah dan substrat organik. Cendawan ini terdiri dari berbagai spesies dan kriteria yang berbeda-beda. Diklasifikasikan menurut (Darwis dan Motandang, 2016) Kingdom : *Fungi*, Divisi : *Eumycota*, Sub divis : *Deuteromycotina*, Klas : *Hypomycetes*, Ordo : *Hypales*, Famili : *Moniliaceae*, Genus : *Trichoderma*.

Trichoderma sp merupakan salah satu cendawan saprofit yang hidup memanfaatkan sumber karbon sebagai substrat makanan. Lebih dari 50% komponen berat kering penyusun *Trichoderma* sp. berupa karbon (C). Menurut Alviodinasyari *et al.*, (2015) senyawa organik ini digunakan sebagai struktur

utama dalam penyediaan energi untuk sel. Pada proses oksidasi beberapa senyawa organik yang digunakan oleh cendawan sebagai sumber karbon adalah karbohidrat (monosakarida, gula alkohol, polisakarida dan oligosakarida), asam organik dan karbondioksida. Oleh sebab itu, cendawan ini mampu tumbuh di berbagai jenis tanah dan habitat yang terdapat sumber karbon di dalamnya. *Trichoderma* sp akan lebih cepat tumbuh pada bagian perakaran tanaman yang digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah (Gusnawathy *et al.*, 2014).

Pada umumnya koloni *Trichoderma* sp adalah kompak, kekompakan ini berhubungan dengan struktur konidioformnya yang sebagian besar koloninya membentuk zona mirip cincin yang khas dan jelas. Warna koloni ada yang kuning, kekuningan dan hijau. Ujung konidioformnya terbentuk fialid dengan bentuk seperti botol. Konidia berwarna hijau dan jernih dengan bentuk konidia sebagian besar bulat (Ramadhan, 2015).

2.3.1 Jenis dan Morfologi *Trichoderma* sp

2.3.1.1 *Trichoderma Harzianum*

Morfologi makroskopis dari *Trichoderma Harzianum* pada media PDA pada suhu kamar, memiliki warna putih di awal pertumbuhan hingga hari ke-3. Pada hari ke-6 berubah menjadi hijau muda sebelum akhirnya menjadi hijau tua pada hari ke-9 dengan bentuk koloni Oval (Gusnawathy *et al.*, 2014).



Gambar 2. 1 *Trichoderma Harzianum*
Sumber : (Zin dan Badaluddin, 2020)

2.3.1.2 *Trichoderma Viride*

Morfologi makroskopis dari *Trichoderma viride* pada media PDA pada suhu kamar. Ciri makroskopisnya dari koloni *Trichoderma viride* bewarna hijau tua pada pada hari ke 4 dan berbentuk oval. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur fialid panjang dan tipis serta setiap fialid ditumbuhi massa konidia berbentuk botol (Sakthivel *et al*, 2016).



Gambar 2. 2 *Trichoderma Viride*
Sumber : (Zin dan Badaluddin, 2020)

2.3.1.3 *Trichoderma Asperellum*

Kenampakan morfologi makroskopis dari *Trichoderma Asperellum* pada media PDA memiliki warna putih kehijauan pada pada hari ke 4 (Okwusogu *et al.*, 2014). Secara mikroskopis memperlihatkan bahwa konidiofor berbentuk tegak dan bercabang serta pada struktur fialid, tebal dan tipis. Warna kehijauan terlihat bagian konidia bergerombol dan berbentuk bulat.



Gambar 2. 3 *Trichoderma Asperellum*
Sumber : (Zin dan Badaluddin, 2020)

2.3.2 *Trichoderma* sp Sebagai Agen Hayati Pengendalian Penyakit Tanaman

Trichoderma sp merupakan salah satu cendawan yang dapat menjadi agen hayati karena bersifat antagonisme bagi cendawan lainnya, terutama yang bersifat patogen (Darwis dan Syahnen, 2014). Mekanisme utama dalam pengendalian patogen tanaman yang bersifat menular di dalam tanah oleh cendawan antagonis *Trichoderma* sp terjadi melalui mikoparasitisme atau antibiosis. *Trichoderma* sp dapat menghasilkan beberapa antibiotik seperti *alamethicin*, *paracelsin*, *trichotoxin* yang dapat menghancurkan sel cendawan melalui kerusakan terhadap permeabilitas membran sel dan *enzim kitinase*, *laminarinase* yang dihasilkan *Trichoderma* sp dapat menyebabkan lisis dinding sel. *Trichoderma* sp juga dapat memparasit miselium cendawan lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk mengambil zat nutrisi dari dalam sel sehingga cendawan menjadi mati. *Trichoderma* sp dalam proses kompetisi mempunyai kemampuan memperebutkan tempat hidup dan sumber nutrisi di dalam tanah atau di sekitar perakaran tanaman. *Trichoderma* sp mempunyai kemampuan melakukan interferensi hifa. Hifa *Trichoderma* sp akan mengakibatkan perubahan permeabilitas dinding sel, pemptiran sel, terbentuknya vakuola, kehilangan warna dan berakhir dengan hancurnya hifa cendawan patogen (Syahnen dan Darwis, 2015).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Pasir Pengaraian, Jl. Tuanku Tambusai, Rambah Hilir, Kabupaten Rokan Hulu, Riau. Waktu pelaksanaan dari bulan Februari sampai Maret 2024.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *Potato Dextrosa Agar* (PDA), *Water Agar* (WA), isolat cendawan *Trichoderma* sp koleksi Laboratorium Fitopatologi Balai Penelitian Tanaman Industri (BALITTRI), isolat cendawan *Ganoderma* sp koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas pertanian Universitas Riau, kentang, gula, bubuk agar, spiritus, aquades, alkohol 70%, aluminium foil, tisu, plastik, label, dan plastik warp.

Adapun alat-alat yang digunakan adalah jarum ose, cawan petri, erlenmeyer 250 ml, kaca objek, kaca penutup, gelas kimia 100 ml, timbangan digital, mikropipet, tabung reaksi, korek api, lampu bunsen, *cork borer*, oven, *laminar air flow*, kompor gas, panci, kulkas, *autoclave*, mikroskop, buku tulis, pena, penggaris, pensil, dan penghapus.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pembuatan PDA (*Potato Dextrosa Agar*)

PDA adalah media yang digunakan sebagai media perbanyakan cendawan. Media PDA yang dibuat dengan menggunakan bahan dalam formula 1 liter air aquades steril, kentang 200 g, *Dextrosa* (gula pasir) 20 g dan bubuk agar 20 g. Cara membuatnya adalah kentang dikupas bersih, dicuci dengan air bersih

dan dipotong kecil kira-kira 1 cm². Kentang tersebut kemudian direbus dengan 1 liter aquades steril selama ± 15-20 menit atau sampai air rebusan berwarna kekuningan (kentang menjadi lunak). Air hasil rebusan tersebut dituang ke dalam 4 erlenmeyer 250 ml yang sebelumnya telah diisi 5 g gula pasir dan 5 g bubuk agar dan diaduk hingga merata. Selanjutnya Erlenmeyer ditutup menggunakan aluminium foil dan disterilkan dalam *autoclave* selama ±15 menit pada suhu 121 °C dengan tekanan 1 atm. Setelah mencapai suhu ± 37 °C, PDA dituangkan pada cawan petri untuk dapat digunakan (Alviodinasyari *et al.*, 2015).

3.3.2 Sterilisasi Alat

Alat yang terbuat dari kaca serta tahan panas seperti cawan petri, gelas kimia, kaca objek, kaca penutup, erlenmeyer, tabung reaksi dan lainnya di sterilisasikan ke dalam *autoclave*. Sterilisasi pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama ±15 menit. Sementara alat yang tidak tahan panas disterilisasikan dengan menggunakan alkohol 70%.

3.3.3 Identifikasi Cendawan *Trichoderma sp*

Isolat murni cendawan diidentifikasi di Laboratorium Terpadu Balittri berdasarkan makroskopis dan mikroskopisnya. Makroskopis diidentifikasi berdasarkan visual dengan menggunakan mata secara langsung (Pulungan, 2018). Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan cara *slide cultur*, biakan murni cendawan diambil secara aseptis menggunakan jarum inokulasi dan diletakkan di atas permukaan kaca objek, yang telah diberi *Water Agar* (WA), guna untuk membantu mengamati struktur mikroskopisnya. Setelah itu, preparat ditutup dengan kaca penutup dan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Identifikasi cendawan mengacu pada buku identifikasi Watanabe (2002).

3.3.4 Peremajaan Cendawan *Trichoderma* sp

Isolat cendawan *Trichoderma* sp koleksi Laboratorium Fitopatologi Balitri. Cendawan *Trichoderma* sp diremajakan dengan cara mengambil dari PDA miring menggunakan jarum ose. Cendawan *Trichoderma* sp ditanam pada cawan petri yang berisi media PDA baru. Kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 5-7 hari.

3.3.5 Peremajaan Cendawan Patogen (*Ganoderma* sp)

Isolat cendawan *Ganoderma* sp diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Faperta UNRI. Cendawan patogen *Ganoderma* sp diremajakan dengan cara mengambil miselium dari PDA miring menggunakan jarum ose, ditanam ke media media PDA baru. Selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar selama 5-7 hari.

3.4 Parameter Pengamatan

3.4.1 Karakteristik Cendawan *Trichoderma* sp

3.4.1.1 Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis

Pengamatan makroskopis dilakukan secara visual terhadap isolat selama 5-7 hari setelah inkubasi (HSI) meliputi warna miselium dan bentuk koloni (Pulungan, 2018). Sedangkan mikroskopis yang diamati berupa hifa bersekat atau tidak bersekat, pertumbuhan hifa (beranting atau tidak beranting), bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan). (Watanabe, 2002).

3.4.2 Karakteristik Cendawan Patogen (*Ganoderma* sp)

3.4.2.1 Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis

Pengamatan makroskopis dilakukan secara kasat mata. Isolat diamati selama 5-7 (HSI). Meliputi warna miselium dan bentuk koloni (Pulungan, 2018).

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan melihat bentuk basidiospora menggunakan mikroskop (Watanabe, 2002).

3.4.3 Diameter Koloni Cendawan

Pengamatan terhadap diameter koloni cendawan pada media PDA untuk tiap unit isolat dilakukan setiap hari. Pengukuran diameter dilakukan hingga memenuhi cawan petri. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah penggaris. Pengukuran diameter koloni dilakukan dengan cara membuat garis vertikal dan horizontal yang berpotongan tepat pada titik tengah koloni cendawan pada bagian bawah cawan petri. Berdasarkan Elfina *et al.*, (2015) cara pengukuran diameter koloni pada cawan petri berdasarkan rumus berikut :

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan :

D = Diameter cendawan

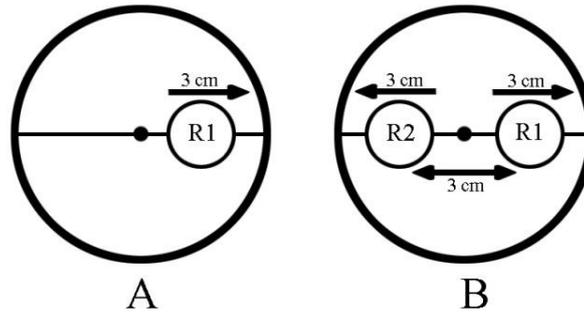
d1 = Diameter vertikal koloni cendawan

d2 = Diameter horizontal koloni cendawan

3.4.4 Uji Daya Hambat *Trichoderma* sp terhadap Cendawan Patogen

Pengujian daya hambat *Trichoderma* sp terhadap Cendawan patogen dilakukan biakan ganda (*dual culture*) secara *duplo*. Pengambil masing-masing cendawan dengan arah berlawanan berjarak 3 cm antara kedua isolat. Mengambil menggunakan *cork borer* berdiameter 0,5 cm. Kemudian diinokulasikan pada cawan petri yang berisi media PDA. Persentase penghambat dapat dihitung dengan rumus (Amaria *et al.*, 2013):

$$P = \frac{RI - R2}{R1} \times 100\%$$



Gambar 3. 1 *Dual Culture*

Keterangan :

P : Persentase penghambatan (%)

R1 : Diameter koloni patogen pada biakan kontrol (A)

R2 : Diameter koloni patogen pada perlakuan (B)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan karakteristik, diameter koloni dan uji antagonis cendawan *Trichoderma* sp terhadap *Ganoderma* sp di sajikan dalam bentuk deskriptif.