

**EKSPLORASI *PLANT GROWTH PROMOTING FUNGI* (PGPF)
PADA TUTUPAN LAHAN AGROFORESTRI SERTA UJI
EFEKTIVITASNYA TERHADAP PERSEMAIAN BIBIT CABAI
MERAH (*Capsicum annum* L.)**

BAU MIRTA

P012212003



PROGRAM STUDI SISTEM-SISTEM PERTANIAN

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

**EKSPLORASI *PLANT GROWTH PROMOTING FUNGI* (PGPF) PADA
TUTUPAN LAHAN AGROFORESTRI SERTA UJI EFEKTIVITASNYA
TERHADAP PERSEMAIAN BIBIT CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.)**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Sistem-Sistem Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

BAU MIRTA

P012212003

kepada

**PROGRAM STUDI SISTEM-SISTEM PERTANIAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

TESIS

EKSPLORASI *PLANT GROWTH PROMOTING FUNGI* (PGPF) PADA TUTUPAN LAHAN AGROFORESTRI SERTA UJI EFEKTIVITASNYA TERHADAP PERSEMAIAN BIBIT CABAI MERAH (*CAPSICUM ANNUUM L.*)

Disusun dan diajukan oleh

BAU MIRTA

NIM: P012212003

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Sistem-Sistem Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin

pada tanggal 18 Agustus 2023

dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc
NIP. 19650316 198903 2 002

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc.
NIP.19640721 199002 1 001

Ketua Program Studi
S2 Sistem-Sistem Pertanian

Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc
NIP. 19640721 199002 1 001



Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M (K)., M.MedEd.
NIP. 19661231 199503 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bau Mirta

Nomor Induk Mahasiswa : P012212003

Program Studi : Sistem-Sistem Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2023



Bau Mirta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini dengan judul “Eksplorasi *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) Pada Tutupan Lahan Agroforestri Serta Uji Efektivitasnya Terhadap Persemaian Bibit Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Program Studi Sistem-Sistem Pertanian, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.**, selaku dosen pembimbing utama dan **Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc.**, selaku dosen pembimbing anggota, yang di sela-sela rutinitas dan kesibukannya masih dapat meluangkan waktunya untuk memberikan arahan yang bermanfaat sejak awal rencana penelitian hingga selesainya penulisan tesis ini. Serta tak lupa pula saya ucapkan terima kasih kepada **Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S.**, **Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, M.Si.** dan **Dr. Ir. A. Sadapotto, M.P** selaku tim penguji yang memberikan masukan dan saran yang sangat membangun.

Pada kesempatan ini pula, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.P.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin
2. **Prof. dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed.** selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
3. **Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc.**, selaku Ketua Program Studi Sistem-Sistem Pertanian

Sejak awal menempuh studi sebagai mahasiswa program magister di Universitas Hasanuddin, terkhusus dalam proses penyelesaian tesis ini,

penulis telah melalui berbagai macam hambatan yang berupa ujian hidup, baik secara fisik dan terutama secara mental. Akan tetapi, Tesis ini dapat diselesaikan atas bantuan dan kerja sama dari orang-orang baik di sekeliling penulis. Oleh sebab itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang teristimewa kepada :

1 . Kedua Orang Tua saya, Ayahanda tercinta **Baharuddin** dan Ibunda **Sitti Aisyah** tersayang yang selalu memberikan doa, pengorbanan, kasih sayang serta dukungan demi keberhasilan anaknya dalam menempuh pendidikan. Semoga dengan ketulusan hatinya dalam mendidik saya, beliau senantiasa memperoleh pahala, limpahan rahmat dan keberkahan, serta diangkat derajat beliau baik di dunia maupun di akhirat kelak. Aamiin Allahumma Aamiin.

2. Kepada seluruh keluarga besar saya dari pihak Bapak (keluarga besar **Caccu Hati**) dan dari pihak ummi' (keluarga besar **Mappi Upa**) yang telah memberi semangat dan juga sangat berperan penting selama saya menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.

3. Kepada seluruh staf dosen dan tata usaha Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin terkhusus pada program studi Sistem-Sistem Pertanian, yang telah memberikan ilmu dan kemudahan dalam pengurusan seluruh proses administrasi.

4. Kepada staf Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, staf Laboratorium Penyakit Tanaman serta staf Laboratorium Bioteknologi Pertanian.

5. Terima kasih secara khusus saya ucapkan kepada Rifaldi, S.P, M.Sc. dan segenap keluarga besarnya terutama kepada kedua orang tua beliau yang selalu memberikan dukungan dan doanya saat penulis dalam keadaan susah maupun sakit.

6. Kepada om saya Sahrul A.Md.Pi., serta sepupu-sepupu saya Elsi Elviana, S.H, M.H, Kalla, Akhmad Dalil Afandi, S.Pd., Nur Fadillah, S.H, Ulfa Wiyanti, S.Agr., Eka Febrianti, S.Pt., Ferdiansyah, S.Pd., Nur Asyila, Dini Aminarti, Erik, Akbar, Syawal, Irwansyah, Erlangga, Nur Azizah, Aqila, Mikayla Putrid an Muh. Alfariski Anugerah.

7. Sahabat yang sudah saya anggap seperti saudara sendiri; Sutri Ningsih, S.Ak., Physio Andi Nanda Tenri Bulan, S.Tr.Kes., Mildawati, S.Pd., Nadia Afrina, S.Ak., Mardillah, S.Pd., Esti Lestari, S.Pd., Munari Nur Latifa, S.Pd., Eka Astuti Amriani, S.Tr.Kes., Arianti Mispa, S.Pd. Semoga persahabatan kami berlangsung hingga di jannah-Nya Allah SWT. Aamiin Allahumma Aamiin.

8. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan angkatan di Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako; Lilis Suryani, S.P, Yuni Indriani, S.P, Ririn Kholifah, S.P, Nurfadilah Nahru, S.P, Nur Annisa Munir, S.P, Tuty Pratiwi, S.P, Andi Nursia, S.Agr. dan Nur Afini, S.P.

9. Teman-teman di Laboratorium Penyakit Penyakit Tumbuhan; Lilis Minarseh, M.Si., Mita Yusri, M.Si., serta teman-teman dan adik-adik yang sedang berjuang menyelesaikan pendidikan yang tidak bisa saya sebut namanya satu-persatu.

10. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Magister Sistem-Sistem Pertanian angkatan 20212 atas kerjasamanya, selama menempuh pendidikan magister.

11. Serta terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu namanya atas bantuan yang diberikan hingga terselesaikannya tesis ini dengan baik.

Semoga selama menempuh Pendidikan Magister di Universitas Hasanuddin senantiasa akan memberikan keberkahan dalam hidup penulis sepanjang waktu, serta semoga apa yang Penulis sajikan melalui karya ilmiah berupa tesis ini, dapat bermanfaat bagi pembacanya. Akan tetapi, dengan segala kerendahan hati Penulis, Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan, sehingga Penulis menyambut baik bila ada saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan tesis ini.

Makassar, Agustus 2023

BAU MIRTA

ABSTRAK

Bau Mirta. *Eksplorasi Plant Growth Promoting Fungi (PGPF) Pada Tutupan Lahan Agroforestri Serta Uji Aktivitasnya Terhadap Persemaian Benih Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)* (dibimbing oleh Tutik Kuswinanti dan Burhanuddin Rasyid).

PGPF adalah jamur pemacu pertumbuhan tanaman, biasanya banyak diperoleh dari daerah rhizosfer tanaman. Umumnya, populasi cendawan non-PGPF maupun PGPF akan meningkat jumlahnya pada daerah yang vegetasinya rapat seperti pada sistem agroforestri. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi cendawan PGPF rhizosfer tutupan lahan agroforestri, serta melihat pengaruh pemberian PGPF terhadap persemaian benih cabai merah. Pengambilan sampel tanah berdasarkan metode *purposive*, pH tanah dianalisis dengan pH meter dan C-organik dianalisis dengan metode *Walkley and Black*. Isolasi cendawan rhizosfer menggunakan *serial dilution method*. Skrining isolat dengan isolasi spora tunggal dan ditanam pada medium PDA baru. Identifikasi didasarkan karakter mikroskopis dan makroskopis. Uji patogenitas dengan inokulasi cendawan pada daun tanaman cabai sehat. Indeks keragaman spesies dihitung menggunakan rumus Shannon (1996). Uji cendawan sebagai PGPF menggunakan metode pengukuran IAA dan GA₃, penghasil enzim amilase dan selulase, serta uji PGPF terhadap persemaian benih cabai merah menggunakan RAL. pH tanah rhizosfer kakao di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung tergolong agak masam dan rhizosfer mahoni netral, sedangkan C-organik kakao tergolong rendah dan mahoni sedang. Eksplorasi cendawan rhizosfer kakao dan mahoni tutupan lahan agroforestri diperoleh 40 isolat. Pada uji patogenitas terdapat 28 cendawan bersifat patogen dan 12 isolat non-patogen. 12 isolat non-patogen dapat menghasilkan IAA (produksi tertinggi oleh *Penicillium* sp. rhizosfer kakao dan mahoni Desa Karassing) dan GA₃ (produksi tertinggi oleh *Aspergillus* sp. rhizosfer mahoni Kelurahan Tanuntung). Terdapat 6 isolat dengan produksi IAA dan GA₃ tertinggi dan diuji kapasitas hidrolisisnya terhadap enzim amilase dan selulase, dan ke-6 isolat mampu menghidrolisis amilase dan selulase. Uji PGPF benih cabai diperoleh 3 isolat cendawan PGPF yang berpengaruh nyata terhadap rerata jumlah daun. Pada 6 isolat cendawan PGPF yang ditemukan 3 isolat asal Desa Karassing yaitu *Penicillium* sp. dan *Fusarium* sp. rhizosfer kakao, *Penicillium* sp. rhizosfer mahoni. Sedangkan 3 isolat Kelurahan Tanuntung yaitu *Fusarium* sp. rhizosfer kakao, *Aspergillus* sp. dan *Fusarium* sp. rhizosfer mahoni.

Kata Kunci: *patogenitas, indeks keragaman, fitohormon, enzim.*

ABSTRACT

Bau Mirta. *Exploration of Plant Growth Promoting Fungi (PGPF) in Agroforestry Land Cover and Activity Test on Seedling of Red Chili (Capsicum annum L.) (supervised by Tutik Kuswinanti and Burhanuddin Rashid).*

PGPF is a plant growth-promoting fungus, usually obtained from the rhizosphere of plants. Generally, the population of non-PGPF and PGPF fungi will increase in areas with dense vegetation such as in agroforestry systems. This study aims to explore PGPF fungi in the rhizosphere of agroforestry land cover, and see the effect of PGPF on red chili seedlings. Soil sampling is based on a purposive method, soil pH is analyzed with a pH meter and C-organic is analyzed by the Walkley and Black method. Isolation of rhizosphere fungi using serial dilution method. Screening of isolates with single spore isolation and planted on new PDA medium. Identification was based on microscopic and macroscopic characters. Pathogenicity test by inoculating the fungus on the leaves of healthy chili plants. The species diversity index was calculated using the Shannon formula (1996). The test of fungi as PGPF uses the measurement method of IAA and GA3, the producer of amylase and cellulase enzymes, and the PGPF test on red chili seedlings using RAL. Cocoa rhizosphere soil pH in Karassing Village and Tanuntung Village is classified as slightly acidic and neutral mahogany rhizosphere, while C-organic cocoa is low and mahogany is moderate. Exploration of rhizosphere fungi of cocoa and mahogany agroforestry land cover obtained 40 isolates. In the pathogenicity test, 28 fungi were pathogenic and 12 isolates were non-pathogenic. 12 non-pathogenic isolates can produce IAA (highest production by *Penicillium* sp. rhizosphere cocoa and mahogany Karassing Village) and GA3 (highest production by *Aspergillus* sp. rhizosphere mahogany Tanuntung Village). There were 6 isolates with the highest IAA and GA3 production and tested their hydrolysis capacity against amylase and cellulase enzymes, and all 6 isolates were able to hydrolyze amylase and cellulase. The PGPF test of chili seeds obtained 3 isolates of PGPF fungi which had a significant effect on the average number of leaves. In the 6 isolates of PGPF fungi found, 3 isolates from Karassing Village, namely *Penicillium* sp. and *Fusarium* sp. cocoa rhizosphere, *Penicillium* sp. mahogany rhizosphere. While 3 isolates from Tanuntung Village are *Fusarium* sp. cocoa rhizosphere, *Aspergillus* sp. and *Fusarium* sp. mahogany rhizosphere.

Keywords: *pathogenicity, diversity index, phytohormones, enzymes.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian	10
1.4 Kegunaan Penelitian.....	10
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Agroforestri	11
2.2 Daerah Perakaran (Rhizosfer)	12
2.3 <i>Plant Growth Promoting Fungi</i> (PGPF).....	14
2.4 Keragaman Cendawan pada Daerah Rhizosfer ..	15
2.5 Cendawan Patogen dan Entomopatogen	16
2.6 Enzim.....	17
2.7 Fitohormon.....	19
2.8 Cabai Merah (<i>Capsicum annum</i> L.)	20
2.9 Kerangka Pikir	21
2.10 Hipotesis.....	22
BAB III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	23
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.3. Metode Penelitian.....	25
3.4 Pelaksanaan Penelitian	25
3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah	25
3.4.2 Analisis pH Tanah	28
3.4.3 Analisis Kandungan C-organik Tanah.....	29
3.4.4 Isolasi Cendawan Rhizosfer.....	29
3.4.5 Skrining Isolat secara <i>In Vitro</i>	31
3.4.6 Identifikasi Cendawan Rhizosfer	31
3.4.7 Uji Patogenitas Cendawan Rhizosfer.....	32
3.4.8 Keragaman Cendawan Rhizosfer	32
3.4.9 Uji Potensi Cendawan Rhizosfer sebagai PGPF	33

3.5 Parameter Pengamatan	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	36
4.1.1 Analisis pH dan Kandungan C-organik Tanah.....	36
4.1.2 Isolasi dan Perhitungan Total Koloni Cendawan Rhizosfer	37
4.1.3 Pemurnian dan Identifikasi Cendawan Rhizosfer	38
4.1.4 Aktivitas Patogenik Cendawan Rhizosfer	47
4.1.5 Keanekaragaman Cendawan Rhizosfer	56
4.1.6 Produksi Fitohormon IAA dan GA ₃	59
4.1.7 Produksi Enzim Amilase dan Selulase	64
4.1.8 Uji Kemampuan sebagai PGPF	66
4.2 Pembahasan	69
4.2.1 Analisis pH dan Kandungan C-organik Tanah....	69
4.2.2 Isolasi dan Perhitungan Total Koloni Cendawan Rhizosfer	70
4.2.3 Pemurnian dan Identifikasi Cendawan Rhizosfer	70
4.2.4 Aktivitas Patogenik Cendawan Rhizosfer	73
4.2.5 Keanekaragaman Cendawan Rhizosfer	76
4.2.6 Produksi Fitohormon IAA dan GA ₃	77
4.2.7 Produksi Enzim Amilase dan Selulase	81
4.2.8 Uji Kemampuan sebagai PGPF	84
BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran.....	89

DAFTAR PUSTAKA

LAMPRAN

DAFTAR TABEL

1. Lokasi, jenis vegetasi dan kode sampel.....	27
2.Hasil analisis pH tanah asal rhizosfer tanaman kakao dan mahoni di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung, Kecamatan Herlang	36
3.Hasil analisis kandungan C-organik tanah asal rhizosfer tanaman kakao dan mahoni di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung, Kecamatan Herlang	36
4.Total koloni cendawan rhizosfer Desa Karassing, Kecamatan Herlang	37
5.Total koloni cendawan rhizosfer Kelurahan Tanuntung, Kecamatan Herlang	38
6.Karakteristik cendawan rhizosfer dari tanaman kakao Desa Karassing secara makroskopis dan mikroskopis.....	39
7.Karakteristik cendawan rhizosfer dari tanaman mahoni Desa Karassing secara makroskopis dan mikroskopis	41
8.Karakteristik cendawan rhizosfer dari tanaman kakao Kelurahan Tanuntung secara makroskopis dan mikroskopis	43
9.Karakteristik cendawan rhizosfer dari tanaman mahoni Kelurahan Tanuntung secara makroskopis dan mikroskopis	45
10.Aktivitas patogenik cendawan rhizosfer dari tanaman kakao Desa Karassing pada daun cabai.....	48
11.Aktivitas patogenik cendawan rhizosfer dari tanaman mahoni Desa Karassing pada daun cabai.....	49
12.Aktivitas patogenik cendawan rhizosfer dari tanaman kakao Kelurahan Tanuntung pada daun cabai.....	52
13.Aktivitas patogenik cendawan rhizosfer dari tanaman mahoni Kelurahan Tanuntung pada daun cabai.....	54
14.Indeks keanekaragaman jenis cendawan rhizosfer kakao Desa Karassing.....	58
15.Indeks keanekaragaman jenis cendawan rhizosfer mahoni di Desa Karassing	58
16.Indeks keanekaragaman jenis cendawan rhizosfer kakao di Kelurahan Tanuntung.....	58
17.Indeks keanekaragaman jenis cendawan rhizosfer mahoni di Kelurahan Tanuntung.....	59
18.Hasil pengukuran kuantitatif produksi enzim amilase dan selulase (mm)	66

19. Rata-rata jumlah daun persemaian tanaman cabai merah dengan pengaplikasian 6 isolat cendawan PGPF, pada saat 23 hari setelah semai (HSS).....	68
---	----

DAFTAR GAMBAR

1. Mahoni Desa Karassing.....	2
2. Jati merah.....	2
3. Jati putih	3
4. Kakao Desa Karassing	3
5. Mahoni Kelurahan Tanuntung.....	4
6. Kakao Kelurahan Tanuntung	4
7. Pisang.....	4
8. Jambu mete	4
9. Kelapa.....	5
10. Rumput gajah	5
11. Rumah-rumah ternak sapi	5
12. Kerangka pikir penelitian.....	21
13. Profil tumbuhan sistem agroforestri bentuk <i>agrisilviculture</i> di Desa Karassing	23
14. Profil tumbuhan sistem agroforestri bentuk <i>agro</i> <i>sylvopastur</i> di Kelurahan Tanuntung	24
15. Peta lokasi titik pengambilan sampel tanah rhizosfer di Desa Karassing	26
16. Peta lokasi titik pengambilan sampel tanah rhizosfer di Desa Karassing	27
17. Hasil isolasi cendawan rhizosfer kakao (A) dan Mahoni (B) di Desa Karassing. Hasil isolasi kakao (C) dan Mahoni (D) di Kelurahan Tanuntung	57
18. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis 12 isolat cendawan non patogen	60
19. Hasil pengukuran kualitatif produksi IAA (warna)	61
20. Hasil pengukuran kuantitatif produksi IAA (ml/l)	62
21. Hasil pengukuran kualitatif produksi GA ₃ (warna).....	62
22. Hasil pengukuran kuantitatif produksi GA ₃ (ml/l)	63
23. Hasil pengukuran kualitatif produksi enzim amilase (zona bening) pada medium <i>Glucose Yeast Extract Pepton</i> (GYP)	64
24. Hasil pengukuran kualitatif produksi enzim selulase (zona bening) pada medium Czapek Dox Yeast Agar (CDYA) dengan penambahan 0,5 % <i>Carboxymethylcellulose</i> (CMC) dan diinkubasi selama 3-5 hari	65
25. Persentase panjang akar persemaian tanaman cabai merah dengan pengaplikasian 6 isolat cendawan PGPF, pada saat 23 hari setelah semai (HSS)	67

26. Persentase tinggi tanaman persemaian tanaman cabai merah dengan pengaplikasian 6 isolat cendawan PGPF, pada saat 23 hari setelah semai (HSS	68
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecamatan Herlang memiliki lahan pertanian yang diusahakan seluas 6.160,10 Ha dan terdiri dari berbagai sistem pengelolaan lahan tertentu, misalnya lahan sawah, lahan bukan sawah (jagung, ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah, kacang hijau dan kedelai), potensi perkebunan (kelapa dalam, kelapa hybrida, kopi robusta, kopi arabika, cengkeh, kayu jati, kakao, jambu mete, pala, lada, kapas, tembakau dan karet) (BPPD, 2020).

Dari potensi yang diuraikan di atas berdasarkan data dari BPPD, di Kecamatan Herlang terdapat desa dan kelurahan yang memiliki berbagai potensi tersebut, diantaranya adalah Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung. Desa Karassing adalah desa yang hampir semua masyarakatnya bermata pencaharian dibidang pertanian dengan melakukan berbagai usaha budidaya pertanian seperti budidaya tanaman semusim dan perkebunan serta Kelurahan Tanuntung adalah Kelurahan atau desa yang masyarakatnya bermata pencaharian lebih banyak di bidang pertanian, meskipun ada pula yang bermata pencaharian sebagai nelayan karena Kelurahan Tanuntung adalah Kelurahan yang istimewa di Kecamatan Herlang dengan potensi wilayah yang dimiliki beragam dibanding desa lainnya karena letak wilayahnya yang sebagian berada di pesisir pantai.

Selain uraian diatas, sebagian besar lahan-lahan pertanian yang berada di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung juga banyak di fungsikan sebagai lahan hutan hingga dikelola secara agroforestri. Akan tetapi di Desa Karassing terdapat beberapa lahan atau sistem agroforestri yang memiliki perbedaan dengan beberapa sistem agroforestri di Kelurahan Tanuntung.

Seperti pada salah satu lokasi pengambilan sampel tanah dalam penelitian ini, tepatnya di Pao'rembayya, Dusun Bontolohe, Desa Karassing yang memiliki sistem agroforestri dengan bentuk *agrisilviculture*. Menurut King (1976) dalam Triwanto (2019) menerangkan bahwa *agrisilviculture* adalah salah satu bentuk sistem agroforestri dengan penggunaan lahan secara sadar serta dengan pertimbangan yang matang yang bertujuan untuk memproduksi hasil-hasil pertanian dan kehutanan sekaligus secara bersamaan. Sistem agroforestri dengan bentuk *agrisilviculture* di Pao'rembayya, Dusun Bontolohe, Desa Karassing adalah agroforestri yang di dalamnya terdiri dari vegetasi tanaman kehutanan seperti mahoni, jati merah dan jati putih dan juga terdiri dari vegetasi tanaman pertanian atau perkebunan seperti kakao. Berikut disajikan gambar vegetasi tanaman yang terdapat pada sistem agroforestri dengan bentuk *agrisilviculture* di Pao'rembayya, Dusun Bontolohe, Desa Karassing.



Gambar 1. Mahoni Desa Karassing Gambar 2. Jati Merah



Gambar 3. Jati Putih



Gambar 4. Kakao Desa Karassing

Sedangkan pada satu lokasi penelitian atau pengambilan sampel tanah lainnya, tepatnya di Kampung Baru, Lingkungan Alorang, Kelurahan Tanuntung memiliki sistem agroforestri dengan bentuk *agro sylvopastur*. Menurut Risman dan Sutisna (1986) dalam Triwanto (2019), *agro sylvopastur* disebut juga dengan hutan serbaguna, yang didalamnya terdiri dari kombinasi aspek pertanian, kehutanan dan peternakan, seperti misalnya dalam suatu sistem agroforestri bentuk *agro sylvopastur* terdiri dari kombinasi hutan jati atau pinus diselingi dengan *Eucalyptus alba*, *Calliandra calothyrsus* dan *Laucaena leucocephala*, yang mana sistem ini dapat menghasilkan kayu, kayu bakar, pakan ternak, lebah madu dan tanaman obat. Sistem agroforestri dengan bentuk *agro sylvopasture* di Kampung Baru, Lingkungan Alorang, Kelurahan Tanuntung adalah agroforestri yang di dalamnya terdiri dari vegetasi tanaman kehutanan seperti mahoni, vegetasi tanaman pertanian atau perkebunan seperti kakao, pisang, jambu mete, kelapa dan tanaman rerumputan (rumput gajah) sebagai pakan ternak serta aktivitas peternakan dengan keberadaan rumah-rumah ternak sapi. Berikut disajikan gambar, berupa komponen yang terdapat pada sistem agroforestri dengan bentuk *agro sylvopastur* di Kampung Baru, Lingkungan Alorang, Kelurahan Tanuntung.



Gambar 5. Mahoni Kel. Tanuntung



Gambar 6. Kakao Kel. Tanuntung



Gambar 7. Pisang



Gambar 8. Jambu Mete



Gambar 9. Kelapa



Gambar 10. Rumput Gajah



Gambar 11. Rumah-rumah ternak sapi

Pada umumnya, masyarakat Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung yang berprofesi sebagai petani cenderung memiliki persamaan dalam memfungsikan atau mengolah lahan pertaniannya. Persamaan yang dimaksud adalah seperti melakukan budidaya tanaman semusim seperti tanaman jagung, tanaman perkebunan seperti kakao dan jambu mete hingga bahkan mengolah lahannya menjadi sistem agroforestri atau

berbagai komponen tanaman (tanaman semusim dan tanaman tahunan). Namun yang menjadi perbedaan dari kedua lokasi tersebut dalam penerapan sistem agroforestri ini adalah bahwa di Desa Karassing lahan pertanian yang menjadi bagian dari sistem agroforestri merupakan lahan hutan atau siklus alami masih terdapat di dalamnya, sedangkan di Kelurahan Tanuntung merupakan sistem agroforestri yang diolah secara intensif atau terdapat campur tangan petani dalam memanfaatkan lahannya untuk memperoleh hasil yang maksimum.

Sehingga dengan merangkum uraian-uraian di atas, dapat diartikan bahwa hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam penetapan lokasi penelitian yang berjudul “Eksplorasi *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) Pada Tutupan Lahan Agroforestri Serta Uji Efektivitasnya Terhadap Persemaian Bibit Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)” ini, adalah perbedaan bentuk sistem agroforestri antara Desa Karassing (*agrisilviculture*) atau siklus alami dan Kelurahan Tanuntung (*agro sylvopastur*) atau dikelola dengan campur tangan manusia secara intensif dengan tujuan untuk membandingkan total populasi cendawan, keragaman jenis cendawan serta perbandingan jenis cendawan PGPF yang dapat dieksplorasi antara *agrisilviculture* dan *agro sylvopastur*.

Selain dari perbedaan bentuk agroforestrinya, juga dilihat dari perbedaan topografinya. Lokasi penelitian sistem agroforestri di Desa Karassing memiliki topografi yang berbentuk dataran, atau area luas yang relatif datar dan jarak antara lokasi penelitian sistem agroforestri dengan pesisir pantai adalah ± 23 km, sedangkan lokasi penelitian sistem agroforestri di Kelurahan Tanuntung berbentuk dataran tinggi, yang dicirikan dengan bentuk lahan datar yang naik secara tajam di atas daerah sekitarnya di satu sisi, dan jarak antara lokasi penelitian sistem agroforestri dengan pesisir pantai adalah $\pm 1,25$ km, serta luasan lahan sistem agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung adalah ± 1 ha.

Agroforestri adalah bentuk penggunaan lahan secara multitajuk karena dalam satu bidang lahan tumbuh pepohonan atau campuran pepohonan,

semak, tanaman semusim yang bahkan dapat juga disertai dengan keberadaan ternak. Sistem agroforestri memiliki suatu manfaat tertentu terhadap masyarakat atau petani, salah satunya yaitu dapat menjadi sumber pendapatan yang menjanjikan (Olivi *et al.*, 2015).

Agroforestri (*agroforestry*) adalah suatu bentuk pemanfaatan lahan, yang mana pada lahan yang sama secara bersama-sama tumbuh tanaman semusim dan tanaman tahunan serta agroforestri dikembangkan dengan maksud untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan berbagai manfaat dari segi ekonomi yang ditimbulkan dari sistem agroforestri (Mayrowani dan Ashari 2011). Menurut Suryani dan Dariah (2012), dalam sistem agroforestri terdapat tiga komponen diantaranya adalah komponen kehutanan, pertanian dan peternakan. Komponen kehutanan yang dimaksud adalah tumbuhnya pohon-pohon yang memiliki perakaran yang dalam dan mampu menyebar pada lapisan tanah bawah sehingga terjadi pengurangan pencucian hara secara vertikal maupun horizontal serta vegetasi yang terdapat pada sistem agroforestri dapat berperan sebagai penutup tanah. Selain fungsi penting di atas, agroforestri merupakan upaya untuk meningkatkan biodiversitas tanpa terkecuali mikroba tanah yang memacu terjadinya aktivitas biologi tanah.

Aktivitas biologi tanah pada dasarnya diperankan oleh mikroorganismenya (mikroba tanah) yang berinteraksi dengan tanah hingga daerah rhizosfer tanaman (Widyati, 2013). Salah satu mikroba tanah adalah jamur (fungi). Fungi atau biasa disebut dengan istilah cendawan, atau pada tanah asal daerah rhizosfer disebut sebagai jamur cendawan yang pada umumnya memiliki potensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF). Menurut Naziya *et al.* (2020), PGPF atau jamur pemacu pertumbuhan tanaman adalah mikroorganismenya yang hidup berdampingan dengan akar tanaman. PGPF memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat, menghasilkan IAA, *siderophore*, selulase dan kitinase, yang berfungsi secara langsung maupun tidak langsung dalam peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman inang.

PGPF terdapat di daerah rhizosfer dengan kemampuan yang dimiliki dapat meningkatkan penyerapan nutrisi tanaman, sehingga pemanfaatan PGPF mampu mempengaruhi dalam pengurangan penggunaan pupuk anorganik, herbisida dan pestisida serta dengan begitu PGPF dapat menjadi suatu inovasi cerdas untuk menuju pertanian berkelanjutan (El-Maraghy *et al.*, 2021). Ada beberapa cendawan yang tergolong sebagai PGPF (jamur pemacu pertumbuhan tanaman), yaitu cendawan yang termasuk dalam genus *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichoderma* dan *Phoma* (Mitsuro dan Hiroyuki, 2008).

Salah satu bukti bahwa PGPF memiliki peran yang sangat berguna adalah dengan menguji efektivitasnya pada perkecambahan benih atau persemaian bibit tanaman tertentu. Cabai merah (*Capsicum annum* L.) dapat dijadikan bahan uji PGPF dengan pertimbangan bahwa cabai merah merupakan komoditas sayuran yang nilai ekonomisnya cukup tinggi dan hampir setiap saat dibutuhkan karena perannya sebagai penyedap dan pelengkap menu masakan. Namun, menurut Astuti *et al.* (2013), pasokan cabai merah seringkali tidak dapat memenuhi permintaan pasar, sehingga mengakibatkan terjadinya pelonjakan harga cabai merah di pasaran. Penyebab dari naiknya harga cabai merah dalam skala global adalah karena terjadi inflasi, namun skala kecil bisa juga diakibatkan oleh adanya gangguan pada media tanam hingga proses pertumbuhan, yang menyebabkan rendahnya produktivitas.

Produktivitas tanaman cabai merah dapat ditingkatkan salah satunya dengan pengaplikasian pupuk ramah lingkungan seperti pupuk organik dan pupuk hayati (Syamsiah dan Royani, 2014). Pupuk hayati yang dimaksud adalah pemanfaatan mikroba sebagai pemacu pertumbuhan tanaman seperti PGPF. Pemanfaatan PGPF tersebut dapat dilakukan melalui beberapa metode aplikasi yaitu perendaman benih cabai merah untuk mempercepat daya kecambah serta pemberian perlakuan PGPF pada persemaian bibit cabai merah.

Cabai merah adalah salah satu komoditas yang dapat tumbuh atau dikombinasikan dengan berbagai tanaman kehutanan maupun

perkebunan seperti jati, pisang, kakao, kelapa dan jenis tanaman lainnya, dan berperan sebagai salah satu komposisi tanaman agroforestri yang dapat memberikan kontribusi nyata secara ekonomi (karena dalam sistem agroforestri secara otomatis akan terbentuk interaksi ekonomi). Biasanya dalam penentuan komposisi tanaman, daerah-daerah sistem agroforestri didasarkan pada potensi tempat agroforestri tersebut (Sari *et al.*, 2021). Menurut Wanderi (2019) dalam Sari *et al.* (2021), tanaman cabai adalah salah satu tanaman pengisi dalam sistem agroforestri yang ditanam diantara tanaman utama pisang dan kakao serta diantara tanaman pengisi lainnya seperti cengkeh, pinang, alpukat, serta durian. Dan cabai masih dapat tumbuh dengan baik serta memiliki nilai jual yang tinggi.

Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian mengenai “Eksplorasi *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) pada Tutupan Lahan Agroforestri serta Uji Efektivitasnya terhadap Persemaian Bibit Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan bahwa:

1. Apakah terdapat isolat cendawan yang berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) dari rhizosfer tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung?
2. Apakah terdapat keragaman jenis cendawan pada rhizosfer tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung?
3. Apakah pengaplikasian PGPF yang di eksplorasi dari rhizosfer tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung dapat memberikan pengaruh baik pada persemaian benih cabai merah (*Capsicum annum* L.)?

1. 3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengeksplorasi isolat cendawan yang berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi (PGPF)* dari rhizosfer tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung
2. Identifikasi keberadaan isolat untuk mengetahui keragaman cendawan pada rhizosfer tanaman sebagai tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung
3. Untuk melihat pengaruh pemberian PGPF yang di eksplorasi dari rhizosfer tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung terhadap persemaian bibit cabai merah (*Capsicum annum* L.)

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini yaitu dapat memperoleh isolat cendawan rhizosfer yang berpotensi sebagai PGPF dari sistem agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung, melihat keragaman cendawan rhizosfer pada pola pengelolaan lahan secara agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung, serta memperoleh cendawan PGPF yang berfungsi dalam memacu pertumbuhan bibit tanaman cabai merah pada dua bentuk sistem agroforestri di Kecamatan Herlang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Agroforestri

Sistem agroforestri adalah suatu nama kolektif untuk sistem-sistem penggunaan lahan dan teknologi, dimana tanaman keras berkayu (pohon-pohonan, perdu, jenis-jenis palm, bambu dan lain sebagainya) ditanam bersamaan dengan tanaman pertanian dan atau ternak, dengan suatu tujuan tertentu dalam suatu bentuk pengaturan ruang atau urutan waktu dan didalamnya terdapat interaksi ekologi dan interaksi ekonomi di antara berbagai komponen yang bersangkutan (Nair, 1993) *dalam* (Wulandari, 2011). Agroforestri merupakan suatu sistem yang diterapkan dalam mengelola suatu lahan pertanian untuk dijadikan solusi dari peristiwa alih guna lahan serta mengatasi masalah pangan dan secara umum cakupan agroforestri yaitu kebun campuran, tegalan berpohon, ladang dan belukar atau lahan bera (Hadi *et al.*, 2016). Pola pemanfaatan lahan dengan sistem agroforestri mampu meningkatkan intensitas panen yang mampu menambah *out put* bagi petani baik secara fisik hingga finansial. Selain itu, sistem agroforestri juga dipercaya memiliki potensi sebagai alternatif pengelolaan lahan utamanya dalam konservasi tanah dan juga pemeliharaan kesuburan dan produktivitas lahan (Senoaji, 2012).

Agroforestri dijadikan sebagai salah satu metode yang tepat dalam konservasi tanah maupun konservasi air. Karena agroforestri berperan dalam mengatasi masalah kekritisian lahan seperti dapat meningkatkan peresapan air tanah, mengurangi aliran permukaan, mencegah banjir di hilir, mengurangi laju evapotranspirasi, menjaga *base-flow* di musim kemarau, perlindungan terhadap ekologi daerah hulu, mengurangi suhu permukaan tanah, mengurangi erosi tanah dan meningkatkan unsur hara serta memperbaiki struktur tanah (Maria *et al.*, 2012)

Unsur hara meningkat dan struktur tanah dapat diperbaiki dalam penerapan sistem agroforestri karena pada sistem ini bahan organik tanah dapat bertahan. Bahan organik yang dimaksud bersumber dari daun, ranting, dan cabang yang telah gugur dan terurai di tanah, serta pada bagian bawah tanah bahan organik dihasilkan dari akar-akar yang telah mati. Selain itu, sistem agroforestri juga dapat mengurangi resiko kehilangan hara (karena akar pepohonan pada lahan agroforestri memiliki kedalaman tertentu dan menyerupai jaring yang mampu menangkap unsur hara) dan mempertahankan sifat fisik tanah. Sifat fisik tanah dalam hal ini dapat dipertahankan karena semua tanaman yang termasuk atau tumbuh dalam suatu lahan agroforestri tentu saja memiliki serasah dan serasah ini akan menutupi tanah lalu kemudian memacu kemunculan dan perkembangbiakan organisme tanah yang berfungsi sebagai dekomposer hayati serasah tersebut (Wulandari *et al.*, 2020).

Sistem agroforestri dapat mendukung dan memicu pertumbuhan mikroorganisme tanah yang pada umumnya telah diketahui bersama bahwa tempat mikroorganisme tanah yang melimpah di dalam tanah yaitu ada pada daerah perakaran (rhizosfer). Keberadaan mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh tersedianya makanan atau sumber energi bagi mikroba tanah, temperatur yang sesuai dan ketersediaan air yang cukup pada daerah rhizosfer (Mukrin *et al.*, 2019).

2.2 Daerah Perakaran (Rhizosfer)

Daerah perakaran tumbuhan secara umum dikenal dengan istilah rhizosfer, daerah disekitar tumbuhan disebut filosfer sedangkan *rhizhplane* adalah permukaan perakaran. Daerah perakaran adalah habitat suatu mikroba tanah yang bersifat menguntungkan maupun mikroba yang bersifat merugikan (Sari, 2015). Rhizosfer adalah daerah yang ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba antagonis, karena daerah rhizosfer menerima nutrisi yang disekresikan tanaman dan

akan memicu pertumbuhan, kelimpahan dan keragaman mikroba di rhizosfer (Kuswinanti *et al.*, 2014).

Rhizosfer adalah daerah yang menjadi daerah paling bagus untuk perkembangan mikroba tanah yang tentu saja termasuk di dalamnya agensi hayati dan salah satu mikroorganisme yang hidup di daerah rhizosfer yang kaya akan mineral dan nutrisi adalah jamur (fungi) atau dikenal juga dengan istilah jamur rhizosfer yang bersifat antagonis terhadap jamur patogen (Tambingsila 2016 *dalam* Ristiari *et al.*, 2018).

Daerah rizhosfer suatu tanaman kaya akan mikroorganisme yang secara keseluruhan berperan sebagai agensi hayati dan berkumpul di daerah perakaran karena rhizosfer mampu menghasilkan eksudat akar dan tudung akar sebagai sumber makanan mikroorganisme tanah. Salah satu mikroorganisme tanah yang hidup di daerah rhizosfer tanaman adalah cendawan rhizosfer. Cendawan rhizosfer banyak dikenal dengan fungsi yang dimilikinya yaitu dapat melindungi tanaman terhadap patogen serta mampu meningkatkan kesuburan pertumbuhan tanaman sehingga digolongkan sebagai cendawan pemacu kesuburan tanah (*biofertilizer*). Keberagaman cendawan rhizosfer dipengaruhi oleh kandungan organik dan anorganik jenis tanah tertentu (Syahputra *et al.*, 2017).

Rizhosfer dihuni dengan sempurna oleh jamur karena jamur memiliki sifat khusus yaitu mampu tumbuh dengan cepat dan mampu memanfaatkan senyawa karbon sederhana dan beberapa jamur yang memiliki kemampuan ini yaitu spesies jamur yang tergolong dalam jamur saprotrofik (Newsham *et al.*, 1995 *dalam* Hannula *et al.* 2020).

Jamur pemacu pertumbuhan tanaman (PGPF) pada umumnya ditemukan di daerah rhizosfer yang berasosiasi dengan akar tanaman. Kolonisasi akar tanaman dengan fungi (mikroorganisme rhizosfer) adalah mekanisme yang paling utama guna meningkatkan pertumbuhan tanaman dan berpotensi sebagai biokontrol dan kemampuan untuk menginduksi toleransi terhadap cekaman abiotik (Sachdev and Singh, 2018).

2.3 Plant Growth Promoting Fungi (PGPF)

Mikroorganisme tanah, salah satunya jamur atau fungi tanah dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan dikenal dengan istilah *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) yang mampu membantu meningkatkan kesehatan dan ketahanan tanaman terhadap penyakit seperti memacu aktivitas asam salisilat yang dapat menghambat pertumbuhan patogen (Supriyanto dan Sulistyowati, 2011).

Salah satu fungi yang termasuk PGPF adalah *Trichoderma*. Fungi jenis ini merupakan fungi antagonis yang berperan penting dalam pengendalian hayati, adapun mekanisme pengedaliannya diketahui sangat spesifik yaitu dengan kemampuannya yang mampu mengkoloni rhizosfer dengan cepat serta melindungi akar dari serangan jamur patogen, mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil produksi tanaman (Payangan *et al.*, 2019).

Jamur yang berasal dari rizhosfer tanaman dan menumpang sebagai simbiosis, jamur ini memberi manfaat kepada tanaman inang antara lain berupa peningkatan laju pertumbuhan, ketahanan terhadap serangan hama, penyakit dan kekeringan (Purwantisari dan Hastuti, 2009). Jamur yang berasosiasi dengan akar tanaman (habitat rhizosfer) aktivitasnya sangat dipengaruhi oleh eksudat akar tanaman inangnya, serta jamur rizhosfer yang berasosiasi dengan tanaman secara ekologis juga dapat bermanfaat atau berkontribusi dalam menghasilkan enzim hidrolitik seperti amilase dan selulase (Tangapo dan Mambu, 2021).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mirsam *et al.* (2021), melaporkan bahwa sebanyak 19 isolat cendawan yang berhasil diisolasi dan dimurnikan dari daerah rhizosfer serta endofit batang dan daun tanaman kelor, namun hasil isolasi menunjukkan bahwa jumlah koloni cendawan paling tinggi dan beragam diperoleh dari daerah rhizosfer dan berpengaruh terhadap pertumbuhan kecambah padi. Selain itu, keberagaman jumlah cendawan yang diperoleh dari hasil isolasi daerah

perakaran diduga karena adanya eksudat akar yang dihasilkan oleh tanaman mampu memicu perkembangbiakan jamur rhizosfer.

Jamur yang berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) seperti *Trichoderma*, dilaporkan mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh berupa IAA (*Indole Acetic Acid*), giberelin dan sitokinin. IAA itu sendiri adalah suatu bentuk alami dari hormon auksin yang terdapat di dalam tanaman dan berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Giberelin berfungsi dalam perbanyakan sel suatu tanaman, pembelahan sel dan berperan dalam memacu pertumbuhan batang. Sedangkan sitokinin berfungsi untuk mendorong pembelahan sel dan pertunasan (Zani dan Anhar, 2021).

Berbagai spesies PGPF seperti *Trichoderma*, *Mortierella*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Talaromyces* dan *Penicillium* yang diisolasi dari daerah perakaran dapat merangsang produksi IAA, dan GA (asam giberelat) yang merupakan fitohormon yang mengatur perkecambahan biji dan perkembangan akar serta tunas (Murali *et al.*, 2021). Terkhusus cendawan *Penicillium* sp., merupakan salah satu cendawan yang bersifat PGPF dengan kemampuan yang dimiliki yaitu mampu merombak bahan organik (pada hari ke-8 inkubasi) serta mampu menghasilkan fitohormon IAA (*Indole Acetic Acid*) (Setyaningrum dan Ratih, 2016).

2.4 Keragaman Cendawan pada Daerah Rhizosfer

Cendawan adalah salah satu mikroba yang terdapat di daerah rhizosfer yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (dengan cara meningkatkan pertumbuhan tanaman) (Payangan *et al.*, 2019). Dengan kemampuannya sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, maka cendawan sering kali dikelompokkan atau disebut dengan istilah PGPF.

PGPF biasanya diisolasi dari daerah rhizosfer. Menurut (Bose and Gowrie, 2016), rhizosfer merupakan habitat yang kaya akan mikroorganisme yang sering dieksplorasi guna mendapatkan mikroba yang bermanfaat dan berguna untuk mendorong pertumbuhan dan hasil

tanaman, serta komunitas mikroba dalam sistem akar tergantung pada jenis akar dan spesies tanaman inang itu sendiri.

Akar tanaman dalam pertumbuhannya mampu mensekresikan senyawa yang mudah larut dalam air berupa asam amino, gula dan asam-asam organik yang dapat menyediakan makanan bagi mikroba, sehingga dengan tersedianya makanan bagi mikroba maka akan berdampak pada tingginya aktivitas mikroba dan mampu menyediakan nutrisi bagi tanaman (Widyati, 2013). Keragaman mikroorganisme tanah yang ditemui dipengaruhi oleh interaksi antara tanaman, kesuburan tanah, kondisi lingkungan fisik dan tekanan mikroorganisme lain (Subba-Rao, 1994) dalam (Bustaman, 2006).

Keberadaan berbagai spesies cendawan dalam rhizosfer tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketersediaan nutrisi dalam rhizosfer tanah untuk membantu perkembangbiakan cendawan. Kandungan nutrisi yang dimaksud berupa senyawa-senyawa organik dalam bentuk sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati, faktor fisika kimia tanah (meliputi tekstur, struktur, suhu, kadar air tanah, bahan organik dan pH) serta pada umumnya jamur membutuhkan kadar air yang lebih sedikit dibandingkan bakteri (Syahputra *et al.*, 2017). Kelembapan tanah optimum untuk pertumbuhan jamur yaitu 70 % (Nadhifat *et al.*, 2016) dalam (Syahputra *et al.*, 2017).

2.5 Cendawan Patogen dan Entomopatogen

Pada umumnya, cendawan yang berkembang biak di dalam tanah memiliki kemampuan untuk menjaga fungsi tanah, mengendalikan produktivitasnya dan berperan dalam pengendalian hayati terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (Rosfiansyah *et al.*, 2015). Organisme pengganggu tanaman pada saat ini diupayakan untuk dikendalikan dengan pemanfaatan mikroorganisme baik itu bakteri maupun cendawan sebagai agens hayati. Pengendalian hayati dengan menggunakan mikroorganisme antagonis adalah salah satu alternatif yang senantiasa dikaji dan diteliti kebaruannya, serta mikroorganisme antagonis

atau menguntungkan dapat ditemukan dan diperoleh pada jaringan tanaman (endofit) serta melimpah jumlahnya di daerah perakaran tanaman (rhizosfer) (Amaria *et al.*, 2013).

Rhizosfer adalah tanah yang terdapat disekitar daerah perakaran tanaman yang dijadikan sebagai pertahanan luar suatu tanaman terhadap serangan patogen yang terdapat pada akar itu sendiri, dan biasanya populasi mikroorganisme di daerah rhizosfer lebih banyak dan beragam dibandingkan dengan non-rhizosfer (Liza *et al.*, 2015). Mikroorganisme yang melimpah di daerah rhizosfer seperti cendawan, biasanya ada yang bersifat patogen (merugikan tanaman) dan entomopatogen (bersifat antagonis terhadap penyakit tular tanah).

Pada penelitian Putra *et al.* (2020), menemukan bahwa mikroba yang hidup pada daerah perakaran ada yang bersifat patogen dan atau ada pula yang dapat bermanfaat bagi tanaman sebagai pelindung dari infeksi yang disebabkan oleh patogen tertentu. Salah satu mikroba dari jenis cendawan yang diperoleh dari penelitian ini adalah *Fusarium oxysporum* dan *Colletotrichum* sp. yang memiliki sifat sebagai cendawan patogen, sedangkan mikroba dari jenis bakteri diperoleh *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. yang memiliki sifat sebagai mikroba antagonis dengan kemampuan yang dimiliki yaitu mampu memanfaatkan berbagai senyawa organik hingga anorganik.

2.6 Enzim

Enzim adalah biomolekul yang berperan sebagai katalis atau senyawa yang mempercepat proses reaksi kimia tanpa bereaksi dalam suatu reaksi kimia. Apabila keberadaan suatu enzim tidak ada, maka proses reaksi kimia akan berlangsung lambat atau tidak berlangsung sama sekali. Beberapa enzim berupa protein dan berfungsi sebagai katalisator yang artinya dapat mempercepat reaksi-reaksi biologi tanpa mengalami perubahan struktur kimia. Reaksi awal yang dikatalisasi oleh enzim biasanya disebut dengan substrat yang akan diubah dengan enzim menjadi molekul yang berbeda (produk) (Handoko dan Rizki, 2020).

Enzim berperan penting dalam proses metabolisme tanaman, karena enzim tersusun dari protein (Tando, 2018). Enzim merupakan protein yang memang khusus disintesis oleh sel hidup dengan tujuan untuk mengkatalisis reaksi yang berlangsung di dalamnya (Martoharsono, 2006 dalam Saputra dan Santri, 2022).

Enzim yang berperan dalam proses pertumbuhan tanaman, berdasarkan penelitian-penelitian ilmiah yang dilakukan oleh peneliti, dilaporkan terdapat berbagai jenis enzim. Hasil penelitian Prihatiningsih dan Djatmoko (2016), melaporkan bahwa enzim amilase mampu meningkatkan pertahanan tanaman terhadap nematoda, jamur dan bakteri patogen bahkan terhadap insekta. Enzim amilase itu sendiri adalah enzim yang tersedia dan dapat diperoleh dari tanaman, binatang maupun mikroba yang berfungsi dalam proses metabolisme karbohidrat. Menurut Syahidah *et al.* (2010), enzim amilase merupakan enzim yang berfungsi memecah pati atau glikogen dan biji atau benih yang tidak diberikan perlakuan perendaman enzim amilase, tidak dapat menghidrolisis pati.

Selain enzim amilase, salah satu enzim yang juga telah banyak dilaporkan manfaat atau kegunaannya bagi tanaman adalah enzim selulase. Menurut Idiawati *et al.* (2014), enzim selulase merupakan enzim yang dapat menghidrolisis ikatan monomer pada selulosa dan adanya selulosa dalam suatu substrat dapat menginduksi terbentuknya enzim selulase oleh mikroorganisme selulolitik. Mikroorganisme seperti fungi dapat memproduksi enzim selulase yang berfungsi sebagai biokonversi, dengan limbah organik yang mengandung selulosa akan berubah menjadi glukosa akibat enzim selulase tersebut (Saropah *et al.*, 2012). Hasil penelitian Subowo (2010), melaporkan bahwa cendawan penghasil enzim selulase dapat digunakan dalam proses pembuatan pupuk hayati atau kompos yang berguna untuk mendegradasi selulosa, serta pada media tanam terong dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

2.7 Fitohormon

Fitohormon adalah suatu senyawa organik yang dapat menimbulkan respon fisiologis terhadap tanaman dan fitohormon dapat disintesis pada salah satu bagian tumbuhan dan dipindahkan ke bagian lain (Rachman *et al.*, 2017). Selain dapat disintesis dari bagian tumbuhan, fitohormon juga dapat disintesis dari mikroba seperti bakteri maupun cendawan. Menurut Irawati *et al.* (2017), cendawan yang diisolasi dari bagian endofit (cendawan endofit), mampu memproduksi metabolit sekunder yang berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu tanaman, meningkatkan ketahanan terhadap kondisi cekaman biotik dan abiotik serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Fitohormon adalah senyawa yang memiliki peran yang sangat penting terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman dan meskipun tersedia dalam jumlah yang sedikit, akan tetapi memberikan pengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman. Fitohormon yang mampu mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman terdiri dari fitohormon auksin (IAA), giberelin (GA_3), dan sitokinin (Zeatin) (Kurniawati *et al.*, 2020). Auksin dan giberelin berfungsi dalam proses pemanjangan sel dan diduga sebagai pemicu terjadinya penamabahan tinggi tanaman dan panjang akar, sedangkan sitokinin berpengaruh terhadap parameter jumlah akar atau diferensiasi akar (Iswati, 2012).

Pada penelitian Tetuko *et al.* (2015), menemukan bahwa, hormon auksin dan giberelin mampu meningkatkan laju perkecambahan biji karet yang diujikan, serta kombinasi antara hormon auksin dan giberelin ditemukan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karet. Dengan berbagai peran penting dari fitohormon terhadap pertumbuhan tanaman, maka fitohormon dapat diperoleh dari bagian tumbuhan apapun dan bahkan bisa juga diproduksi oleh mikroba. Murniati *et al.* (2022), dalam penelitiannya menemukan bahwa cendawan endofit yang diisolasi dari tanaman padi (*Oryza sativa* L.) mampu menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan, yaitu auksin dan giberelin, yang juga berdasarkan hasil

pengujian lanjut auksin dan giberein dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berbagai jenis tanaman padi di Kecamatan Mare.

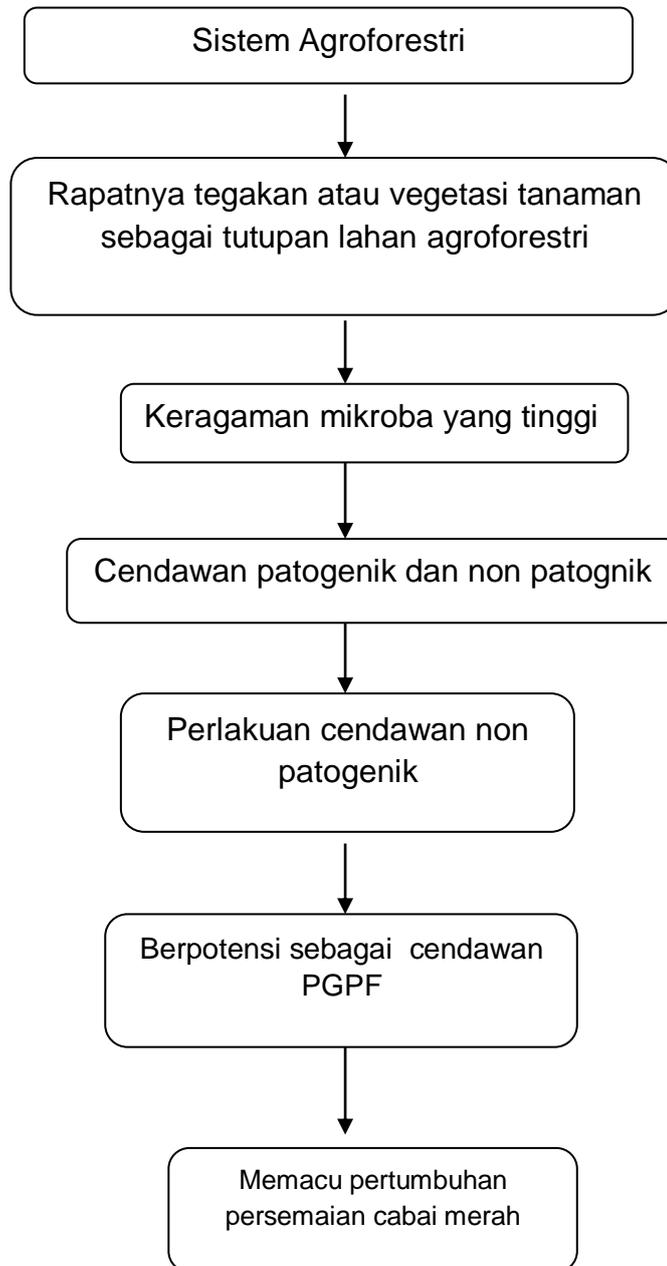
Abri *et al.* (2015), dalam penelitiannya menemukan bahwa cendawan rhizosfer yang diisolasi dari rhizosfer Padi Aromatik jenis Pare Kaloko diperoleh sebanyak 19 isolat dan jenis Pare Bau sebanyak 15 isolat. Serta rata-rata produksi *Indole Acetid Acid* (IAA) pada Pare Kaloko sebesar 0,556-2,190 mg/L, sedangkan pada Pare Bau sebesar 0,048-1,8101 mg/L.

2.8 Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) adalah sayuran yang memiliki banyak manfaat dan kegunaan yang berujung pada meningkatnya permintaan cabai merah yang dipengaruhi dengan berkembangnya industri makanan baik dalam skala kecil, menengah maupun skala besar yang memerlukan cabai merah sebagai bahan baku serta tingginya permintaan akan cabai merah segar juga diakibatkan oleh kebutuhan rumah tangga yang akan terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk (Prasetyo, 2014). Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman cabai yaitu dengan memperhatikan benih yang unggul atau bermutu, namun benih yang bermutu juga dapat mengalami penurunan kualitas akibat penyimpanan yang kurang tepat atau benih telah kadaluarsa (Ernawati *et al.*, 2017).

Menurut Andraini *et al.* (2020), benih cabai merah yang akan dikecambahkan menjadi bibit, jika diperoleh dari benih yang telah dibudidayakan sebelumnya secara turun-temurun tanpa ada perlakuan apapun, akan berdampak pada keragaman tumbuh, produktivitas dan kerentanan terhadap hama penyakit. Salah satu upaya atau perlakuan yang dapat diaplikasikan adalah dengan memanfaatkan peran agensi hayati. Bibit yang sehat merupakan hal penting dalam budidaya cabai, karena bibit yang sehat akan menentukan keberhasilan memperoleh produksi yang optimal. Penggunaan mikroorganisme pada benih sebelum tanam secara nyata akan meningkatkan produksi cabai (Ilyas, 2006) dalam (Wiyono *et al.*, 2021).

2.9 Kerangka Pikir



Gambar 12. Kerangka Pikir Penelitian

2.10 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas maka diperoleh hipotesis sebagai berikut.

1. Terdapat isolat cendawan yang berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) dari rhizosfer tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung.
2. Tingginya keragaman jenis cendawan pada rhizosfer tanaman sebagai tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung.
3. Terdapat pengaruh pemberian PGPF yang dieksplorasi dari rhizosfer tutupan lahan agroforestri di Desa Karassing dan Kelurahan Tanuntung terhadap persemaian bibit cabai merah (*Capsicum annum* L.)