

**TESIS**

**KARAKTERISASI DAN PENGEMBANGAN FORMULASI *PLANT  
GROWTH PROMOTING FUNGI* (PGPF) PADA BIBIT TEBU  
(*Saccharum officinarum* L.)**

*CHARACTERIZATION AND FORMULATION DEVELOPMENT OF  
PLANT GROWTH PROMOTING PLANT FUNGI (PGPF) IN SUGARCANE  
SEEDS (*Saccharum officinarum* L.)*

**DWI LESTARI**

**G012182002**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**TESIS**

**KARAKTERISASI DAN PENGEMBANGAN FORMULASI *PLANT  
GROWTH PROMOTING FUNGI* (PGPF) PADA BIBIT TEBU  
(*Saccharum officinarum* L.)**

Disusun dan diajukan oleh :

**DWI LESTARI**

**G012182002**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KARAKTERISASI DAN PENGEMBANGAN FORMULASI *PLANT GROWTH PROMOTING FUNGI* (PGPF) PADA BIBIT TEBU  
(*Saccharum officinarum* L.)**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**DWI LESTARI**

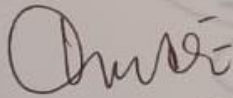
**G012182002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Studi Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

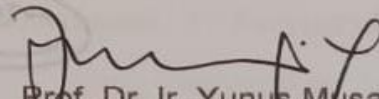
Menyetujui

Pembimbing utama,

Pembimbing Pendamping

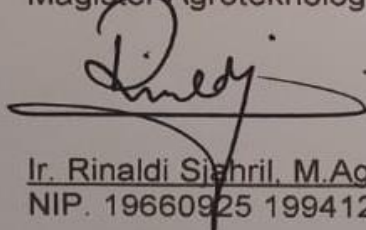


Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc  
NIP. 19650316 198903 2 002



Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc  
NIP. 19541220 198303 1 001

Ketua Program Studi  
Magister Agroteknologi



Ir. Rinaldi Sihiril, M.Agr., Ph.D  
NIP. 19660925 199412 001

Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin  
NIP. 19601224 198601 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dwi Lestari  
NIM : G012182002  
Program studi : Agroteknologi  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“KARAKTERISASI DAN PENGEMBANGAN FORMULASI *PLANT GROWTH PROMOTING FUNGI* (PGPF) PADA BIBIT TEBU (*Saccharum officinarum* L.)”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Tesis ini hasil karya orang lain, maka saya menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Februari 2021

Yang menyatakan

  
Dwi Lestari

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Serta, salam dan shalawat kepada junjungan Nabi Besar Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam beserta keluarga dan para sahabatnya, tabi'in, tabi'uttabiin dan orang-orang yang istiqomah hingga akhir zaman kelak, Insya Allah.

Kelancaran penulisan tesis ini berkat bimbingan, arahan dan petunjuk serta kerja sama dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan hingga terselesaikannya tesis ini. Penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terimakasih yang tulus kepada Ayahanda Zainuddin masse dan Ibunda Sukarni atas limpahan kasih sayang, pengertian dan do'a yang tanpa henti diberikan kepada penulis, Kepada Kakakku Srirahayu Indri Sukma, S.KM., M.Kes dan Adikku Muh. Ageng Tirtayasa yang telah memberikan perhatian dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan pendidikan ini.

Ucapan terimakasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada yang terhormat :

1. Dewan Penasihat/Pembimbing, Prof. Dr.Ir.Tutik Kuswinanti, M.Sc., Alm. Prof. Dr. Ir.Laode Asrul, MP. Dan Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc., yang telah sabar dan ikhlas atas bimbingan, bantuan dan arahannya mulai dari rencana penelitian hingga tersusunnya tesis ini.

2. Dr. Ir. Amirullah Dachlan, M.P., Dr. Sulfahri, S.Si., M.Si, dan Bapak Dr. Ir. Andi Ardin Tjatjo, MP., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran serta arahan yang sangat berguna dalam penyempurnaan tesis ini.
3. Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr. Ph.D selaku Ketua Program Studi dan Bapak/Ibu Dosen Program Studi Magister Agroteknologi Universitas Hasanuddin yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan yang tak ternilai harganya.
4. Teman-teman angkatan tahun 2018 Program Studi Magister Agroteknologi yang dengan penuh kebersamaan dan berjuang dalam menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
5. Sahabat dan Teman-Teman, Satria Wahyuni, S.Si., Taslichatu Daryah R, S.Si., Wahyuni S.Si., Evi Anggraeni, S.Si., Syamsika Tahir, S.Si., Suraeda, S.Si., Rahmatullah, S.Si., Heriyanti, S.Si., A. Alfiani, S.P., M.Si., dan Kurniawan S.P., M.Si, yang telah menemani dalam suka dan duka serta segala bantuan, semangat, motivasi dalam menyelesaikan studi dan tesis ini.

Akhir kata, semoga tesis ini memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan bagi semua yang membaca tesis ini dalam menambah informasi dan wawasan pengetahuan kita.

Makassar, 11 Februari 2021

Penulis

Dwi Lestari

## ABSTRAK

**DWI LESTARI.** Karakterisasi Dan Pengembangan Formulasi *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) Pada Bibit Tebu (*Saccharum officinarum* L.) (dibimbing oleh Prof. Dr.Ir.Tutik Kuswinanti, M.Sc. dan Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc.)

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi, menguji patogenitas serta menguji kemampuan isolat cendawan koleksi dari Laboratorium Mikologi Departemen Hama dan Penyakit Tanaman sehingga diperoleh isolat yang berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF). Selanjutnya dilakukan pengembangan formulasi dengan cara menumbuhkan isolat terbaik pada media tumbuh yang ramah lingkungan. Formulasi cendawan yang dihasilkan diuji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap parameter pertumbuhan bibit tebu *Saccharum officinarum* L. pada skala screen house. Hasil pengujian menunjukkan bahwa koleksi isolat yang diuji memiliki potensi sebagai sebagai PGPF, mampu menghasilkan hormon Indole Acetic Acid (IAA) dan melarutkan Fosfat. Isolat cendawan yang diuji tidak bersifat patogen pada bibit tebu. Berdasarkan karakter morfologi, isolat cendawan terbaik termasuk dalam Genus *Trichoderma*. Cendawan *Trichoderma* sp1 dan *Trichoderma* sp2 yang diperbanyak pada ampas tebu, ampas sagu, dan dedak, berpengaruh meningkatkan pertumbuhan bibit tebu pada parameter tinggi tanaman, luas daun, jumlah anakan, panjang akar, berat basah akar, berat kering akar dan kadar brix.

## ABSTRACT

DWI LESTARI. Characterization and Formulation Development of Plant Growth Promoting Fungi (PGPF) in Sugarcane Seedlings (*Saccharum officinarum* L.) (supervised by Tutik Kuswinanti and Yunus Musa)

This study aims to characterize, test the pathogenicity of fungal isolates collected from the Mycology Laboratory of the Department of Plant Pests and Diseases in order to obtain isolates that have the potential as Plant Growth-Promoting Fungi (PGPF). Furthermore, the formulation development was carried out by growing the best isolates in environmentally friendly growing media. The resulting fungal formulation was tested to determine its effect on growth parameters of *Saccharum officinarum* L. sugarcane seedlings on a screen house scale. The test results showed that the collection of tested isolates had potential as PGPF, capable of producing Indole Acetic Acid (IAA) hormone and dissolving Phosphate. The fungal isolates tested were not pathogenic in sugarcane seeds. Based on morphological characters, the best fungal isolates D8 and D9 were included in the *Trichoderma* Genus. The fungi *Trichoderma* sp1 and *Trichoderma* sp2 which were reproduced on bagasse, sago pulp and bran, significantly increased growth of sugarcane seedling for plant height, leaf area, number of tillers, root length, root wet weight, root dry weight and brix content.



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
LEMBAR PENGESAHAN .....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar belakang .....	1
1.2    Rumusan masalah .....	4
1.3    Tujuan Penelitian .....	4
1.4    Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II.....</b>	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1    Deskripsi Tanaman Tebu .....	6
2.2    Pupuk Hayati .....	13
2.3 <i>Plant Growth Promoting Fungi</i> (PGPF) .....	18
2.4    Formulasi Cendawan .....	25
2.5    Kerangka Konseptual.....	31
2.6    Hipotesis .....	32
<b>BAB III.....</b>	<b>33</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1    Waktu dan Lokasi Penelitian .....	33
3.2    Alat dan bahan.....	33
3.3    Metode Pelaksanaan Penelitian.....	34
3.3.1    Pembuatan Media.....	34
3.3.2    Peremajaan Isolat Koleksi.....	36

3.3.3	Uji patogenitas .....	36
3.3.4	Uji kemampuan menghasilkan hormon tumbuh <i>Indole Acetic Acid</i> (IAA).....	37
3.3.5	Uji kemampuan Melarutkan Fosfat.....	38
3.3.6	Identifikasi Cendawan .....	38
3.3.7	Pembuatan Formulasi .....	39
3.3.8	Uji Kemampuan Formulasi pada bibit tebu .....	40
<b>BAB IV .....</b>		<b>45</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>45</b>
4.1	Uji Patogenitas.....	45
4.2	Uji Kemampuan menghasilkan Hormon <i>Indole Acetic Acid</i> (IAA) .....	46
4.3	Uji Kemampuan Melarutkan Fosfat .....	51
4.4	Identifikasi Cendawan .....	54
4.5	Uji Kemampuan Formulasi pada Bibit Tanaman Tebu .....	58
4.5.1	Tinggi Tanaman (cm).....	58
4.5.2	Luas Daun (cm <sup>2</sup> ) .....	59
4.5.3	Jumlah Anakan .....	60
4.5.4	Diameter Batang (mm).....	61
4.5.5	Panjang Akar .....	62
4.5.6	Berat basah akar.....	63
4.5.7	Berat kering akar.....	64
4.5.8	Kadar Brix .....	65
4.6	Analisis tanah pada akhir penelitian .....	66
<b>BAB V .....</b>		<b>72</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>72</b>
5.1	Kesimpulan .....	72
5.2	Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>74</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>86</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Nomor</b>	<b>halaman</b>
1. Hasil Uji Patogenitas Isolat pada Daun Tebu selama 7 hari.....	45
2. Hasil Identifikasi Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Isolat Cendawan Terpilih.....	55
3. Rata-rata tinggi tanaman 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	59
4. Rata-rata luas daun 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	60
5. Rata-rata jumlah anakan 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	61
6. Rata-rata Panjang Akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	62
7. Rata-rata Berat basah akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	63
8. Rata-rata Berat kering akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	64
9. Rata-rata kadar Brix 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	65
10. Rata-rata nilai pH, kandungan C-organik tanah, kandungan N, nilai C/N rasio, kandungan P-olsen dan P - HCl 25 % serta kandungan K pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	66

## DAFTAR GAMBAR

<b>Nomor</b>	<b>halaman</b>
1. Kerangka Pikir Penelitian.....	31
2. Stek Tebu dengan Satu Mata Tunas.....	41
3. (A) Kontrol Aquades (kiri) dan Salkowski (kanan), (B) Hasil Perubahan Warna setelah Penambahan Reagen Salkowski.....	47
4. Hasil uji kemampuan menghasilkan Indole Acetid Acid (IAA).....	48
5. (A) Kontrol Aquades (kiri) dan pewarna P pekat (kanan), (B) Hasil Perubahan Warna setelah Penambahan pewarna P pekat.....	52
6. Hasil uji kemampuan melarutkan Fosfat .....	56
7. Isolat D8 (a) Koloni cendawan pada media PDA, (b) Konidioform (c) Fialid, dan (d) Konidia.....	57
8. Isolat D9 (a) Koloni cendawan pada media PDA, (b) Konidioform (c) Fialid, dan (d) Konidia.....	57
9. Rata-rata diameter batang pada berbagai perlakuan formulasi cendawan pada umur 12 MST.....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nomor</b>	<b>halaman</b>
1. Denah Percobaan.....	86
2. Tabel .....	87
1a. Rata-rata tinggi tanaman 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	87
1b. Sidik ragam rata-rata tinggi tanaman 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	87
2a. Rata-rata luas daun 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	87
2b. Sidik ragam rata-rata luas daun 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	88
3a. Rata-rata jumlah anakan 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	88
3b. Sidik ragam rata-rata jumlah anakan 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	88
4a. Rata-rata diameter batang 12 pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	89
4b. Sidik ragam rata-rata diameter batang 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	89
5a. Rata-rata panjang akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	89
5b. Sidik ragam rata-rata panjang akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	90
6a. Rata-rata berat basah akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	90
6b. Sidik ragam rata-rata berat basah akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	90
7a. Rata-rata berat kering akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	91
7b. Sidik ragam rata-rata berat kering akar 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	91
8a. Rata-rata kadar brix 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan .....	91

8b. Sidik ragam rata-rata kadar brix 12 MST pada berbagai perlakuan formulasi cendawan.....	92
3. Deskripsi Tebu Varietas Kidang Kencana .....	93
4. Dokumentasi Penelitian .....	95

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan bahan baku industri gula. Tebu merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai peran strategis dalam perekonomian di Indonesia. Industri gula berbahan baku tebu merupakan salah satu sumber pendapatan bagi ribuan petani tebu dan pekerja di industri gula. Perkembangan produksi gula pasir di Indonesia dari tahun 2014 sampai dengan 2018 cenderung mengalami penurunan. Produksi gula pasir mengalami penurunan dikarenakan adanya penurunan luas areal perkebunan tebu. Pada tahun 2014 produksi gula sebesar 2,58 juta ton sedangkan pada tahun 2018 mengalami penurunan menjadi 2,17 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2018). Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas gula yaitu dengan cara meningkatkan kualitas pertumbuhan bibit tebu. Hal ini dikarenakan bibit memiliki peran besar dalam produksi gula.

Upaya yang sering dilakukan oleh petani untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan bibit tebu dengan menggunakan pupuk kimia. Akan tetapi, penggunaan pupuk kimia yang berlebihan akan memberi dampak negatif bagi lingkungan berupa kerusakan tanah seperti struktur tanah, tanah menjadi cepat mengeras, menurunnya kesuburan tanah, rusaknya keanekaragaman hayati dan menekan aktivitas mikroorganisme dalam tanah serta menyebabkan pencemaran

lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah tersebut dengan penggunaan pupuk hayati karena lebih sinergis dengan lingkungan. Indonesia ialah negara yang memiliki keragaman mikroorganisme yang sangat tinggi termasuk mikroorganisme yang berperan sebagai pupuk hayati sehingga mikroorganisme *indigenous* Indonesia perlu terus dikembangkan. Pemanfaatan mikroorganisme termasuk cendawan menjadi salah satu alternatif dalam penggunaan pupuk hayati sebagai sumber nutrisi penting bagi tanaman yang ramah lingkungan. Hal ini sesuai dengan laporan Yadav (2020) melaporkan bahwa cendawan memainkan peran penting dalam memperbaiki status hara tanah, meningkatkan kesuburan tanah, dan produktivitas tanaman.

Pupuk hayati banyak memanfaatkan mikroorganisme salah satunya cendawan. Salah satu kelompok cendawan yang umum digunakan yaitu *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) karena mempunyai kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, berperan dalam memobilisasi dan penyerapan unsur hara di tanah dan tumbuhan, sintesis hormon pertumbuhan, melarutkan fosfat fiksasi nitrogen atau aktivasi mekanisme induksi ketahanan tanaman terhadap penyakit. Tohamy (2020) melaporkan cendawan rhizosfer *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium chrysogenum*, dan *Trichoderma koningiopsis* mampu memacu pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Ji (2020) melaporkan pupuk hayati *Trichoderma* dapat meningkatkan kualitas serta memacu pertumbuhan kubis Cina ditandai dengan meningkatnya parameter tinggi dan bobot segar tanaman tersebut. Hasil



Penelitian Zhang (2019) melaporkan strain *Trichoderma brevicrassum* TC967 dapat memacu pertumbuhan tanaman ketimun serta berpotensi melawan patogen penyebab penyakit busuk akar ketimun. Ali (2019) melaporkan bahwa cendawan endofit dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dalam kondisi tekanan atau stress karena cendawan *Paecilomyces variotii*, *Penicillium purpurogenum* and *Epicoccum nigrum* berpotensi menghasilkan enzim fosfatase dan glukosidase dalam jumlah yang jauh lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan inangnya.

Penggunaan cendawan sebagai PGPF dapat diaplikasikan dengan metode formulasi. Metode formulasi akan sangat bergantung pada keberadaan nutrisi untuk pertumbuhan yang optimal pada cendawan. Sumber nutrisi dapat diperoleh dari media atau substrat yang mendukung daya viabilitas cendawan. Sumber nutrisi dapat diperoleh dari beberapa jenis bahan pembawa. Contohnya dengan memanfaatkan limbah pertanian seperti ampas tebu, ampas sagu, dan dedak. selain karna ramah lingkungan limbah tersebut mudah ditemukan dan biayanya lebih murah. Sehingga bahan pembawa ini dapat menjadi media alternatif untuk perbanyakan cendawan secara massal, dapat diaplikasikan pada bibit tebu sebagai pemacu pertumbuhan yang berpotensi meningkatkan pertumbuhan bibit tebu dan mengurangi penggunaan pupuk kimia.

## 1.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah isolat cendawan koleksi bersifat patogen bagi tanaman?
2. Bagaimana karakterisasi dan menguji kemampuan isolat cendawan koleksi Laboratorium Mikologi Departemen Hama dan penyakit tanaman sebagai *Plant Growth Promoting Fungi*?
3. Bagaimana pengembangan media tumbuh pada isolat yang berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi*?
4. Bagaimana pengaruh formulasi cendawan terhadap pertumbuhan bibit tebu (*Saccharum officinarum* L.) ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui apakah isolat cendawan koleksi Laboratorium Mikologi Departemen Hama dan Penyakit Tanaman bersifat patogen bagi tanaman
2. Untuk mengkarakterisasi dan uji kemampuan isolat cendawan koleksi Laboratorium Mikologi Departemen Hama dan Penyakit Tanaman sebagai *Plant Growth Promoting Fungi*.
3. Untuk mengkaji pengembangan media tumbuh pada isolat yang berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Fungi*.
4. Untuk mengetahui pengaruh cendawan terhadap pertumbuhan bibit tebu *Saccharum officinarum* L.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Teridentifikasinya jenis isolat cendawan yang memiliki kemampuan sebagai *Plant Growth Promoting Fungi*.
2. Dihasilkannya formulasi isolat cendawan potensil yang mempunyai kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan bibit tebu tersebut agar dapat diaplikasikan secara mudah di lapangan oleh petani.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Deskripsi Tanaman Tebu

Tanaman tebu berasal dari tempat yang belum diketahui pasti, namun kebanyakan ahli berpendapat bahwa tanaman tebu berasal dari Irian, yang selanjutnya menyebar ke kepulauan Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand, Burma dan India. Setelah menyebar di India, kemudian dibawa ke Iran sekitar tahun 600 M, dan selanjutnya oleh orang-orang Arab dibawa ke Mesir, Maroko, Spanyol, dan Zanzibar. Beberapa pendapat dari peneliti lain menyimpulkan bahwa tanaman ini berasal dari India berdasarkan catatan-catatan kuno dari negeri tersebut (Tjokroadikoesoemo, 2005). Tanaman tebu termasuk kedalam keluarga rumput-rumputan (graminae). Adapun klasifikasi ilmiah dari tanaman tebu menurut Tjitrosoepomo (2013) adalah sebagai berikut:

Kingdome : Plantae  
Divisio : Spermathophyta  
Sub Divisio : Angiospermae  
Classis : Monocotyledone  
Ordo : Glumiflorae  
Familia : Graminae  
Genus : *Saccharum*  
Spesies : *Saccharum officinarum* L.

Selain itu, tanaman tebu dapat dibedakan juga melalui morfologi atau kenampakan dari tanaman tersebut. Morfologi tanaman tebu dapat dilihat berdasarkan batang, akar, daun, bunga dan buah. Adapun morfologi tanaman tebu menurut Indrawanto et al (2010) adalah sebagai berikut.

1. Batang tebu berdiri lurus dan beruas-ruas yang dibatasi dengan buku-buku dimana setiap buku terdapat mata tunas. Diameter batang tebu ini antara 3-5 cm dengan tinggi batang antara 2-5 meter dan tidak bercabang.
2. Akar tanaman tebu merupakan akar serabut yang panjang dan tumbuh dari cincin tunas anakan.
3. Daun tebu berbentuk seperti busur panah seperti pita, berseling kanan dan kiri, berpelelah seperti daun jagung dan tidak bertangkai. Tulang daun tebu sejajar, di tengah dan berlekuk. Pada tepi daun tebu kadang-kadang bergelombang dan berbulu keras.
4. Bunga tebu berupa malai dengan panjang antara 50-80cm. Cabang bunga pada tahap pertama berupa karangan bunga dan pada tahap selanjutnya berupa tandan dengan dua bulir yang panjangnya 3-4mm. Pada bunga tebu juga terdapat benang sari, putik dengan dua kepala putik dan bakal biji.
5. Buah tebu seperti padi yang memiliki satu biji dengan besar lembaga  $\frac{1}{3}$  panjang biji.

Tanaman tebu umumnya tumbuh selama 12 bulan, dimana selama masa pertumbuhan tersebut tanaman ini mempunyai daur hidup atau fase

pertumbuhan. Secara umum, tanaman tebu memiliki empat fase pertumbuhan, yaitu fase perkecambahan, pertunasan, pemanjangan batang, dan pematangan. Adapun fase- fase pertumbuhan tebu sebelum menghasilkan gula menurut Satuan Kerja Pengembangan Tebu Jatim (2005) adalah sebagai berikut.

1. Fase Perkecambahan

Fase perkecambahan dimulai ketika terjadi perubahan mata tunas tebu yang dorman, menjadi tunas muda lengkap dengan daun, batang dan akar. Fase ini sangat ditentukan oleh faktor inheren yang mencakup varietas, umur bibit, panjang stek, jumlah mata, cara meletakkan bibit, hama penyakit pada bibit dan status hara bibit.

2. Fase Pertunasan atau Fase Pertumbuhan (1-3 bulan)

Fase pertumbuhan ini ditandai dengan pertumbuhan anakan, dimana tumbuhnya mata-mata pada batang tebu di bawah tanah menjadi tanaman baru. Pertunasan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tebu, karena dapat merefleksikan perolehan bobot tebu. Fase ini membutuhkan air, oksigen dan hara makanan khususnya N, P dan K serta penyinaran matahari yang cukup.

3. Fase Pemanjangan Batang (3-9 bulan)

Fase ini merupakan fase paling dominan dari keseluruhan fase pertumbuhan tebu. Proses pemanjangan batang merupakan pertumbuhan yang didukung dengan perkembangan beberapa bagian tanaman yaitu perkembangan tajuk daun, akar dan

pemanjangan batang. Fase ini terjadi saat fase pertumbuhan tunas mulai melambat dan terhenti. Terdapat dua unsur dalam pemanjangan batang yaitu diferensiasi ruas dan perpanjangan ruas-ruas tebu. Fase ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan terutama sinar matahari, kelembaban tanah, aerasi, ketersediaan hara nitrogen dalam tanah dan faktor inheren tebu.

#### 4. Fase Kemasakan atau Fase Generatif Maksimal (10-12 bulan)

Fase ini diawali dengan semakin melambat dan terhentinya fase pertumbuhan vegetatif. Tebu yang memasuki fase kemasakan, secara visual ditandai dengan pertumbuhan tajuk daun berwarna hijau kekuningan, pada helaian daun sering dijumpai bercak berwarna coklat. Pada kondisi tebu tertentu kadang ditandai dengan keluarnya bunga. Selain sifat inheren tebu, faktor lingkungan yang berpengaruh cukup dominan untuk memacu kemasakan tebu antara lain kelembaban tanah, panjang hari dan status hara tertentu seperti nitrogen.

Tebu merupakan tanaman sub-tropis dan tropis yang menyukai banyak sinar matahari dan air yang melimpah (akar tidak tergenang) untuk pertumbuhan optimal. Beberapa spesies yang dikembangkan yaitu *Saccharum officinarum*, *S. spontaneum*, *S. barberi*, dan *S. sinense*. Tanaman komersial ini memiliki banyak kultivar yang dapat dimanfaatkan oleh petani dalam usahatannya. Kemasakan tebu biasanya terjadi pada umur 12 bulan. Rata-rata tebu yang masak memiliki kandungan gula 10% dari bobot tebunya. Jika estimasi produktivitas tebu 100 ton per hektar,

maka gula yang diperoleh sebesar 10 ton per hektar. Beberapa faktor yang membedakan kandungan gula dari satu kebun dengan kebun lainnya yaitu varietas tebu, perubahan musim, dan perbedaan keadaan lokasi (SKIL, 1998).

Tebu (*Saccharum officinarum*) yang banyak dikembangkan oleh masyarakat merupakan tanaman C4, yang menyimpan hasil produksinya dalam batang. Tebu merupakan salah satu tanaman yang sangat efisien memproduksi karbohidrat melalui fotosintesis dibandingkan tumbuhan lain. Fotosintesisnya melibatkan 2 kumpulan sel yang ditunjukkan dengan adanya Kranz Anatomi, yaitu perpindahan struktur dalam prosesnya, yang melibatkan sel-sel mesofil dan sel-sel seludang pembuluh. Tanaman C4 lebih efisien ketika proses reduksi CO<sub>2</sub> dan tingkat fotorespirasinya rendah. Tanaman ini cukup beradaptasi dengan iklim yang agak panas. Tebu dapat tumbuh baik pada tanah yang cukup subur, gembur, mudah menyerap tapi juga mudah melepaskan air (Dhiyauddzikrillah, 2011).

Di Indonesia tebu dapat tumbuh pada ketinggian 0-1300 dan sangat toleran pada kisaran kemasaman tanah (pH) 5-8. Jika pH tanah kurang dari 4.5 maka kemasaman tanah menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman, seperti pada beberapa kasus disebabkan oleh pengaruh toksik unsur aluminium (Al) bebas. Pemberian kapur pada tanah mineral masam dapat meningkatkan produksi tebu. Hasil tebu pun akan optimum apabila ketersediaan hara makro primer (N, P, K), hara makro sekunder (Ca, Mg, S), dan hara mikro (Si, Cu, Zn) dalam tanah lebih tinggi dari batas kritisnya (Balai Penelitian Tanah, 2010). Sifat iklim yang



diinginkan tanaman tebu adalah iklim kering pada musim kemarau selama 3-6 bulan dengan suhu optimum 25-30<sup>0</sup>C. Suhu udara yang tinggi diikuti dengan kelembaban tanah dan udara yang juga tinggi, akan sangat menguntungkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Cuaca kering yang dingin atau *cool dry weather* dapat mempercepat pematangan (Balai Penelitian Tanah, 2010).

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) tergolong tanaman perkebunan yang dimanfaatkan batangnya menjadi gula. Bagian batang tanaman tebu didominasi oleh air sebesar 75-80%, sukrosa 10-12%, gula reduksi 0,5-2%, senyawa organik (Asam Laktat, Asam Suksinat, dan Asam Glukonat) sebesar 0,5-1%, senyawa anorganik (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O, SO<sub>3</sub>, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebesar 0,2-0,6%, senyawa fosfat serta serabut (Saputra, 2019).

Tebu tergolong tanaman yang sangat membutuhkan pupuk untuk dapat menghasilkan tebu dan gula yang lebih baik. Untuk mengatasi permasalahan ini diperlukan pupuk yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman tebu dan kandungan gula di dalamnya (Amir et al., 2017). Pemupukan merupakan salah satu upaya yang ditempuh dalam memaksimalkan hasil tanaman. Pemupukan dilakukan sebagai upaya untuk mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman agar tujuan produksi dapat dicapai. Namun penggunaan pupuk yang tidak bijaksana atau berlebihan dapat menimbulkan masalah bagi tanaman yang diusahakan, seperti keracunan, rentan terhadap hama dan penyakit, kualitas produksi

rendah dan selain itu biaya produksi tinggi dan dapat menimbulkan pencemaran (Nasamsir, 2020).

Salah satu varietas tebu yang dikembangkan adalah Varietas Kidang Kencana (PA 198). Penyebaran varietas tebu ini awalnya beradaptasi dan berkembang dusun Kidangkencana, Jawa Barat terus meningkat dan produktivitasnya cukup baik. Dalam waktu relatif singkat bahkan telah mulai diminati oleh para petani di Daerah Istimewa Yogyakarta dan di Jawa Timur. Varietas yang sama juga berkembang di pertanaman petani tebu rakyat wilayah PG Bungamayang Lampung yang dikenal dengan nama BM 96-05, wilayah PT Gunung Madu Plantation Lampung dengan nama GM 25 serta wilayah PG Cintamanis Sumatera Selatan dengan nama CM 47. Karena varietas ini tidak diketahui secara pasti asal usulnya, sehingga dilakukan usulan pemutihan dengan nama Kidang Kencana (KK). Varietas tebu KK menunjukkan keragaan tanaman yang memuaskan pada lahan geluh-liat (tekstur sedang sampai berat) dengan air cukup tersedia. Sementara itu pada lahan tanpa pengairan, tampaknya KK menunjukkan keragaan yang kurang memuaskan, sehingga kesesuaian tipologi wilayah pengembangannya adalah pada lahan yang tersedia lengas tanah cukup (sawah berpengairan).

Hasil pengamatan secara deskriptif terlihat bahwa pada jenis lahan berat, terlihat keragaan tanaman seragam pertumbuhannya dengan jumlah batang yang rapat. Pertunasan terjadi secara serempak, berbatang tegak, diameter sedang sampai besar. Jarang berbunga, diameter sedang sampai besar, hasil tebu cukup tinggi, rendemen tinggi, kemasakan awal

tengah, kadar sabut sekitar 13%. Pada kondisi kebun yang terganggu drainasenya terjadi pengecilan diameter batang dan pertumbuhan agak terhambat. Sementara itu pada lahan yang kekurangan air akan terjadi pemendekan ruas batang, dan pengaruhnya pada populasi batang (Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia, 2014).

## **2.2 Pupuk Hayati**

Pupuk hayati berasal dari jasad hidup kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanah sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Mikroba tanah mempunyai peranan dalam berbagai proses, seperti dekomposisi bahan organik, mineralisasi senyawa organik, fiksasi hara, pelarut hara, nitrifikasi dan denitrifikasi. Berbagai jenis mikroba mempunyai fungsi dan keefektifan yang berbeda-beda. Terdapat kelompok bakteri penambat N yang simbiotik maupun nonsimbiotik. (Saraswati, 2008). Bakteri endofit *Gluconacetobacter diazotrophicus* merupakan bakteri yang masuk ke dalam jaringan tanaman dan membentuk asosiasi nonsimbiotik. Kemampuan bakteri endofit *Gluconacetobacter diazotrophicus* sebagai pemfiksasi N, dapat dimanfaatkan dalam menurunkan kebutuhan pupuk anorganik (Tamba, 2016).

Pupuk hayati merupakan mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman memfasilitas atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman. Pupuk hayati dapat berisi bakteri yang berguna untuk memacu pertumbuhan tanaman,

sehingga hasil produksi tanaman tetap tinggi dan berkelanjutan (Simanungkalit, 2001; Putri, 2018).

Penggunaan pupuk hayati sudah banyak diaplikasikan terhadap beberapa tanaman penting baik pangan maupun hortikultura. Guntoro *et. al.* (2006) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati *Azospirillum* sp. Meningkatkan efisiensi pemupukan dan serapan hara pada tanaman *Cynodon dactylon* var. Tifdwarf (*turfgrass*). Andriawan (2010) menunjukkan bahwa pupuk hayati dapat menurunkan penggunaan dosis pupuk anorganik sebesar 25% tanpa mengurangi hasil tanaman padi sawah. Setyawan (2013) menambahkan bahwa penggunaan pupuk hayati beserta pemberian pupuk organik dan pembenaman jerami dapat menurunkan penggunaan pupuk anorganik sebesar 50% tanpa menurunkan hasil yang dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik dengan dosis 100%.

Hasil penelitian Noegraha (2015), Menyatakan bahwa penggunaan pupuk hayati dengan pengurangan taraf dosis pupuk anorganik hingga 25% menghasilkan peningkatan pertumbuhan, komponen hasil dan hasil, serta mutu hasil dari tanaman padi tidak berbeda dengan aplikasi pupuk anorganik dosis 100%. Pengurangan dosis pupuk anorganik 50% yang dikombinasikan dengan pupuk hayati cenderung menurunkan pertumbuhan tetapi tidak berbeda dalam hasil dengan aplikasi 100% dosis pupuk anorganik. Aplikasi pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang berimplikasi pada kelestarian lingkungan dan efisiensi pembiayaan dan penjualan dari hasil usaha tani tanaman padi.

Pupuk hayati merupakan mikroba yang dipakai untuk memperbaiki kesuburan tanah, misalnya rhizobium, mikroba pelarut fosfat, cendawan mikoriza dan lain – lain. Penambahan mikroba pelarut fosfat dan bakteri perangsang pertumbuhan tanaman, mampu meningkatkan ketersediaan hara fosfor (P) didalam tanah, merangsang pertumbuhan akar tanaman sehingga penyerapan hara nitrogen (N) dan fosfor (P) meningkat (Hasibuan, 2006; Lusmaniar, 2020).

Pupuk hayati adalah formulasi mikroba hidup termasuk bakteri, aktinomiset, dan cendawan (Kour et al., 2020). Mereka bisa diaplikasikan langsung ke akar tanaman, tanah, benih, dan bibit. Karena aktivitas biologis yang pada mikroorganisme serta membantu mobilisasi dan aksesibilitas nutrisi (Pal et al., 2015). Pupuk hayati cendawan bisa diterapkan sendiri atau dalam kombinasi dengan bidang alam dan dapat bermanfaat secara langsung atau secara tidak langsung pada perkembangan tanaman, hasil, dan pertumbuhan melalui berbagai metode (Rai, 2013; Yadav et al., 2019). Pupuk hayati bertindak dengan memperbaiki nitrogen atmosfer (N), melarutkan fosfor (P), dan mensintesis besi bentuk siderofor untuk membuat nutrisi mudah tersedia untuk tanaman (Keswani et al., 2014).

Hasil penelitian Ji (2020) melaporkan pupuk hayati *Trichoderma* dapat meningkatkan kualitas serta memacu pertumbuhan kubis Cina ditandai dengan tinggi, bobot segar, dan hasil pembungaan Bibit kubis Cina meningkat tajam dibandingkan dengan kontrol. Pupuk hayati *Trichoderma* dianggap sebagai pendekatan yang berkelanjutan dan ramah

lingkungan untuk meningkatkan serapan hara dan produksi kubis Cina berbunga dalam kondisi input rendah. Penerapannya selanjutnya akan mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida, terutama di rumah kaca, sehingga meningkatkan kualitas sayuran dan mengurangi pencemaran lingkungan.

*Aspergillus niger* merupakan salah satu contoh cendawan yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pupuk hayati karena dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman inang. Mekanisme peningkatan pertumbuhan diduga melalui produksi berbagai asam-asam organik seperti asam sitrat, oksalat dan malat yang berfungsi sebagai senyawa penting dalam proses dekomposisi bahan organik dan proses mineralisasi unsur hara. Selain itu cendawan ini juga mampu menghasilkan hormon tumbuh bagi tumbuhan dalam jumlah yang cukup baik (Hassan 2002; Riyanti, 2015). Sejalan dengan hasil penelitian Javed (2020) melaporkan bahwa *A. terreus* merupakan isolat jamur endofit yang mampu mamacu pertumbuhan tanaman karena memiliki kemampuan menghasilkan metabolit skunder aktif IAA, senyawa fenol dan flavonoid. Dari hasil penelitiannya menunjukkan perumbuhan bibit tomat dengan aplikasi cendawan lebih baik dibandingkan kontrol sehingga cendawan sangat berguna untuk meningkatkan produksi tanaman serta dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hayati (Javed, 2020).

Hasil penelitian Ain (2019) isolasi cendawan endofit akar tanaman tebu diperoleh total 14 isolat endofit. Berdasarkan pengujian patogenisitas terdapat 14 isolat yang tidak bersifat patogenik dengan ditandai tidak

terdapat gejala nekrosis pada daun tebu, kemudian dilakukan pengujian penghambatan terhadap 14 cendawan endofit dengan cendawan pathogen *F. moniliformae*. Dari hasil pengujian penghambatan, terdapat 14 cendawan endofit yang berpotensi sebagai antagonis dan persentase penghambatan tertinggi yaitu pada perlakuan cendawan *Trichoderma* sp. 2 dengan persentase 75,33%.

Pupuk hayati cendawan yang melarutkan fosfat adalah agen hayati yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman oleh meningkatkan serapan fosfor. Sifat pelarut fosfat cendawan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap ketersediaan fosfat tanah bagi tanaman. Beberapa cendawan memiliki sifat pelarut fosfat, yang paling umum adalah *Saccharomycopsis schoenii*, *Cryptococcus luteolus*, *Trichosporon beigelii*, *Rhodotorula aurantiaca* A, *Kluyveromyces waltii*, *Neosartorya fisheri* var. *fischeri*, *Candida montana*, *Penicillium purpurogenum* var. *rubrisclerotium*, dan *Zygoascus hellenicus* (Birhanu et al., 2017). Cendawan pelarut fosfat yang termasuk dalam marga *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* sp. juga ditemukan di wilayah rizosfer tumbuhan.

Penelitian Simanjuntak (2005) dalam syahputra (2017) melaporkan bahwa *Trichoderma* secara nyata mampu meningkatkan jumlah polong dan jumlah biji. Hal ini menunjukkan bahwa mikroba cendawan tanah selain memacu pertumbuhan vegetatif tanaman, juga mampu memengaruhi pertumbuhan generative tanaman. Ini di duga karena *Trichoderma* dapat menguraikan fosfat dari Al, Fe dan Mn. Pada tanah

masam P dapat terikat dengan Al dan Fe serta mungkin Mn membentuk ikatan tidak larut di dalam tanah masam dengan kepekaan ion Fe dan Al jauh melebihi H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, akibatnya akan membentuk senyawa fosfor tidak larut. Dengan demikian hanya sejumlah H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> tersisa dan merupakan bagian yang tersedia bagi tanaman. Untuk menguraikan P yang terikat dengan Al, Fe dan Mn maka digunakan mikroorganisme tanah agar P dapat tersedia bagi tanaman pada kondisi masam. Salah satu mikroorganisme yang dapat menguraikan bahan organik tanah tersebut adalah *Trichoderma*.

Hasil penelitian Marnita (2017) melaporkan bahwa cendawan endofit berpotensi sebagai agens hayati. Salah satunya adalah penggunaan *Penicillium* sp yang diaplikasikan melalui perendaman akar dan penyemprotan kedaun tanaman cabai memiliki potensi yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman sedangkan penggunaan *Geotricum* sp yang diaplikasikan melalui penyemprotan kedaun dapat meningkatkan produksi buah cabai .

### **2.3 Plant Growth Promoting Fungi (PGPF)**

*Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) merupakan cendawan berfilamen bersifat non patogen atau tidak menyebabkan sakit pada tanaman, yang ditularkan melalui tanah dan memberikan manfaat bagi tanaman (Masunaka et al., 2011). Pemanfaatan beberapa spesies cendawan rhizosfer berpotensi sebagai PGPF telah banyak dilaporkan khususnya dalam genus *Trichoderma*, *Fusarium*, *Penicillium* dan *phoma* (Hyakumachi, 1994). Penggunaan PGPF berfungsi untuk merangsang



perkecambahan dan pertumbuhan tanaman, memproduksi hormon, menekan pertumbuhan patogen rhizosfer dengan mekanisme antagonis, serta menginduksi resistensi ketahanan tanaman (Masunaka et al., 2011).

Karakterisasi cendawan dilakukan untuk mengetahui ciri dan sifat morfologi serta kemampuan yang dimiliki oleh cendawan seperti identifikasi secara morfologi, uji kemampuan cendawan dalam menghasilkan senyawa bioaktif, enzim serta kemampuan dalam memacu pertumbuhan tanaman. Dalam penelitian Banerjee (2019) *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) diisolasi dari tanah rizosfer Nasi. Lima PGPF diisolasi dan sifat-sifat pemacu pertumbuhan tanaman yang berbeda diantaranya isolat PS2 menunjukkan sifat PGP terbaik seperti pelarutan phosphate, IAA, HCN, amonia, dan produks siderofor. PS2 diidentifikasi sebagai *Penicillium commune* by 18S r DNA sequencing. Benih *Vigna mungo* L. yang diberi perlakuan PS2 menunjukkan persentase perkecambahan yang lebih baik dan indeks kekuatan bibit dibandingkan kontrol yang tidak diberi perlakuan. Setelah 30 hari perawatan tanaman menunjukkan akar yang lebih baik, panjang tunas, produksi biomassa dan efektivitas fotosintesis. Sehingga isolat PS2 dapat digunakan menjadi pupuk hayati sebagai alternatif untuk mengurangi efek merugikan dari bahan kimia pupuk.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Chandanie et al (2006) yang menunjukkan bahwa pemberian PGPF *Penicillium simplicissimum* telah membantu peningkatan ketahanan tanaman terhadap penyakit antraknosa

yang disebabkan oleh *Colletotrichum orbiculare*. menunjukkan bahwa PGPF terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman serta menekan bercak daun pada tanaman mentimun akibat *Alternaria* sp. dengan dan hasil terbaik (Kurniawati, 2015).

Cendawan Rizosfer sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* secara keseluruhan habitat hidup mikroorganisme yang banyak berperan di dalam pengendalian hayati berada di daerah rhizosfer yakni tanah di sekitar perakaran tumbuhan serta daerah filosfer yakni di atas daun, batang, bunga, dan buah. Mikroba tanah yang berkumpul di daerah rhizosfer akan menghasilkan eksudat akar dan serpihan tudung akar sebagai sumber makanan mikroba tanah. Bila populasi mikroba di sekitar rhizosfer didominasi oleh mikroba yang menguntungkan tanaman, maka tanaman akan memperoleh manfaat yang besar dengan hadirnya mikroba tersebut (Lugtenberg, 1999).

Cendawan rhizosfer merupakan salah satu kelompok mikroba yang telah dilaporkan dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit, baik penyakit terbawa tanah maupun penyakit terbawa udara (Hyakumachi & Kubota 2003). Cendawan rhizosfer membantu pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme seperti peningkatan penyerapan nutrisi, dan menghasilkan hormon pertumbuhan bagi tanaman (Chanway, 1997). Dilaporkan bahwa 80% mikroorganisme yang diisolasi dari rhizosfer berbagai tanaman memiliki kemampuan untuk mensintesis dan melepaskan auksin sebagai metabolit sekunder (Patten dan Glick, 1996). Banyak mikroba rhizosfer yang dilaporkan berperan dalam

memacu pertumbuhan dan sekaligus dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit. Cendawan merupakan kelompok yang paling banyak diisolasi dari rhizosfer tanaman budidaya yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dan dikelompokkan sebagai *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPF) (Hyakumachi & Kubota, 2003). Beberapa isolat PGPF ditemukan di sekitar tanaman sehat yang ditanam secara budidaya maupun tanaman liar dan dari beberapa hasil penelitian diketahui bahwa cendawan PGPF umumnya banyak ditemukan di daerah rhizosfer berbagai jenis tanaman (Murali et al., 2012).

Pemberian PGPF *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. dengan pembawa ampas sagu, gambut, dedak, dan serbuk gergaji menghasilkan pertumbuhan lidah buaya pada berat pelepah, panjang pelepah, ketebalan pelepah daun, dan lebar pelepah yang baik yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan formulasi PGPF (Alimuddin, 2011). Berdasarkan penelitian Habtuti (2018) hasil dari identifikasi cendawan eksplorasi endofit tanaman tebu didapatkan 5 koloni yang terdiri dari 4 genus dan 4 spesies dari *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., dan *Fusarium* sp. Kemudian dilakukan perbanyakan PGPF cendawan hasil eksplorasi untuk diaplikasikan pada tanaman tebu. Variabel Pengamatan yaitu presentase perkecambahan, waktu tunas tumbuh, tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan kejadian penyakit. Dari hasil uji potensi tersebut didapatkan hasil bahwa perendaman bibit bud set dengan isolat cendawan *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp. berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun. Hal itu

dikarenakan cendawan *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp. termasuk golongan PGPF cendawan yang dapat memacu pertumbuhan tanaman.

Penelitian Lovelyana (2018) Hasil seleksi cendawan rhizosfer pada tanaman mentimun menunjukkan bahwa *Acremonium* sp, *Penicillium* spp. dan *Trichoderma* spp. berpotensi sebagai PGPF. Hasil penelitian uji potensi cendawan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada pengamatan yang meliputi presentase tunas tumbuh, jumlah anakan, serta kejadian penyakit, dan menunjukkan perbedaan yang nyata pada pengamatan tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun tanaman tebu. Perendaman bibit single bud set dengan cendawan *Penicillium* sp. berpotensi untuk memacu pertumbuhan tanaman tebu khususnya pada waktu tumbuh tunas tebu, tinggi tanaman, jumlah daun serta diameter batang. Perendaman bibit single bud set tanaman tebu dengan menggunakan cendawan *Trichoderma* sp. berpotensi untuk mengurangi peluang terjadinya penyakit.

*Plant growth promoting fungi* (PGPF) adalah salah satu yang sering digunakan untuk menginduksi resistensi tanaman terhadap patogen. Cendawan rhizosfer yang diisolasi *Aspergillus falvus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium chrysogenum*, dan *Trichoderma koningiopsis* telah diuji kemampuannya dalam memacu pertumbuhan tanaman oleh Tohamy (2020). Pada *Triticum aestivum* L., PGPF koloni akar merangsang *induced systemic resistance* (ISR) melawan penyakit layu oleh *Rhizoctonia solani* R43, dengan menghambat pertumbuhan dan perkembangan penyakit. Studi ini menunjukkan bahwa strain PGPF

mengaktifkan gen terkait patogenesis (PR- 1, 2), gen kitinase defensif tanaman (Chit-1) dan  $\beta$ -1, 3-glukanase (Glu-2) dan meningkatkan tanaman spesifik protein pertahanan terhadap patogen *Rhizoctonia solani*.

Hasil penelitian Irawati (2017) melaporkan bahwa 62 isolat yang berasal dari akar cabai yang diuji konsisten mampu memicu pertumbuhan tanaman ada sekitar 54,84%, namun secara keseluruhan terdapat 74,1% yang potensial sebagai pemicu pertumbuhan tanaman benih cabai. Kemampuan cendawan maupun bakteri endofit dalam memicu pertumbuhan tanaman dapat melalui mekanisme secara langsung maupun tidak langsung. Mekanisme secara langsung diduga salah satunya adalah dengan melibatkan produksi senyawa-senyawa pengatur tumbuh (Dai et al., 2008, Bhagobaty & Joshi 2009, Waqas et al., 2012) atau meningkatkan ketersediaan nutrisi yang terbatas untuk peningkatan pertumbuhan tanaman, sedangkan secara tidak langsung, yaitu melalui penekanan terhadap mikrob pengganggu (Gao et al., 2010, de Lima Favaro et al., 2012, Manici et al., 2014).

Penggunaan terus menerus dari isolat PGPF di akar dapat memicu tanaman untuk menghasilkan respon pertahanan sehingga dapat menekan patogen tanaman. PGPF juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara tidak langsung yaitu melalui perubahan terhadap struktur rhizosfer tanah yang menguntungkan tanaman (Murali et al., 2012).

*Trichoderma* spp. menghasilkan auksin yang melindungi akar tanaman, meningkatkan serapan hara, memperluas perkembangan akar dan

pucuk serta ketahanan cekaman biotik /abiotik. Hormon auksin *Indole-3-acetic acid* (IAA) yang dihasilkan oleh *Trichoderma virens* dan *Trichoderma atroviride* ditemukan dapat merangsang pertumbuhan tanaman *Arabidopsis* secara in vitro (Contreras-Cornejo et al., 2009; Swain, 2020).

Cendawan yang berada di rhizosfer diketahui menghasilkan auksin seperti asam indole-3-asetat (IAA) dan menguntungkan pertumbuhan tanaman. Cendawan tersebut hidup bersimbiosis dengan tumbuhan dan mendukung pertumbuhan tanaman sebagai imbalannya tanaman memberikan gula dan asam amino untuk cendawan kelangsungan hidup mereka. Cendawan tersebut dinamai cendawan pemacu pertumbuhan tanaman (PGPF). Biosintesis mikroba auksin telah melakukan pemeriksaan tembus yang beralasan bahwa berbagai strain cendawan menghasilkan IAA dari triptofan (Trp) sedangkan cendawan lain menghasilkan IAA bahkan tanpa adanya Trp (Patel, 2019).

Fosfor (P) adalah salah satu unsur hayati utama yang membatasi produksi pertanian. Cendawan pelarut fosfat berperan penting berperan dalam meningkatkan bioavailabilitas fosfat tanah bagi tanaman sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman. Penelitian Elias (2016) mengisolasi dan mengkarakterisasi cendawan pelarut fosfat dari rizosfer kacang haricot, kacang faba, kubis, tomat, dan tebu diperoleh sebanyak 359 isolat cendawan termasuk dalam marga *Aspergillus* (55,69%), *Penicillium* spp. (23,35%), dan *Fusarium* (9,58%). Isolat JUHbF95 (*Aspergillus* sp.) dan JUFbF59 (*Penicillium* sp.) jumlah maksimum terlarut P  $728.77 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$

<sup>1</sup> dan  $514.44 \mu\text{g.mL}^{-1}$ , masing-masing dari TCP (tricalcium phosphate) setelah diinkubasi selama 15 hari inkubasi. Hal ini menunjukkan cendawan tersebut berpotensi sebagai pupuk.

## **2.4 Formulasi Cendawan**

Formulasi mikroorganisme merupakan tahapan penting untuk mengembangkan produk hayati. Formulasi biokontrol berkualitas tinggi memiliki populasi mikroorganisme yang tinggi dan tetap bertahan dengan potensi yang optimum untuk penyimpanan lebih lama (Panjaitan, 2019). Langkah penting dalam pengembangan agens hayati ialah perbanyakkan inokulum dengan pemanfaatan medium tumbuh yang murah dan formulasi mikroorganisme. Pemanfaatan beras dan dedak padi sebagai medium alternatif perbanyakkan inokulum cendawan dinilai murah, kaya nutrisi, dan mudah disediakan. Kandungan nutrisi dari beras dan dedak padi mampu menstimulasi pertumbuhan miselium dan sporulasi cendawan agens hayati. Selain medium pertumbuhan, cahaya juga berperan dalam menstimulasi pertumbuhan miselium dan produksi konidium (Kim et al., 2017).

Kandungan nutrisi yang terkandung dalam bahan pembawa merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan mendukung daya viabilitas cendawan (Adiguna, 2020). Sumber nutrisi tersebut diperoleh dari media atau substrat tempat tumbuh cendawan tersebut (Dermiyati, 2019). Berbagai macam media alternatif seperti jagung, kacang hijau, beras, serbuk gergaji dan dedak dapat digunakan sebagai media perbanyakkan *Trichoderma* sp. Bahan-bahan tersebut

mengandung nutrisi yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan *Trichoderma* sp. diameter koloni *Trichoderma* sp sebesar 9 cm pada media beras dan media dedak, berbeda nyata dengan diameter koloni yang tumbuh pada media jagung 8 cm dan terendah pada media kacang hijau 7,5 cm. Secara kasat mata terdapat perbedaan warna dan ketebalan miselia koloni *Trichoderma* sp pada masing-masing media. Pada media beras walaupun diameter koloninya sama pada media dedak, namun pada media ini koloninya tidak setebal atau serapat pada media dedak. Pada media dedak warna koloninya kehijauan tua sedangkan pada media beras berwarna putih kehijauan. Pertumbuhan miselium dan sporulasi pada medium tumbuh yang diberi tambahan dedak padi lebih baik dibandingkan tanpa tambahan dedak. Medium tumbuh yang mengandung dedak memiliki nutrisi berupa 27.01% karbohidrat, 0.48% serat kasar, 0.69% P, 1.92% K dan 0.65% N (Uruilal et al., 2012).

Hasil penelitian Novianti (2018) bahwa pertumbuhan *Trichoderma* sp terbaik didapatkan pada media dedak yaitu menghasilkan diameter koloni 9 cm dengan kerapatan konidia  $74,5 \times 10^{10}$  konidia/mg tidak berbeda dengan pertumbuhan pada media PDA sintetik yang dipakai di laboratorium. Media campuran dedak dan ela sagu serta sekam, dedak dan ela sagu adalah media yang terbaik untuk pertumbuhan *T. harzianum*, ditunjukkan dengan pertumbuhan koloni pada media dan jumlah konidium yang mencapai  $10^{11} \text{ g}^{-1}$  media (Kalay, 2015).

Media yang banyak mengandung nutrisi biasanya koloni *Trichoderma* sp yang tumbuh lebih rapat dan berwarna hijau tua



sedangkan pada media yang sedikit mengandung nutrisi biasanya cendawan yang tumbuh umumnya transparan dan berwarna putih kehijauan. Dilaporkan bahwa kerapatan konidia *Trichoderma* sp berbeda nyata pada semua media perlakuan. Kerapatan konidia terendah pada media kacang hijau yaitu  $5,2 \times 10^{10}$  konidia/mg, sedangkan tertinggi pada media dedak yaitu  $99,1 \times 10^{10}$  konidia/mg. hal ini dikarenakan kandungan nutrisi dedak sangat cocok untuk proses sporulasi cendawan *Gliocladium* sp. Sesuai dengan pernyataan Parjimo dan Andoko (2007), yang menyatakan bahwa dedak mampu mempercepat pertumbuhan miselium dan mendorong perkembangan cendawan. Dedak mempunyai pH netral. Menurut Seswati et al., (2013) dalam (Rizal, 2018), Derajat keasaman sangat penting dalam mengatur metabolisme dan sistem-sistem enzim, bila terjadi penyimpangan pH maka proses metabolisme cendawan dapat terhenti, sehingga untuk pertumbuhan maksimal cendawan diperlukan pH yang optimum.

Hasil penelitian Gusnawaty (2017) melaporkan bahwa media dedak adalah media yang paling efektif untuk digunakan sebagai media perbanyak *Trichoderma* sp. karena pada setiap variabel pengamatan menunjukkan kemampuan *Trichoderma* sp. untuk tumbuh berkembang yang lebih baik dibandingkan pada media tumbuh lainnya, sehingga media beras dan jagung yang umumnya digunakan untuk perbanyak *Trichoderma* sp. dapat digantikan dengan media dedak yang nilai ekonominya lebih murah dan terjangkau dan hasilnya sama jika menggunakan media beras dan jagung.

Pertumbuhan *Trichoderma* sp sangat bergantung pada ketersediaan karbohidrat dan digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya. Bahan yang mengandung karbohidrat dengan konsentrasi tinggi mendorong pertumbuhan cendawan. Pertumbuhan yang tinggi akan menghasilkan jumlah konidia yang lebih banyak, sedangkan proses pertumbuhan yang rendah akan menghasilkan jumlah konidia lebih sedikit. Hasil penelitian Rizal (2018) Media dedak efektif untuk dijadikan media alternatif perbanyakan cendawan *Trichoderma* sp secara massal dibandingkan media jagung, kacang hijau dan beras.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi cendawan *Trichoderma* spp., endomikoriza, dan pupuk kompos menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang tangkai daun, berat basah, berat kering tanaman, dan berat kering akar bibit tanaman sengon dibanding dengan kontrol namun tidak berpengaruh terhadap berat basah akar. Kombinasi inokulum 10 ml *Trichoderma* spp., 150 spora endomikoriza, dan 10 g pupuk merupakan dosis yang optimal dan efektif untuk meningkatkan pertumbuhan bibit sengon (Krisdayani, 2020).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis bahan pembawa dengan lama penyimpanan pellet yang berpengaruh nyata terhadap viabilitas *T. harzianum*. Jenis bahan pembawa tepung ketan putih dengan masa penyimpanan pellet 9 minggu menghasilkan persentase pertambahan nilai (viabilitas) kecambah konidia tertinggi (viabilitas) *T. harzianum* yaitu 78,19% (Muljowati, 2010).

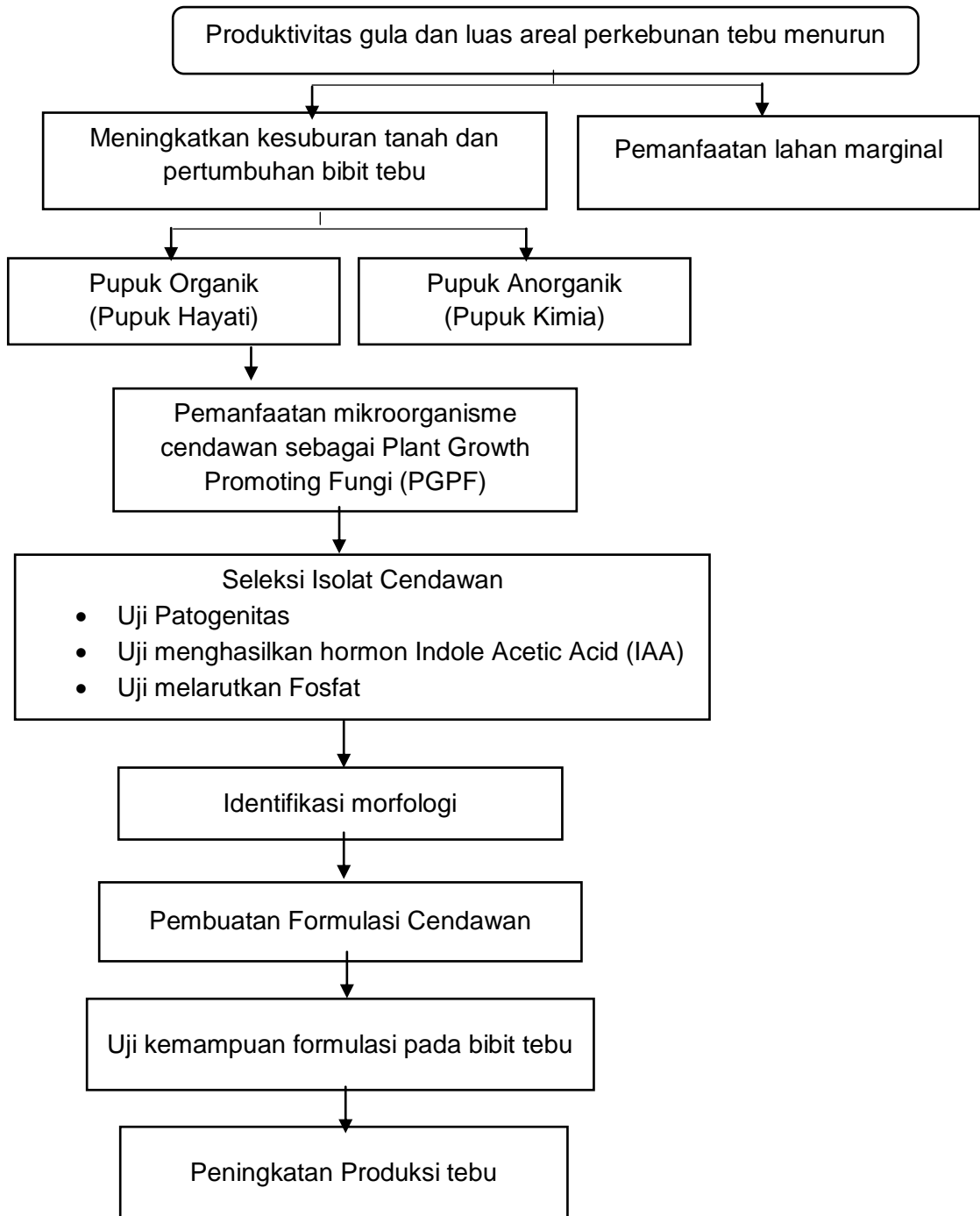
Dedak merupakan bahan yang paling mendukung pertumbuhan dan pembentukan spora cendawan PGPF *Aspergillus* sp. Isolat SNTH003 dan *Penicillium* sp. Isolat SNTH001, tetapi juga merupakan bahan yang paling kurang mampu mendukung daya tumbuh spora kedua cendawan tersebut, sedangkan bahan serbuk gergajian kayu merupakan bahan yang kurang mampu mendukung pertumbuhan dan produksi spora, tetapi merupakan bahan yang cukup stabil dalam mendukung daya tumbuh spora kedua cendawan PGPF selama 12 minggu pengamatan. Khusus untuk cendawan PGPF *Penicillium* sp. isolat SNTH001, bahan gambut merupakan bahan pembawa yang paling mampu mendukung pertumbuhan dan produksi spora sekaligus paling mampu mempertahankan daya tumbuh spora cendawan tersebut dibanding dedak, ampas sagu dan serbuk gergajian kayu (Supriyanto et al., 2011).

Formulasi *Trichoderma* dalam bentuk tepung juga dapat dilakukan dengan beberapa media pembawa dari jenis bahan organik berupa sisa tanaman yang mudah tersedia. Hal tersebut didasarkan pada komposisinya yang minimal mengandung selulosa sehingga mampu digunakan sebagai medium bagi pertumbuhan cendawan saprofitik secara umum seperti jenis *Trichoderma*. Selanjutnya pembuatan formulasi *Trichoderma* dengan medium cair juga dapat dilakukan dengan menggunakan fermentor sederhana. Medium cair yang digunakan sebagai bahan pembawa adalah dari ekstraksi bahan-bahan organik seperti alang-alang, kompos, pupuk kandang, dan sekam (Purwantisari, 2009; Dini, 2016).

Hasil penelitian Ayu adriany (2012) melaporkan bahwa formulasi *T. harzianum* dalam bentuk pelet dengan menggunakan beberapa jenis bahan pembawa berupa tepung ketan putih (TK), tepung tapioka (TT) dan tepung jagung (TM) dengan lama waktu penyimpanan pelet dapat meningkatkan viabilitasnya. Ketersediaan nutrisi di dalam bahan pembawa yang cukup dan lama waktu penyimpanan pelet serta faktor lingkungan seperti temperatur, pH, kelembaban dan intensitas cahaya dapat mempengaruhi sporulasi, pigmentasi dan daya antagonisme yang dapat mempengaruhi viabilitas *T. harzianum*

Hasil penelitian Temteri (2017) dengan perlakuan jenis substrat sebagai media perbanyak *A. flavus* dengan kerapatan konidia  $10^8$  konidia/ml yaitu beras, tongkol jagung, ampas tebu dan ampas kulit kopi. menunjukkan *A. flavus* yang diperbanyak pada substrat ampas tebu merupakan substrat yang terbaik rata-rata konidia  $7 \times 10^9$  konidia/gram dan daya kecambah konidia 71,75%. Hasil penelitian Kansrini (2015) menunjukkan Jumlah kerapatan spora tertinggi terdapat pada perlakuan B (ubi rambat) merupakan media terbaik terhadap jumlah kerapatan spora yaitu 1.546,933,333 spora/gram ( $1.5 \times 10^9$  spora/gram). Daya viabilitas spora tertinggi dijumpai pada media ubi rambat yaitu rata-rata 97,42%., disusul ubi kayu sebesar 96,77%. , kentang sebesar 95,99% dan bekatul sebesar 92.55%.

## 2.5 Kerangka Konseptual



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

## 2.6 Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat karakter morfologi yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi isolat yang bersifat PGPF.
2. Terdapat isolat cendawan yang mampu menghasilkan hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dan mampu melarutkan Fosfat.
3. Terdapat formulasi isolat cendawan yang mampu memacu pertumbuhan bibit tebu *Saccharum officinarum* L.
4. Terdapat pengaruh isolat cendawan yang mampu meningkatkan pertumbuhan bibit tebu *Saccharum officinarum* L.