

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan strategis yang menjadi tulang punggung ketahanan pangan di Indonesia dan dunia. Sekitar 3,5 miliar orang di dunia mengonsumsi beras sebagai makanan pokok, dan lebih dari 90% produksi globalnya berasal dari Asia (FAO, 2023). Komoditas padi di Indonesia tidak hanya memiliki nilai ekonomi tetapi juga nilai sosial dan politik yang tinggi karena menjadi sumber utama karbohidrat serta mata pencaharian jutaan petani. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2023), produksi padi nasional pada tahun 2022 mencapai 54,6 juta ton gabah kering giling (GKG), meningkat dibandingkan tahun sebelumnya. Meskipun demikian, peningkatan produksi masih perlu terus dilakukan untuk mendukung ketahanan pangan nasional yang semakin menantang dari waktu ke waktu.

Produktivitas padi yang terus meningkat tetap menghadapi berbagai hambatan, terutama gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti hama dan penyakit. Penyakit yang disebabkan oleh patogen cendawan, bakteri, dan virus telah dilaporkan menurunkan hasil panen secara signifikan pada berbagai kondisi agroekologi. IRRI (2022) mencatat bahwa penyakit tanaman dapat mengurangi hasil padi hingga 30–40% pada kondisi epidemi, tergantung varietas dan lingkungan tumbuh. Salah satu penyakit yang dianggap paling merusak dan berpotensi menyebabkan kegagalan panen adalah penyakit blas. Dampak penyakit tersebut tidak hanya mengurangi hasil tetapi juga mengancam stabilitas pendapatan petani, terutama pada wilayah sentra produksi padi di Indonesia.

Penyakit blas yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia oryzae* (sin. *Magnaporthe oryzae*) merupakan salah satu penyakit paling destruktif karena mampu menyerang daun, batang, dan leher malai. Infeksi yang parah dapat menyebabkan bercak belah ketupat yang berkembang menjadi nekrosis luas hingga akhirnya menurunkan hasil secara drastis. IRRI (2023) melaporkan bahwa penyakit blas dapat menyebabkan kehilangan hasil antara 10–50%, tergantung tingkat keparahan dan kondisi lingkungan. Keberadaan penyakit ini di Indonesia cukup tinggi, terutama di wilayah dengan kelembapan tinggi seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Sulawesi Selatan. Tantangan semakin besar karena *P. oryzae* memiliki kemampuan beradaptasi dan bermutasi dengan cepat sehingga sulit dikendalikan melalui metode konvensional seperti penggunaan varietas tahan atau fungisida kimia.

Upaya pengendalian penyakit blas umumnya dilakukan melalui penggunaan varietas tahan, pengaturan pola tanam, dan aplikasi fungisida. Meskipun fungisida sering memberikan hasil cepat, penggunaannya secara intensif dapat menimbulkan residu, resistensi patogen, serta kerusakan ekosistem tanah (Abadi et al., 2023). Di sisi lain, varietas tahan sering kehilangan efektivitasnya karena evolusi patogen yang terus berlangsung. Keterbatasan ini

mendorong perlunya pendekatan pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu pendekatan tersebut adalah pengendalian hayati (biological control), yaitu pemanfaatan mikroorganisme antagonis untuk menekan perkembangan patogen. Pendekatan ini dinilai lebih aman karena tidak meninggalkan residu serta dapat meningkatkan kesehatan tanah dan tanaman (Harman et al., 2021).

Cendawan antagonis seperti *Penicillium* dan *Aspergillus* merupakan mikroorganisme yang memiliki potensi besar dalam pengendalian patogen tanaman, termasuk *P. oryzae*. Kedua genus ini diketahui menghasilkan berbagai senyawa bioaktif seperti asam organik, gliotoksin, dan metabolit sekunder lainnya yang bersifat antifungal (Wulan Muna, 2024). Tidak hanya melalui mekanisme antibiosis, keduanya juga mampu bersaing dalam memperebutkan nutrisi serta melakukan mikoparasitisme terhadap patogen (Gupta et al., 2021). Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa *Penicillium chrysogenum* dan *Aspergillus niger* mampu menekan pertumbuhan *P. oryzae* secara signifikan pada uji *in vitro*, bahkan ekstrak metabolit *Penicillium* dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan miselium hingga 70% (Suryadi et al., 2015). Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih terbatas pada skala laboratorium, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut melalui uji *in vivo* untuk mengetahui efektivitasnya pada tanaman padi di lingkungan lapangan yang lebih kompleks.

Kemudian daripada tantangan penyakit, permasalahan irigasi juga menjadi faktor krusial yang harus diperhatikan dalam budidaya padi. Ketersediaan air, terutama dari sumber air permukaan seperti sungai, cenderung stagnan sementara kebutuhan terus meningkat, sehingga efisiensi penggunaan air perlu segera diterapkan (Sari, 2005). Irigasi berperan besar dalam menentukan kualitas pertumbuhan tanaman, mengingat air dibutuhkan dalam berbagai proses fisiologis seperti pembentukan anakan, fotosintesis, hingga pengisian bulir. Perubahan iklim, keterbatasan sumber daya air, serta meningkatnya kebutuhan produksi menjadikan sistem irigasi yang efisien sebagai aspek strategis dalam menjaga keberlanjutan produksi padi (Leon et al., 2022).

Metode irigasi konvensional berupa genangan kontinu telah lama digunakan karena efektif dalam menjaga kelembapan tanah dan menekan pertumbuhan gulma. Namun, penggunaan air yang sangat tinggi dan potensi peningkatan emisi gas rumah kaca dari kondisi tanah yang anaerobik menjadi kelemahan yang harus diantisipasi (Dahlgren et al., 2024). Untuk mengatasi hal tersebut, sistem irigasi alternatif seperti *macak-macak* atau jenuh air mulai diterapkan. Sistem ini memberikan air hingga tanah berada pada kondisi basah atau jenuh, kemudian dibiarkan mengering sebelum diairi lagi. Sistem *macak-macak* memiliki kemiripan dengan teknologi hemat air *Alternate Wetting and Drying* (AWD) yang terbukti dapat mengurangi penggunaan air hingga 25–70% tanpa menurunkan hasil panen (Huang et al., 2025).

Penerapan sistem irigasi berselang seperti *macak-macak* dan AWD (*Alternate Wetting and Drying*) terbukti tidak hanya menghemat air, tetapi juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perbaikan kondisi perakaran

dan efisiensi pemupukan. Loaiza et al. (2024) melaporkan bahwa irigasi berselang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, menurunkan emisi metana, dan mempertahankan hasil panen setara dengan sistem genangan penuh. Dengan meningkatnya tantangan di sektor pertanian, integrasi sistem irigasi hemat air menjadi semakin relevan untuk mendukung pertanian padi yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim (Surmaini, 2021).

Berdasarkan seluruh uraian tersebut, penyakit blas masih menjadi ancaman serius bagi produktivitas padi nasional, sementara praktik irigasi dan pengelolaan lingkungan turut memengaruhi kesehatan tanaman dan keberlanjutan produksi. Penggunaan cendawan antagonis seperti *Penicillium* dan *Aspergillus* menawarkan solusi ramah lingkungan untuk menekan penyakit sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman. Namun, masih diperlukan kajian lebih komprehensif yang menggabungkan uji in vitro dan in vivo untuk mengetahui efektivitas keduanya di lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas *Penicillium* dan *Aspergillus* dalam menekan *P. oryzae* serta menganalisis pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan ketahanan tanaman padi pada kondisi irigasi berbeda. Hasil penelitian diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan strategi pengendalian hayati yang lebih efektif, berkelanjutan, dan aplikatif di tingkat petani

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini disusun berdasarkan permasalahan dan kerangka konseptual yang telah dijabarkan sebelumnya. Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas cendawan antagonis (*Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp.) dalam menekan pertumbuhan *Pyricularia oryzae* dan meningkatkan ketahanan tanaman padi. Secara khusus, tujuan penelitian ini yaitu menguji kemampuan antagonistik secara *In Vitro* antara cendawan antagonis terhadap pertumbuhan *Pyricularia oryzae*, dengan mengamati zona hambat. Menganalisis pengaruh cendawan antagonis terhadap pertumbuhan tanaman padi, meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, dan bobot gabah kering panen.

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu berkontribusi terhadap pengembangan ilmu fitopatologi dan mikologi pertanian dengan memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai mekanisme antagonisme dari cendawan antagonis yang digunakan terhadap *Pyricularia oryzae*. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkuat teori tentang interaksi mikroba antagonis dengan patogen tanaman pada padi. Selain itu, temuan ini juga menambah referensi ilmiah mengenai potensi cendawan antagonis sebagai agen pengendali hayati (*biocontrol agents*) yang ramah lingkungan dan dapat diaplikasikan secara luas pada sistem pertanian berkelanjutan. Melalui penerapan hasil penelitian ini, diharapkan terjadi peningkatan produktivitas dan efisiensi usaha tani padi secara berkelanjutan. Pengurangan ketergantungan terhadap fungisida kimia akan menurunkan biaya produksi sekaligus meningkatkan nilai jual produk pertanian yang bebas residu pestisida.

1.3. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu diduga adanya pengaruh nyata perlakuan pemanfaatan cendawan antagonis terhadap penekanan pertumbuhan *Pyricularia oryzae* serta pengaruh terhadap pertumbuhan pada tanaman padi.

1.4. Landasan Teori

1.4.1. Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman sereal yang termasuk dalam famili Poaceae dan menjadi sumber pangan utama bagi lebih dari separuh populasi dunia. Secara botani, padi memiliki sistem perakaran serabut, batang berbuku, dan daun berbentuk pita dengan susunan berseling (Lita et al., 2013). Bunga padi berbentuk malai dengan struktur hermaprodit yang menghasilkan bulir atau gabah sebagai organ ekonomis utama. Siklus hidup padi umumnya berlangsung antara 100–150 hari tergantung varietas dan kondisi lingkungan (Hussain et al., 2023). Padi merupakan tanaman C3 yang tumbuh optimal pada suhu antara 25–35°C dengan curah hujan tahunan 1000–2000 mm.

Adapun taksonomi dari tanaman Padi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Poales

Famili : Poaceae

Genus : *Oryza*

Spesies : *Oryza sativa* L (AAJ Permana et al., 2024)

Faktor lingkungan berperan penting dalam menentukan pertumbuhan padi. Kondisi optimal mencakup pH tanah 5,5–7,0, ketersediaan air cukup, dan intensitas cahaya yang stabil. Pada tingkat fisiologis, suhu dan ketersediaan air berpengaruh langsung terhadap proses fotosintesis dan pembentukan malai (Nguyen et al., 2020). Kekurangan air atau stres abiotik lainnya dapat menurunkan aktivitas enzim fotosintetik dan menghambat pembentukan gabah. Oleh karena itu, kondisi agroekosistem yang mendukung menjadi syarat utama keberhasilan budidaya padi.

Kebutuhan hara pada padi sangat spesifik dan menentukan ketahanan tanaman terhadap patogen. Unsur nitrogen (N) berperan dalam pembentukan klorofil dan protein, fosfor (P) mendukung pembentukan akar dan malai, sedangkan kalium (K) berkontribusi terhadap ketahanan terhadap penyakit (Rahman et al., 2021). Kekurangan unsur hara tertentu dapat meningkatkan kerentanan tanaman terhadap infeksi patogen, termasuk *Pyricularia oryzae*. Penelitian oleh Zhao et al. (2022) menunjukkan bahwa ketidakseimbangan N:P:K dapat memperburuk gejala penyakit blas karena peningkatan kadar nitrogen yang berlebihan mendorong pertumbuhan jaringan muda yang rentan terhadap infeksi.

Selain hara makro, unsur mikro seperti silikon (Si), seng (Zn), dan besi (Fe) juga berperan penting dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Silikon, misalnya, terbukti dapat memperkuat dinding sel dan menginduksi ketahanan sistemik terhadap patogen daun (Ma & Yamaji, 2021). Aplikasi silikon pada tanaman padi dilaporkan menurunkan tingkat serangan blas hingga 40% melalui mekanisme penghambatan penetrasi hifa cendawan. Hal ini

menunjukkan adanya keterkaitan erat antara fisiologi tanaman, ketersediaan hara, dan kemampuan adaptif terhadap patogen.

Dengan demikian, keberhasilan produksi padi tidak hanya ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan, tetapi juga oleh keseimbangan nutrisi dan manajemen ekosistem mikroba tanah. Penggunaan agen biologis seperti cendawan antagonis memiliki potensi ganda, yakni menekan patogen sekaligus meningkatkan penyerapan hara melalui peningkatan kesehatan tanah (Ameen et al., 2021). Hal ini menjadi dasar konseptual bagi penelitian yang mengkaji hubungan antara cendawan antagonis, patogen, dan performa tanaman padi.

1.4.2. Penyakit Pada Tanaman Padi

Penyakit blas merupakan salah satu penyakit paling merusak pada tanaman padi dan disebabkan oleh cendawan *Pyricularia Oryzae* (sin. *Magnaporthe oryzae*). Patogen ini mampu menginfeksi berbagai bagian tanaman seperti daun, batang, leher malai, dan bulir. Gejala khas penyakit ini berupa bercak berbentuk belah ketupat berwarna abu-abu di bagian tengah dan tepi cokelat kehitaman (Kumar et al., 2020). Penyebaran penyakit terjadi melalui konidia yang diterbangkan oleh angin atau percikan air, sehingga sangat bergantung pada kelembapan dan suhu lingkungan. Dalam kondisi optimum (kelembapan >90% dan suhu 25–28°C), infeksi dapat berkembang sangat cepat dan menyebabkan epidemi di lahan padi (IRRI, 2023).

Siklus infeksi *P. oryzae* dimulai dari perkecambahan konidia di permukaan daun, diikuti pembentukan apresorium yang berfungsi menembus kutikula tanaman. Setelah penetrasi berhasil, hifa berkembang di dalam jaringan dan mengeluarkan enzim pendegradasi seperti kitinase, protease, dan selulase untuk menghancurkan dinding sel tanaman (Li et al., 2021). Proses infeksi ini memicu respon pertahanan tanaman berupa pembentukan senyawa fenolik dan lignifikasi, namun dalam banyak kasus, patogen mampu mengatasi sistem pertahanan tersebut melalui variasi genetiknya yang tinggi.

Secara global, penyakit blas menyebabkan kehilangan hasil hingga 10–50% setiap tahun (Kusumawati & Istiqomah, 2020). Di Indonesia, penyakit ini sering ditemukan di daerah dataran tinggi dan daerah dengan kelembapan tinggi seperti Jawa Barat dan Sumatera Utara. *P. oryzae* memiliki banyak ras fisiologis, sehingga varietas tahan sering kali kehilangan ketahanannya setelah beberapa musim tanam (Putra et al., 2021). Faktor-faktor lingkungan seperti suhu malam tinggi, curah hujan, dan kelebihan nitrogen juga meningkatkan keparahan penyakit.

Upaya pengendalian penyakit blas umumnya meliputi penggunaan varietas tahan, rotasi tanaman, pengelolaan nutrisi, dan aplikasi fungisida. Namun, efektivitas fungisida semakin menurun akibat munculnya resistensi patogen terhadap bahan aktif tertentu (Chen et al., 2019). Selain itu, penggunaan pestisida sintesis berlebihan menimbulkan residu pada hasil panen dan berdampak negatif terhadap mikroorganisme tanah yang bermanfaat. Keterbatasan ini mendorong eksplorasi strategi alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Pendekatan pengendalian hayati menjadi solusi potensial dalam menghadapi tantangan tersebut. Penelitian oleh Singh et al. (2024) menunjukkan bahwa aplikasi mikroorganisme antagonis dapat menekan intensitas penyakit blas hingga 60% dibanding kontrol kimia. Keberhasilan pengendalian biologis ini sangat bergantung pada kemampuan agen hayati untuk bersaing dan berkolonisasi di rhizosfer padi. Oleh karena itu, penelitian terhadap efektivitas cendawan antagonis terhadap *P. oryzae* menjadi sangat penting untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

1.4.3. Cendawan Antagonis

Cendawan antagonis merupakan kelompok mikroorganisme yang mampu menekan perkembangan patogen tanaman melalui berbagai mekanisme seperti kompetisi nutrisi, hiperparasitisme, antibiosis, dan induksi ketahanan sistemik (Induced Systemic Resistance). Menurut Harman et al. (2021), antagonisme mikroba terjadi ketika satu spesies memanfaatkan sumber daya atau menghasilkan metabolit yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Mekanisme ini menjadikan cendawan antagonis sebagai agen biokontrol yang efisien dan ramah lingkungan dalam sistem pertanian modern.

Salah satu mekanisme utama adalah kompetisi nutrisi dan ruang hidup. Cendawan antagonis seperti *Penicillium* dan *Aspergillus* mampu tumbuh cepat dan memanfaatkan sumber karbon serta nitrogen yang sama dengan patogen, sehingga menekan kolonisasi patogen pada permukaan akar atau daun (Gupta et al., 2021). Selain itu, kemampuan mereka menghasilkan siderofor juga membantu mengikat ion Fe^{3+} di tanah, yang esensial bagi pertumbuhan patogen. Hal ini secara tidak langsung membatasi ketersediaan unsur penting bagi patogen penyebab penyakit.

Mekanisme kedua adalah antibiosis, yaitu produksi metabolit sekunder yang bersifat toksik terhadap patogen. *Penicillium chrysogenum* diketahui menghasilkan senyawa seperti asam penicillinic dan gliotoksin yang dapat menghambat pertumbuhan hifa *P. oryzae* (Al-Shaibani et al., 2022). Demikian pula, *Aspergillus niger* menghasilkan asam organik dan enzim hidrolitik yang mampu mendegradasi dinding sel patogen (Rahmawati et al., 2021). Mekanisme ketiga, hiperparasitisme, melibatkan kontak langsung antara hifa antagonis dan patogen, di mana antagonis menembus, melilit, dan menguraikan dinding sel target melalui sekresi enzim hidrolitik (Muthukumar et al., 2023).

Selain itu, cendawan antagonis juga berperan dalam induksi ketahanan sistemik (ISR) pada tanaman. Mekanisme ini terjadi ketika kolonisasi mikroba pada akar merangsang sistem pertahanan tanaman secara keseluruhan, meningkatkan ekspresi gen pertahanan seperti PR-proteins dan enzim antioksidan (Ameen et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Aspergillus niger* pada tanaman padi dapat meningkatkan aktivitas enzim kitinase dan β -1,3-glukanase yang berfungsi melawan infeksi *P. oryzae* (Rizal et al., 2023).

Berbagai studi telah membuktikan efektivitas cendawan antagonis terhadap patogen padi. Misalnya, penelitian Muthukumar et al. (2023) menemukan

bahwa *Penicillium* spp. mampu menekan pertumbuhan *P. oryzae* hingga 75% pada uji *In Vitro*, sementara aplikasi lapangan menunjukkan penurunan intensitas penyakit sebesar 40%. Hasil ini menunjukkan bahwa agen hayati tidak hanya efektif di laboratorium, tetapi juga berpotensi diaplikasikan pada sistem budidaya nyata. Dengan demikian, pemanfaatan cendawan antagonis merupakan strategi pengendalian yang berkelanjutan, ekonomis, dan sejalan dengan konsep pertanian hijau.

Penelitian oleh Gupta et al. (2021) menjelaskan bahwa *Penicillium* dan *Aspergillus* memiliki kemampuan menghasilkan metabolit sekunder antifungi, seperti asam organik dan gliotoksin, yang dapat menghambat pertumbuhan *P. oryzae* melalui mekanisme antibiosis. Selain itu, keduanya juga bersaing dalam memperebutkan nutrisi di rhizosfer, sehingga menurunkan kemampuan patogen untuk berkolonisasi. Hal ini sejalan dengan teori kompetisi mikroba dalam ekologi tanah, di mana organisme dengan kemampuan metabolik lebih efisien akan mendominasi habitat mikro (Harman et al., 2021).

Dari sisi fisiologi tanaman, keberadaan cendawan antagonis juga dapat mengaktifkan mekanisme *Induced Systemic Resistance* (ISR). Menurut Ameen et al. (2021), ISR terjadi ketika tanaman mengenali sinyal molekuler dari mikroba non-patogen, memicu aktivasi gen pertahanan seperti PR-proteins dan defensin, serta meningkatkan aktivitas enzim protease, peroksidase, dan kitinase. Aktivasi ISR ini dapat memperkuat ketahanan sistemik tanaman terhadap serangan patogen berikutnya tanpa menyebabkan stres fisiologis.

Selain fungsi protektif, *Penicillium* dan *Aspergillus* juga berperan sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF). Beberapa spesies diketahui menghasilkan hormon pertumbuhan seperti asam indol asetat (IAA), giberelin, dan siderofor yang membantu penyerapan hara (Rizal et al., 2023). Teori ini mendukung konsep bahwa aplikasi cendawan antagonis tidak hanya berfungsi sebagai biofungisida, tetapi juga sebagai biofertilizer yang meningkatkan kesehatan tanah dan pertumbuhan tanaman padi.

1.4.4. Smart Application

Suatu aplikasi yang dapat membantu memudahkan seorang peneliti dalam melakukan pemantauan di lapangan. *Smart Application* ini digunakan dalam status online atau terhubung dengan jaringan internet yang memadai agar bisa menyimpan data dengan baik dan akurat. Aplikasi pemantauan digunakan dengan scanning barcode yang telah dibuat. Adapun aplikasi yang digunakan peneliti sebagai berikut:

1.4.4.1 Scan IT to Office

Sebuah penerapan teknologi yang canggih digunakan dalam pemantauan langsung di lapangan yang memiliki akses mudah melalui berbagai jenis perangkat seluler. Aplikasi ini digunakan dengan cara pemindaian QR barcode dan diakuisisi dengan data berbasis formulir. Aplikasi ini memuat berbagai jenis data seperti foto, teks, geolokasi, data jumlah daun, jumlah anakan, dan lain sebagainya. Data dapat diambil secara fleksibel apabila dalam keadaan terhubung ke internet dan

tersanding dengan media penyimpanan yang telah dibuat. Beberapa media penyimpanan yang dapat digunakan untuk menyimpan data untuk aplikasi pihak kedua yaitu *word/exel*, *sheet drive*, *google sheet (add-on)*, *google chrome* dan *database*.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 28 Oktober 2024 – 24 Oktober 2025 di Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin dan *Green House* Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan analitik, polybag, wadah, spatula, *cork borer*, oven, hot plate, panci, pengaduk, Erlenmeyer, bundsen, Cawan Petri, alat tulis, korek, Handphone, tisu, Kaca Preaparatus, Jarum Preparatus, mikroskop compound, Cover Glass, *Laminar Air Flow* (LAF), Autoclave, Haemocytometer dan botol kultur.

Adapun bahan yang digunakan yaitu bibit padi varietas Moeldoko 70 Hari (M70D), tanah, pupuk kandang, kentang, tisu, aquades steril, bubuk agar, gula, aluminium foil, plastik wrap, isolat cendawan antagonis ($S_1L_1A_3$, $S_2L_2^{(A1)}$, $S_1L_1S_2$, $S_1L_2L_2E_2$ dan S_1L_1), isolat patogen murni *Pyricularia Oryzae*, chloramphenicol, media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan alkohol 70%.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan pada penelitian ini yaitu metode percobaan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada uji *In Vitro* dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Masing-masing isolat cendawan antagonis dikultur ganda dengan cendawan patogen *P. oryzae* dan masing-masing isolat cendawan antagonis dan cendawan patogen memiliki kontrol. Kemudian untuk rancangan percobaan yang digunakan pada uji lapangan atau *In Vivo* adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 2 faktor dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah pengairan irigasi dan faktor kedua adalah dengan konsep pengairan macak macak atau jenuh air.

Waktu pengaplikasian cendawan antagonis ke tanaman padi dilakukan dengan menyemprotkan suspensi ke media tanam tanaman padi dengan kerapatan spora 10^6 sebanyak 25 ml pada tiap masing-masing unit percobaan pada hari ke 14 setelah pindah semai. Kemudian mengamati tiap minggu perkembangan pertumbuhan tanaman hingga tanaman memasuki masa panen. Rincian percobaan yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Denah rancangan penelitian

2.3.2. Pembuatan Media PDA & Peremajaan Isolat

Pembuatan media PDA dibuat dengan mencuci terlebih dahulu kentang yang akan digunakan, kemudian mengupas dan menimbang hingga 200 g dan memotong membentuk dadu. Menyiapkan bahan seperti agar-agar sebanyak 17 g, 20 g dektrosa lalu memasukkan kedalam erlenmeyer. Kentang dimasukkan kedalam panci sebanyak 200 g lalu menambahkan 1 L aquades lalu merebus diatas hot plate hingga ekstrak kentang keluar dan menyaring air hasil rebusan setelah mendidih. Memasukkan kedalam erlenmeyer hasil dari rebusan kentang dan kemudian menutup dengan aluminium foil dan wrapping hingga rapat. Media kemudia di sterilisasi di dalam autoclave dengan suhu 121⁰ C dengan durasi waktu 1 jam untuk menghindari kontaminasi dari mikroorganisme yang tidak diinginkan. Mengeluarkan media dari autoclave dan melakukan penuangan ke cawan petri secara aseptis dan disimpan pada suhu ruang.

Peremajaan isolat cendawan dilakukan dengan cara menumbuhkan kembali isolat pada media PDA yang baru dan diinbukasi selama 5-7 hari pada suhu ruang. Isolat cendawan antagonis merupakan koleksi Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D. yang dipakai sebanyak 5 isolat dengan kode isolat S₁L₁A₃, S₂L₂^(A1), S₁L₁S₂, S₁L_BL₂E₂ dan S₁L₁. Sedangkan isolat cendawan *Pyricularia Oryzae* merupakan koleksi Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.

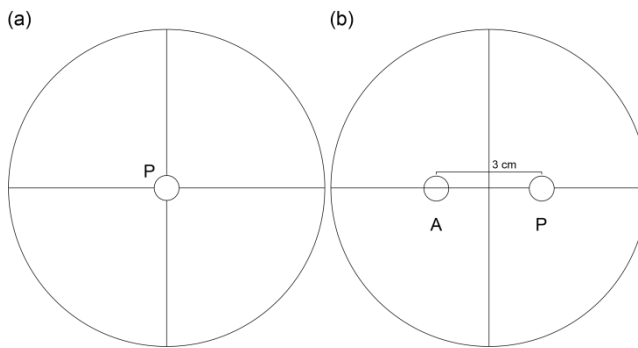
2.3.3. Pengamatan Karakteristik Morfologi

Kultur murni isolat cendawan rizosfer kemudian diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopisnya. Ciri-ciri makroskopis diidentifikasi berdasarkan dengan karakteristik yang diamati seperti warna, permukaan koloni, tepian koloni. Pengamatan dilakukan dengan mengambil isolat cendawan menggunakan jarum preparat kemudian diletakkan diatas kaca preparat. Setelah itu, preparat ditutup dengan cover glass dan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x dan 100x. Ciri-ciri mikroskopis yang diamati meliputi struktur hifa dan bentuk spora.

2.3.4. Uji Antagonis

a. *Dual Culture*

Uji antagonis dilakukan dengan cara metode *dual culture* cawan petri yaitu dengan cara menempatkan isolat cendawan antagonis dan isolat cendawan *P. Oryzae* pada satu cawan petri yang telah berisi media PDA. Isolat cendawan antagonis diambil dengan spatula kemudian diletakkan pada cawan petri berisikan media PDA, begitu juga dengan isolat cendawan *P. Oryzae* dengan meletakkan pada garis diameter yang sejajar, kedua isolat tersebut diletakkan pada cawan petri berisi PDA dengan jarak antar keduanya yaitu 3 cm. Setiap isolat yang diujikan dilakukan pengulangan sebanyak empat kali ditambah dengan kontrol menggunakan cawan petri berisi cendawan *P. Oryzae* yang kemudian diinkubasi pada suhu ruang. Pengamatan pertumbuhan diameter koloni cendawan dilakukan hingga kontrol perlakuan penuh.



Gambar 2 . Layout uji antagonistik Isolat Cendawan antagonis terhadap *P.Oryzae*:
(a) kontrol perlakuan, (b) Dual Culture

Keterangan:

A : Antagonis

P : Patogen

Pengujian ini dilakukan masing-masing pada 5 isolat cendawan antagonis menggunakan ulangan sebanyak empat kali serta kontrol masing-masing menggunakan cendawan antagonis dan cendawan *P.Oryzae* untuk pembandingan sehingga terdapat enam perlakuan dengan kode sebagai berikut.

- P1 : Isolat S₁L₁A₃ vs *P.Oryzae*
 P2 : Isolat S₂L₂^(A1) vs *P.Oryzae*
 P3 : Isolat S₁L₁S₂ vs *P.Oryzae*
 P4 : Isolat S₁L_BL₂E₂ vs *P.Oryzae*
 P5 : Isolat S₁L₁ vs *P.Oryzae*
 P6 : Kontrol *P.Oryzae*

2.3.5. Persiapan Media Tanam

Melakukan pencampuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Sehingga perbandingan tanah dan pupuk kandang yaitu 2 ember tanah dan 1 ember pupuk kandang (untuk seluruh perlakuan) dengan dua faktor perlakuan yaitu irigasi pengairan dan irigasi air jenuh atau macak-macak dengan jumlah total unit perlakuan sebanyak 36 unit percobaan.

2.3.6. Penanaman Padi

Tanaman padi disemai didalam wadah yang berisi tanah yang ternaung oleh air. Metode semaian ini dilakukan dengan cara penaburan benih padi secara menyeluruh dan melakukan penyiraman apabila media semai kering. Melakukan pemindahan dari semaian ketika padi telah berumur 14 HSS (Hari Setelah Semai).

2.3.7. Persiapan dan Aplikasi Suspensi Inokulum

Hasil cendawan yang telah dimurnikan/diremajakan selama 14 hari kemudian dipanen sporanya dengan cara menuangkan air sejumlah 10 ml pada media, kemudian spora di *screap* (dikerok) permukaannya menggunakan pinset, setelah itu dimasukkan kedalam wadah yang berisi 9 mL aquadest, dan dibuat pengenceran berseri mulai dari, 10¹, 10², 10³, 10⁴, 10⁵ dan 10⁶ per mL. Hasil dari pengenceran cendawan tersebut kemudian dihitung kerapatan sporanya dengan haemocytometer dan diamati dengan mikroskop. Kerapatan spora dihitung menggunakan rumus rumus (Gabriel & Riyanto, 1989).

$$S = \frac{t}{(n \times 0,25)} \times 10^6$$

- Keterangan S : Kerapatan spora per mL larutan
 t : Jumlah total spora dalam kotak sampel yang diamati
 n : Jumlah kotak sampel
 0,25 : Faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada Haemocytometer

Pengaplikasian perlakuan pada tanaman dilakukan pada saat padi berumur 15 hari setelah pindah tanam dengan volume pengaplikasian tiap perlakuan yaitu dengan 25 ml x 10⁶ dengan menginokulasikan secara penyiraman pada akar tanaman.

2.4. Parameter Pengamatan

2.4.1. Antagonisme

2.4.1.1. Perhitungan Koloni

Cendawan antagonis ditumbuhkan kembali pada media PDA steril dalam cawan petri, kemudian diinkubasi hingga salah satu isolat memenuhi seluruh cawan petri, mengamati dan mengukur penyebaran koloni setiap hari. Diameter koloni dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

D = Diameter cendawan

d1 = Diameter Vertikal Cendawan endofit tanaman padi

d2 = Diameter Horizontal Cendawan endofit tanaman padi

2.4.1.2. Persentase Daya Hambat

Uji daya antagonistik cendawan endofit dari tanaman padi dilakukan dengan menggunakan metode biakan ganda (*dual culture*). Masing – masing potongan cork borer berdiameter 5 mm diletakkan dibagian pinggir media PDA steril pada cawan petri dengan jarak berlawanan 3 cm. Perhitungan daya antagonistik diamati setiap hari dan dihitung dengan rumus menurut Fokema (1973) dalam (Skidmore, 1976) sebagai berikut:

$$P = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase daya hambat (%)

r1 = Jari – Jari koloni patogen yang menjauhi cendawan antagonis (mm)

r2 = Jari – jari koloni patogen yang mendekati cendawan antagonis (mm)

2.4.2. Pertumbuhan Tanaman Padi

2.4.2.1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada tanaman sampel. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tanaman mulai dari leher akar sampai ujung daun yang tertinggi (diurut keatas). Dengan menggunakan penggaris/meteran setiap sekali seminggu.

2.4.2.2. Jumlah Daun

Penghitungan jumlah daun pada tanaman sampel dilakukan dengan cara pengamatan dan menghitung jumlah daun yang muncul pada tiap rumpun tanaman sampel. Pengamatan perhitungan jumlah daun dilakukan setiap sekali seminggu.

2.4.2.3. Akar

Berat akar dihitung pada saat usia tanaman sampel telah masuk masa panen dengan cara memotong atau memisahkan tanaman dari akarnya. Kemudian akar ditimbang dengan timbangan analitik agar mendapatkan hasil yang akurat. Menghitung panjang akar pada saat tanaman telah mencapai usia panen dengan cara mencabut tanaman sampel dari media tanam dan membersihkan dari tanah. Mengukur panjang akar tanaman sampel menggunakan penggaris agar mendapatkan hasil yang akurat. Menghitung jumlah akar tanaman sampel dengan cara mengamati secara langsung total rambut halus dari akar yang sudah dibersihkan dari tanah.

2.4.3. Hasil Tanaman Padi

2.4.3.1. Berat Tanaman

Berat tanaman dihitung pada saat tanaman sampel sudah memasuki masa panen atau tanaman sampel telah berumur kurang lebih 3 bulan. Menghitung berat tanaman menggunakan timbangan agar memudahkan dalam mendapatkan hasil yang akurat.

2.4.3.2. Jumlah Bulir

Menghitung jumlah bulir pada tanaman sampel dilakukan pada usia tanaman telah memasuki masa panen keseluruhan pada anakan tanaman sampel.

2.5. Analisis Data

Analisis data menggunakan sidik ragam Anova (*Analysis of Variance*) dengan taraf kesalahan 5%, disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK), pengujian diulang sebanyak 3 ulangan dengan taraf kesalahan 5% dan dilanjutkan dengan Uji Duncan (DMRT). Hasil penelitian ini dianalisis dengan perangkat lunak Microsoft Excel dan IBM SPSS Versi 25.