

EKSPLORASI CENDAWAN ENDOFIT DARI PADI LOKAL SINJAI
DAN POTENSINYA SEBAGAI PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN
PADI (*Oryza sativa* L.)

Exploration of Endophytic fungal from local rice Sinjai
and its potential as booster growth of rice plants (*Oryza sativa*. L)

DIAN YUSTISIA

P0100316417



PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2020

EKSPLORASI CENDAWAN ENDOFIT DARI PADI LOKAL SINJAI
DAN POTENSINYA SEBAGAI PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN
PADI (*Oryza sativa*. L)

Disertasi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Doktor

Program Studi
Ilmu Pertanian

Disusun dan Diajukan Oleh

DIAN YUSTISIA
NIM. P0100316417

Kepada

SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2020

DISERTASI

EKSPLORASI CENDAWAN ENDOFIT PACI LOKAL SINJAI
DAN POTENSINYA SEBAGAI PEMACU PERTUMBUHAN
TANAMAN PACI (*Oryza sativa* L.)

Disusun dan diajukan oleh

DIAN YUSTISIA
Nomor Pokok P0100316417

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi
pada tanggal 26 November 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,


Prof. Dr. Ir. Kahar Mustari, M.S
Promotor



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, MS.
Ko-Pro motor

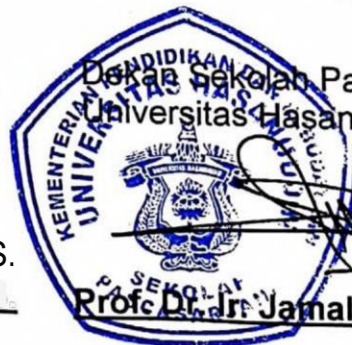


Dr. Ir. Amir Yassi, MS
Ko-Pro motor

Ketua Program Studi
Ilmu Pertanian



Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, MS.



Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jomp a M.Sc

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dian Yustisia
Nomor Mahasiswa : P0100316417
Program Studi : Ilmu Pertanian

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

Makassar, 09 September 2020

... } 39 menyatakan



Dian Yustisia

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, karunia dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini.

Disertasi ini ditulis berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai eksplorasi isolat cendawan endofit yang diperoleh dari Padi lokal Sinjai yang diharapkan menjadi biostimulan, biofertilizer secara biologis terhadap Padi lokal Sinjai yang sekarang ini sudah diambang kepunahan.

Penulis telah berupaya menuangkan ide dan hasil penelitian dalam bentuk disertasi ini, namun mungkin saja terdapat kesalahan yang pastinya luput dari perhatian penulis. Oleh karena itu, saran konstruktif sangat kami hargai bagi penelitian yang relevan dimasa yang akan datang.

Bimbingan dan saran yang selama ini telah diberikan kepada penulis sangat dihargai, sehingga rasa terimakasih yang tidak terhingga penulis haturkan kepada kontributor penulisan laporan ini, yaitu :

1. Prof. Dr. Ir. Kahar Mustari, MS selaku Promotor, yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan motivasi sejak persiapan hingga tersusunnya disertasi ini.
2. Prof. Dr. Tutik Kuswinanti, M.Sc dan Dr. Amir Jassi, MS, masing-masing sebagai ko-Promotor yang telah banyak memberi saran, arahan serta

- petunjuk atas kendala-kendala yang dihadapi sejak awal penelitian hingga penulisan karya ilmiah ini.
3. Prof. Dr Ir. Yunus Musa, M.Sc, Prof, Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.Sc., masing-masing selaku dosen penguji yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberi saran-saran, sumbangan pemikiran, dan koreksi bagi penyempurnaan penulisan disertasi.
 4. Rektor Universitas Hasanuddin, Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanudin beserta asisten Direktur dan seluruh staf.
 5. Ketua Program Study S3 Ilmu Pertanian Universitas Hasanuddin beserta seluruh dosen Program Studi Ilmu Pertanian.
 6. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin beserta seluruh dosen dan *stat*
 7. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan yang telah memberikan bantuan beasiswa BUDI-DN
 8. Rektor, dan seluruh Civitas Universitas Muhammadiyah Sinjai
 9. Rekan-rekan mahasiswa S3 Ilmu Pertanian angkatan 2016
 10. Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan, namun tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Terimakasih yang tak terhingga juga dihaturkan kepada Suami Tercinta La Ode Amrin Todanga, S.Pd dan kepada anak-anakku Wa Ode Roselani Bongka, Wa Ode Riani Mutia Amrin, Wa Ode Rahmadisa atas pengorbanan, dukungan dan kesabarannya selama penulis menempuh pendidikan, dan melaksanakan kegiatan penelitian ini. Demikian pula lbunda Andi Nurdjannah Mappatoba, Semua saudara dan

keluarga tanpa terkecuali. Doa yang tak putus-putusnya penulis persembahkan untuk almarhum Ayahanda Syamsul Bachri Dg Tawang, semoga amalan beliau mendapat anugerah-Nya.

Akhir kata penulis mengharapkan penelitian ini dapat memberi kontribusi pada perkembangan dan kemajuan ilmu pertanian khususnya dalam bidang Pemanfaatan Cendawan endofit asal padi lokal Sinjai sebagai Pemacu Pertumbuhan.

Makassar, 2020

ABSTRAK

Dian Yustisia (P0100316417). *Eksplorasi Cendawan Endofit Asal Padi Lokal Sinjai dan Potensinya sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza zativa L.*)*. (Dibawah bimbingan : Kahar Mustari, Tutik Kuswinanti, Amir Yassi)

Penelitian ini bertujuan : (1) Untuk memperoleh isolat cendawan endofit pada varietas tanaman padi lokal Sinjai yang berpotensi sebagai Biostimulan karena kemampuannya dalam menghasilkan IAA, GA3 serta sebagai biofertilizer karena kemampuannya dalam melarutkan Phosfat (2) Mengidentifikasi isolat cendawan endofit secara morfologi dan biomolekuler (3) Untuk mengkaji kemampuan isolat cendawan endofit dalam memacu daya perkecambahan dan meningkatkan ketahanan terhadap stress air (4) Untuk mengkaji kemampuan isolat cendawan endofit dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi lokal Sinjai

Penelitian ini dilaksanakan dalam empat tahapan yaitu : (1) mengisolasi dan cendawan endofit dari tanaman Padi lokal asal Kabupaten Sinjai yang berpotensi sebagai Biostimulan karena kemampuannya dalam menghasilkan IAA, GA3 serta sebagai biofertilizer karena kemampuannya dalam melarutkan Phosfat (2) mengidentifikasi Isolat cendawan endofit secara morfologi dan biomolekuler, (3) dilakukan analisis kemampuan cendawan endofit dalam memacu daya perkecambahan dan meningkatkan ketahanan terhadap stress air, (4) dilakukan analisis kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi Tanaman Padi lokal Sinjai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) diperoleh isolat cendawan endofit pada varietas tanaman padi lokal Sinjai yang berpotensi sebagai Biostimulan karena kemampuannya dalam menghasilkan IAA, GA3 serta sebagai biofertilizer karena kemampuannya dalam melarutkan Phosfat (2) hasil identifikasi secara morfologi dan biomolekuler isolat cendawan endofit asal padi lokal Sinjai, yaitu *Aspergillus niger* dengan kode isolat (BMB19) dan *Aspergillus oryzae* dengan kode isolat (BMB09) (3) diperoleh isolat cendawan endofit asal padi lokal sinjai mampu meningkatkan daya perkecambahan dan ketahanan terhadap stres air pada Tanaman Padi Lokal Sinjai. (4) *Aspergillus niger* dan *Aspergillus oryzae* dapat meningkatkan produksi tanaman Padi lokal beras merah di kabupaten Sinjai

Kata kunci : Cendawan endofit, Padi Lokal Sinjai, Pemacu Pertumbuhan.

ABSTRACT

Dian Yustisia (P0100316417). Exploration of Endophytic Fungi from Sinjai Local Rice and its Potential as Growth Boosters (Under the guidance of: Kahar Mustari, Tutik Kuswinanti, Amir Yassi)

This study aims: (1) To obtain endophytic fungi isolates in local Sinjai rice varieties which are potential as biostimulants because of their ability to produce IAA, GA3 and as a biofertilizer because of their ability to dissolve phosphates (2) Identify endophytic fungi isolates morphologically and biomolecularly (3)) To study the ability of endophytic fungi isolates to spur germination and increase resistance to water stress (4) To assess the ability of endophytic fungi isolates to increase growth and production of local Sinjai rice plants

his research was carried out in four stages, namely: (1) isolating and endophytic fungi from local rice plants from Sinjai Regency which are potential as biostimulants because of their ability to produce IAA, GA3 and as a biofertilizer due to their ability to dissolve phosphate (2) identify endophytic fungi isolates morphologically and biomolecular, (3) conducted an analysis of the ability of endophytic fungi to stimulate germination and increase resistance to water stress, (4) an analysis of the ability to increase growth and production of local Sinjai Rice was carried out.

The results showed that: (1) obtained endophytic fungi isolates in local Sinjai rice varieties which are potential as biostimulants because of their ability to produce IAA, GA3 and as a biofertilizer due to their ability to dissolve phosphate (2) morphological and biomolecular identification of the original endophytic fungi isolate Sinjai local rice, namely *Aspergillus niger* with isolate code (BMB19) and *Aspergillus oryzae* with isolate code (BMB09) (3) obtained endophytic fungal isolates from local rice sinjai were able to increase germination power and drought resistance in Sinjai Local Rice Plants. (4) *Aspergillus niger* and *Aspergillus oryzae* can increase local rice crop production of red rice in Sinjai district

Key words: Endophytic fungi, Sinjai Local Rice, Growth Boosters

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Kebaruan Penelitian.....	7
F. Ruang Lingkup Penelitian.....	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Deskripsi.....	11
B. Ekologi Cendawan Endofit.....	13
C. Keberadaan Endofit.....	16
D. Horman IAA.....	17
E. Horman Giberillin.....	18
F. Mikroorganisme Pelarut Fosfat.....	20
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat.....	25
B. Alat dan Bahan.....	25
C. Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	26
1. Isolasi, karakterisasi morfologi cendawan endofit.....	27
2. Uji Patogenesitas, Uji produksi IAA, GA3, Pelarut fosfat,	

Uji molekuler	28
3. Uji daya tahan terhadap kekeringan	32
4. Uji daya kecambah	32
5. Uji efektifitas isolat cendawan endofit dalam memacu pertumbuhan Dan produktivitas tanaman Padi.....	34

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	38
1. Isolasi cendawan endofit.....	38
2. Identifikasi secara morfologi	
3. Uji Patogenesitas	41
4. Uji Kemampuan Isolat dalam memproduksi IAA, GA3, dan Fosfat.....	42
5. Identifikasi secara molekuler.....	48
6. Uji daya tahan Terhadap stress air.....	49
7. Uji Perkecambahan	51
8. Uji Efektifitas Cendawan endofit dalam memacu Pertumbuhan dan produksi tanaman	55
B. Pembahasan	75

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	86
---------------------	----

DAFTAR PUSTAKA	87
----------------------	----

LAMPIRAN	91
----------------	----

DAFTAR TABEL

NO	Teks	Halaman
1.	Macam dan Metode Analisis Tanah	27
2.	Jumlah Isolat cendawan yang diperoleh pada bagian-bagian tanaman	38
3.	Karakterisasi Koloni Cendawan Endofit asal padi Lokal Sinjai.....	40
4.	Uji Patogenesitas Isolat Cendawan yang diisolasi dari tanaman Padi lokal.....	41
5.	Rata-rata Produksi IAA (ppm) dari isolat cendawan endofi padi lokal Sinjai.....	43
6.	Rata-rata Produksi Giberellin (ppm) dari isolat cendawan endofit padi lokal Sinjai.....	45
7.	Kemampuan isolat cendawan endofit dalam melarutkan Fosfat.....	46
8.	Rata-rata tinggi tanaman dan Panjang akar padi yang di inokulasikan cendawan endofit pada perlakuan kekeringan.....	50
9.	Rata-rata Kecambah Normal pada perlakuan Isolat Cendawan endofit	51
10.	Rata-rata Kecambah abnormal pada perlakuan Isolat Cendawan endofit.....	52
11.	Rata-rata Benih tidak tumbuh pada perlakuan Isolat Cendawan endofit	53
12.	Rata-rata tinggi tanaman padi (cm) umur 14 MST pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan cendawan.....	55

13. Rata-rata Jumlah anakan pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan cendawan	56
14. Rata-rata luas daun padi per rumpun pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan cendawan.....	58
15. Rata-rata berat segar tanaman padi pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	60
16. Rata-rata berat segar tanaman padi pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	61
17. Rata-rata Umur berbunga tanaman padi pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	62
18. Rata-rata Jumlah anakan produktif.pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	64
19. Rata-rata Panjang Malai pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	65
20. Rata-rata populasi pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	66
21. Rata-rata Bobot 1000 butir pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	68
22. Rata-rata bobot gabah per rumpun pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	70
23. Rata-rata bobot Volume akar pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	71
24. Rata-rata bobot Panjang Akar pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	72
25. Rata-rata Produktivitas pada berbagai varietas, seed coating dan penyemprotan inokolan isolat cendawan.....	73

DAFTAR GAMBAR

NO	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kerangka Pikir Penelitian.....	8
2.	Diagram alur Peneltian.....	9
3.	Benih yang tidak mampu berkecambah normal pada perlakuan pada biakan isolat (B,E,F), Benih yang berkecambah normal pada isolat cendawan isolasi (C,G,H), Kontaminasi yang terjadi selama isolasi (A).....	42
4.	Produksi IAA ditunjukkan oleh perubahan warna supernata menjadi pink setelah ditambahkan Reagen Salowski	44
5.	Isolat Cendawan yang memproduksi Giberelin ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning	46
6.	Uji kemampuan Cendawan Endofit padi Lokal Sinjai dalam melarutkan Phospat.....	47
7.	Performance Pertumbuhan Tanaman Padi setelah Perlakuan Kekeringan ..	50
8.	Benih yang tumbuh normal (kiri), dan abnormal (kanan).....	54
9.	Peletakan benih pada petridish yang menyerupai pola melingkar pada uji coba perkecambahan diatas kertas.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

NO	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Deskripsi Padi Lokal beras merah Sinjai.....	109
2.	Uji Patogenesitas.....	110
3.	Perendaman benih sebelum perkecambahan diatas kertas dan sebelum disemaikan.....	110
4.	Proses Pembuatan tepung cendawan (A), Benih yang telah di seed coating(B), benih yang telah disemaikan (C).....	112
5.	Benih yang disemaikan sebelum ditanam dalam ember (A), Proses Pembuatan greenhouse dan penyiapan media tanam (B).....	112
6.	Pencampuran media tanam (C), performance pertumbuhan tanaman Padi didalam green house (D).....	113
7.	Benih Padi yang telah diberi perlakuan Isolat cendawan (A,B,C,D,E,F).....	113
8.	Tampilan Varietas Impari setelah memasuki fase generatif (A)..	114
9.	Tampilan padi lokal saat pada fase generatif (B), Tampilan Padi Ciherang saat berbuah (C).....	114
10.	Benih Padi Ciherang (A), Benih Padi Impari (B), Benih Padi Lokal Burik (C).....	115
11.	Menghitung gabah hampa.....	115
12.	Proses pengeringan Tanaman dalam oven (C), menimbang berat benih(D).....	116
13.	Lokasi asal Padi Lokal Sinjai terletak di Dusun Puncak Desa Gunung Perak, Kee. Sinjai Barat, berada pas dibawah kaki gunung Bawakaraeng, ketinggian 2000 m dpl.....	116

14. Tampilan tanaman yang akan ditimbang((A), Menghitung Volume akar Tanaman (8).....	117
15. Sertifikat Hasil Uji Molekular isolat Cendawan.....	118
16. Hasil Analisis sampel tanah asal pad lokal Sinjai serta sebelum dan setelah perlakuan.....	119

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Beras memiliki bentuk dan warna yang beragam. Di Indonesia terdapat tiga warna beras, yaitu beras putih, beras merah dan beras hitam. Beras merah memiliki kandungan gizi yang lebih baik dibandingkan beras putih, seperti kandungan serat, asam-asam lemak esensial dan beberapa vitaminnya lebih tinggi dibandingkan beras putih. Kandungan gizi beras merah per 100 g, terdiri atas protein 7,5 g, lemak 0,9 g, karbohidrat 77,5 g, kalsium 16 mg, fosfor 163 mg, zat besi 0,3 g, vitamin B1 0,21 mg dan antosianin (Indriani, Nurhidajah, dan Suyanto, 2013).

Perkembangan pengetahuan dan peningkatan taraf hidup masyarakat disertai kesadaran akan pentingnya kesehatan menyebabkan sebagian masyarakat mulai mengonsumsi nasi beras merah. Hal ini karena nasi beras merah memiliki keistimewaan dan keunikan di dalam rasa maupun kandungan gizi atau vitamin. Ling *et al.* (2001) menyatakan bahwa konsumsi beras merah dapat mencegah penyakit atherosklerosis karena beras merah mengandung senyawa yang dapat meningkatkan antioksidan seperti asam amino, asam nikotinat, riboflavin dan berbagai mineral. Pigmen warna merah menunjukkan bahwa beras merah mengandung senyawa fenol yaitu antosianin yang juga

berperan sebagai antioksidan (Iqbal *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2006; Yawadio *et al.*, 2007).

Banyaknya potensi yang dimiliki beras merah sebagai sumber karbohidrat rendah kalori bernutrisi dan berkasiat obat dan masih terbatasnya budidaya padi beras merah menyebabkan harga beras merah relatif lebih tinggi dipasaran dibandingkan dengan harga beras putih. Hal ini juga berkaitan dengan semakin meningkatnya penggunaan beras merah sebagai bahan industri pangan maupun jamu dan obat tradisional (Lalel *et al.*, 2009). Fenomena ini menjadi salah satu peluang untuk pengembangan budidaya dan peningkatan produksi padi merah.

Kekurangan padi varietas lokal yaitu umur panen yang lebih lama dan produksi yang lebih rendah dibandingkan varietas unggul. Umur panen padi lokal dari mulai tanam hingga panen mencapai 6 bulan dengan produksi rata-rata 4 ton per hektar, sedangkan varietas unggul umur panen hanya 3 bulan dengan produksi mencapai 7 ton per hektar (Suwarno, 2001). Hal tersebut menyebabkan para petani mulai meninggalkan padi lokal dan menanam padi varietas unggul. Apabila hal tersebut berlangsung secara terus menerus maka lama kelamaan plasma nutfah padi varietas lokal akan punah.

Padi lokal Burik adalah salah satu padi merah lokal yang telah ditanam secara turun temurun oleh petani di Kecamatan Sinjai Barat

tanpa menggunakan pupuk anorganik dan pestisida kimia sehingga termasuk padi organik. Keunggulan dari padi lokal Sinjai ini memiliki aroma yang khas, nasi pulen, kadar protein tinggi, serat tinggi dan rendah kadar glukosa sehingga cocok untuk kesehatan dan bahan baku industri makanan balita. Dengan potensi yang dimiliki kedua jenis padi merah lokal ini maka pengembangan budidayanya perlu dilakukan dan ditingkatkan. Penanaman padi lokal dapat memberikan nilai ekonomi bagi petani karena disukai oleh konsumen. Di pasaran nilai ekonomi beras burik relatif tinggi, yakni Rp. 15.000,- sampai Rp. 20.000,- per kilogram, sehingga tetap dibudidayakan oleh masyarakat di dataran desa Balakia dan dusun Puncak Desa Gunung Perak Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai.

Jenis Padi lokal Burik telah lama diusahakan oleh petani setempat dan menjadi bahan makanan pokok masyarakat setempat, namun produksinya masih rendah (<1 t/ha GKP) (Saidah, dkk, 2015). Hal ini disebabkan oleh cara budidaya yang dilakukan masih bersifat alami dan konvensional, seperti menanam bibit padi dengan jarak yang rapat, masa panen yang cukup panjang, dan berbagai macam gangguan hama dan penyakit. Kebanyakan petani menanam padi varietas lokal hanya untuk konsumsi sendiri atau hanya untuk kalangan terbatas

Padi yang berproduksi tinggi juga ditentukan dari input yang diberikan untuk pertumbuhan pada saat budidaya. Penggunaan pupuk

secara efisien dan tepat dapat meningkatkan kualitas tanaman ataupun hasil tanaman, jika dibandingkan dengan pemberian pupuk berlebih yang justru akan memberikan dampak negatif pada lingkungan. Penggunaan bahan organik perlu mendapat perhatian yang lebih besar, mengingat banyaknya lahan yang telah mengalami degradasi bahan organik, di samping mahalnya pupuk anorganik (urea, ZA, SP36, dan KCl). Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus tanpa tambahan pupuk organik dapat menguras bahan organik tanah dan menyebabkan degradasi kesuburan hayati tanah (Sirappa et al. 2010). Mengetahui dampak yang demikian, maka perlu adanya tindakan untuk mengurangi kerusakan lingkungan yaitu dengan penggunaan pupuk organik dalam budidaya padi.

Cendawan endofit merupakan salah satu dari mikroba yang mempunyai sifat simbiosis mutualisme dengan tanaman inang. Cendawan endofit dapat membantu tanaman terhadap cekaman kekeringan dengan cara mengeluarkan hormon untuk memacu pertumbuhan, menambah efisiensi penyerapan unsur hara, dan meningkatkan respon stomata terhadap lingkungan.

Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa cendawan endofit mampu menghasilkan senyawa metabolit yang berperan melindungi inang tanaman dari kondisi lingkungan ekstrim. Contohnya *Curvularia* sp. yang ditemukan pada tanaman di daerah gunung berapi, Amerika Serikat. Selain itu, cendawan endofit juga melindungi inang dari serangan

serangga, tungau, atau hewan lain yang hidup dan memakan tanaman inang (Maheswari 2006).

Simbiosis mutualisme cendawan endofit dengan tanaman memberikan beberapa keuntungan. Menurut Sinclair dan Cerkaukas (1996) ada tiga potensi yang bermanfaat untuk tanaman yang terinfeksi cendawan endofit, yaitu: (1) meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, (2) tanaman lebih toleran terhadap kekeringan dan (3) menghasilkan toksin yang melindungi tanaman. Selain itu dengan adanya cendawan endofit tanaman dapat memperoleh hara dari tanah terutama fosfat dan tanaman juga dibantu dalam penyerapan air. Endofit juga berfungsi sebagai pengendali hayati hama dan penyakit tanaman serta mampu mendekomposisi bahan organik (Saed et.al. 2002).

Berdasarkan asumsi tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai potensi cendawan endofit dalam memacu pertumbuhan serta kemampuannya sebagai penginduksi ketahanan tanaman pada padi lokal beras merah burik yang berasal dari Kabupaten Sinjai, guna pelestarian dan pengembangan agar plasma nutfah padi lokal yang menjadi ciri khas suatu daerah tidak akan punah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Apakah cendawan endofit yang ditemukan bersifat sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (PGPF) dengan kemampuan

menghasilkan senyawa metabolit sekunder meliputi hormon (IAA dan GA3) serta biofertilizer (pelarut Fosfat).

2. Bagaimana karakteristik dan identifikasi cendawan endofit dari tanaman Padi lokal beras merah aromatik Sinjai secara morfologi dan biomolekuler?
3. Apakah cendawan endofit yang diisolasi memiliki kemampuan dalam memacu perkecambahan tanaman Padi lokal beras merah aromatik Sinjai dan menambah daya tahan tanaman terhadap kekeringan ?
4. Apakah cendawan endofit yang diisolasi memiliki kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi lokal Sinjai?

C. Tujuan Penelitian

- a. Untuk memperoleh isolat cendawan endofit pada varietas tanaman padi lokal Sinjai yang berpotensi sebagai Biostimulan karena kemampuannya dalam menghasilkan IAA, GA3 serta sebagai biofertilizer karena kemampuannya dalam melarutkan Fosfat
- b. Mengidentifikasi isolat cendawan endofit secara morfologi dan biomolekuler

- c. Untuk mengkaji kemampuan isolat cendawan endofit dalam memacu daya perkecambahan dan meningkatkan ketahanan terhadap stress air
- d. Untuk mengkaji kemampuan isolat cendawan endofit dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi lokal Sinjai

D. Manfaat Penelitian

- a. Diperoleh isolat cendawan endofit pada varietas tanaman padi lokal Sinjai yang berpotensi sebagai Biostimulan karena kemampuannya dalam menghasilkan IAA, GA3 serta sebagai biofertilizer karena kemampuannya dalam melarutkan Fosfat
- b. Mengetahui karakteristik dan identitas isolat cendawan endofit secara morfologi dan biomolekuler
- c. Memperoleh isolat cendawan endofit yang mampu memacu daya perkecambahan dan meningkatkan ketahanan terhadap stress kekeringan
- d. Memperoleh isolat cendawan endofit yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi lokal Sinjai

E. Kebaruan Penelitian

Dari hasil penelitian ini akan ditemukan isolat unggul yang bersifat sebagai Plant Growth Promoting Fungi (PGPF) yang bisa dimanfaatkan sebagai pemicu pertumbuhan, meningkatkan daya perkecambahan, dan

menginduksi ketahanan terhadap stress kekeringan pada tanaman padi lokal Sinjai.

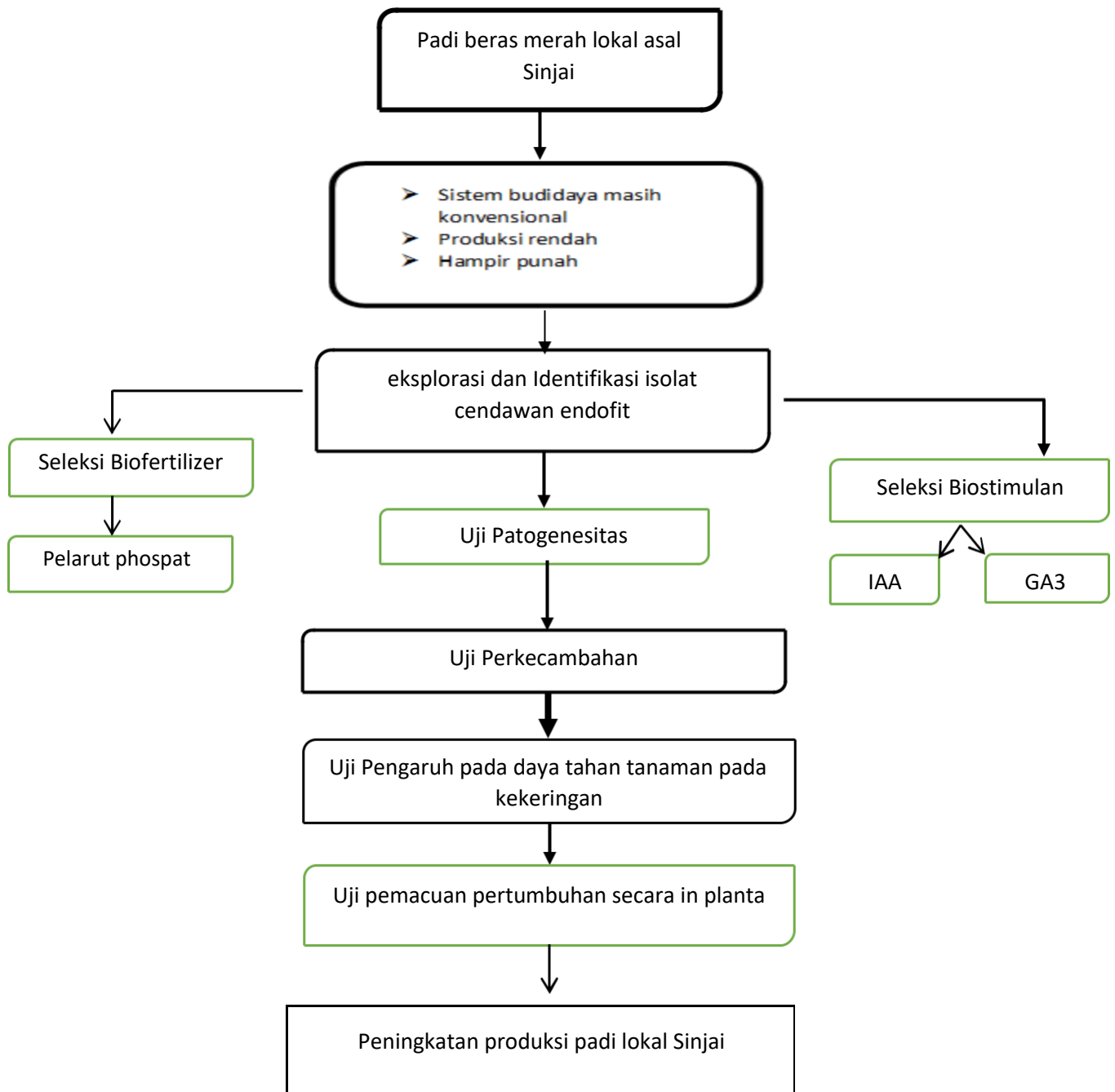
F. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini didasarkan pada persoalan usaha untuk meningkatkan produksi tanaman padi beras merah lokal Sinjai serta potensi cendawan endofit sebagai pemacu pertumbuhan tanaman Padi beras merah lokal asal Sinjai dan kemampuannya dalam menginduksi ketahanan tanaman terhadap stress kekeringan. Tahap pertama penelitian ini adalah mengisolasi cendawan endofit dari tanaman Padi beras merah lokal asal Kabupaten Sinjai.

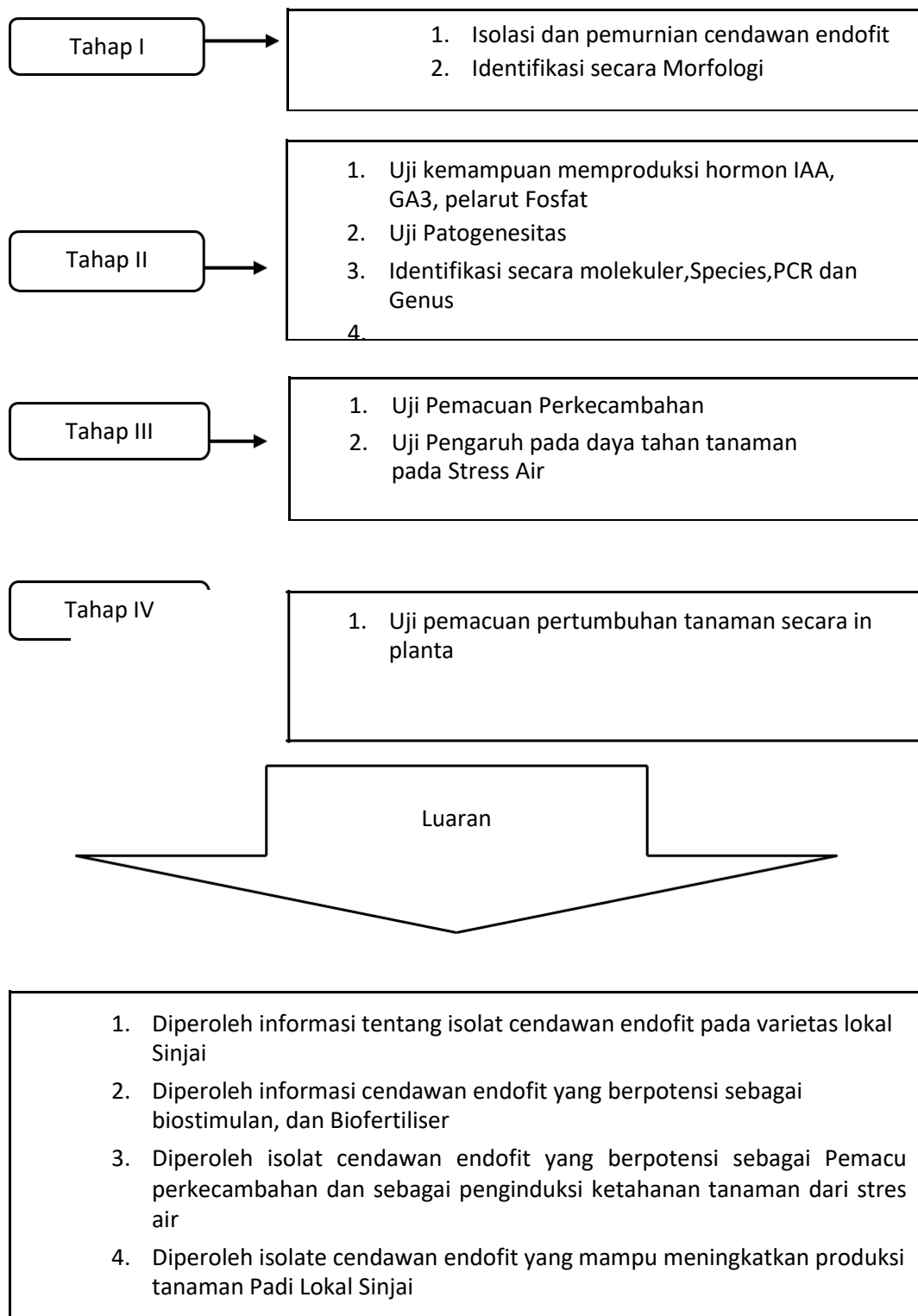
Tahap kedua dilakukan pengujian Patogenesitas dan uji kemampuan isolat cendawan endofit dan potensinya sebagai biostimulan (memiliki kemampuan menghasilkan IAA dan GA3), serta potensinya sebagai biofertilizer.

Tahap ketiga dilakukan analisis kemampuan cendawan endofit sebagai penginduksi ketahanan tanaman terhadap stress air dan pemacuan perkecambahan dengan menggunakan metode diatas kertas yang diformulasikan dalam media cair semi dengan tujuan untuk mendapatkan isolat cendawan yang dapat memacu pertumbuhan tanaman padi yang tahan terhadap cekaman kekeringan.

Tahap keempat dari penelitian ini adalah analisis kemampuan cendawan endofit dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi secara *in planta*



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi

Varietas lokal adalah varietas yang telah ada dan dibudidayakan secara turun-temurun oleh petani serta menjadi milik masyarakat dan dikuasai negara (Satoto *et al.*, 2008). Varietas lokal akan lebih mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim yang terjadi dibandingkan varietas introduksi. Keberadaan plasma nutfah varietas padi lokal yang terdaftar di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian Departemen Pertanian berjumlah 3800 jenis (Suyamto, 2008), namun berdasarkan databasenya berjumlah 2087 jenis padi lokal

Padi Lokal Burik yang berasal dari Kabupaten Sinjai tepatnya di budidayakan di Dusun Puncak Desa Gunung Perak dengan ketinggian 1500 -2000 M dpl telah ditanam turun temurun oleh Petani di Kecamatan Sinjai Barat tanpa menggunakan pupuk anorganik dan pestisida kimia sehingga termasuk padi organik. Keunggulan dari padi Lokal Sinjai ini memiliki aroma yang khas, nasi pulen, kadar protein tinggi, serat tinggi, dan rendah kadar glukosa sehingga cocok untuk kesehatan dan bahan baku industri makanan balita

Mikroba endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman yang tidak terpapar udara dan tidak menginduksi penyakit pada tanaman inang. Mikroba ini tidak menimbulkan penyakit, dan bahkan dapat mensintesis sejumlah alkaloid seperti ergopeptida, loline, lolitrem, dan peramine pada saat terjadi fotosintesis pada tanaman inang. Zat tersebut berfungsi sebagai racun dan atau pertahanan terhadap nematoda, serangga, serta mamalia herbivora. Lolitrem bersifat neurotoksin terhadap mamalia dan dapat mengakibatkan kematian ternak pada padang rumput yang terinfeksi berat oleh endofit (Kemp, 2003 dalam Suada,2006).

Mikroba endofit hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit (Radji,2005). Kemampuan mikroba endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya merupakan peluang yang sangat besar dan dapat diandalkan untuk memproduksi metabolit sekunder dari mikroba endofit yang diisolasi dari tanaman inangnya tersebut. Dari sekitar 300.000 jenis tanaman yang tersebar di muka bumi ini, masing-masing tanaman mengandung satu atau lebih mikroba endofit yang terdiri

dari bakteri dan jamur (Strobel *et al.*, 2003). Cendawan endofit disebut juga sebagai mikosimbion endofitik merupakan cendawan yang melakukan kolonisasi dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala sakit (Petrini 1992). Sedangkan menurut Sinclair dan Cercauskas (1996) mendefinisikan endofit sebagai mikroorganisme yang hidup dalam tumbuhan lain. Clay (1988) mengatakan bahwa cendawan endofit adalah cendawan yang terdapat dalam sistem jaringan tumbuhan, seperti daun, bunga, ranting ataupun akar tumbuhan.

Cendawan endofit hidup dalam jaringan internal tanaman. Cendawan endofit pada banyak rumput-rumputan hidup secara simbiosis mutualisme karena cendawan tersebut membantu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap herbivora, patogen dan kondisi ekstrim, juga meningkatkan kemampuan bersaing tanaman inang dengan tanaman lainnya yaitu dengan menerima nutrisi sehingga mampu melindungi inangnya tersebut (Saikkonen dan Helander 2003).

Menurut Petrini (1991), cendawan endofit adalah semua cendawan yang hidup di dalam organ tumbuhan yang sebagian atau seluruh hidupnya mengkolonisasi jaringan tumbuhan secara internal tanpa mengakibatkan dampak merugikan terhadap inangnya.

Stone *et al.* (2004) menyatakan tumbuhan tingkat tinggi dilengkapi dengan berbagai macam susunan lapisan yang menyusun struktur tubuh tumbuhan. Tumbuhan tersebut memiliki habitat beragam yang

mendukung kumpulan berbagai macam spesies dari mikroorganisme. Cendawan yang merupakan salah satu komponen dominan dari kumpulan tersebut terdiri atas berbagai tipe yaitu pengkolonisasi permukaan daun dan ranting (epifit), jaringan internal dari daun (endofit daun), kulit kayu (*bark endophytes*), dan kayu (endofit xilem dan pengurai kayu). Hal ini sangat menarik walaupun belum jelas keterkaitannya, yaitu kolonisasi jaringan internal pada tanaman sehat oleh cendawan endofit membuka suatu wawasan baru bahwa tanaman tingkat tinggi diasumsikan seperti pelabuhan yang merupakan tempat berlabuh bagi cendawan tersebut. Stone *et al.* (2004) juga menyajikan perbandingan karakteristik dari cendawan endofit yang terdapat pada inang berdaun sempit dan inang berdaun lebar

B. Ekologi cendawan endofit

Derajat variabilitas yang pasti dari komposisi endofit dari individu tanaman inang berdasarkan tingkat takson yang diberikan biasanya diamati berdasarkan pengaruh terhadap kondisi fisiologis inangnya, bahkan dalam daerah pengamatan yang sama sekalipun (Sieber dan Hugentobler 1987; Ghimire *et al.* 2011; González dan Tello 2011). Sebagai contoh, penelitian menunjukkan bahwa endofit mungkin meningkatkan keberadaan, keanekaragaman, luasnya inang sebagai akibat dari ketinggian (Arnold 2007; Arnold dan Lutzoni 2007).

Dalam studi tersebut, sebanyak 1.202 strain cendawan endofit berhasil diisolasi dari tumbuhan inang dari taksa yang berbeda, diambil dari 6 lokasi berbeda, yang berada di kawasan hutan dataran rendah (Barro Colorado Island, Panama) sampai ke Northern Boreal Forest (Schefferville, Québec, Canada). Keanekaragaman endofit menurun secara linear dari daerah tropis sampai ke northern boreal forest. Komunitas endofit dari ketinggian yang lebih tinggi dicirikan dengan

jumlah yang sedikit dan hanya mewakili beberapakelas dari Ascomycotina.

Endofit pada daerah tropis didominasi oleh sedikit kelas tetapi dengan jumlah jenis yang sangat besar (Arnold dan Lutzoni 2007).

Cendawan endofit utama pada rumput-rumputan adalah kelas ascomycotina, famili Clavicipitaceae, tribus Balansiae dengan genus *Balansia*, *Yriogenospora*, *Atkinsospora* dan *Epichloe* (Siegel dan Schardl 1992, Parberry 96). Genus *Balansia* umumnya dapat menginfeksi tumbuhan tahunan dan hidup secara simbiosis mutualistik

dengan tumbuhan inangnya. Dalam simbiosis ini, fungi dapat membantu proses penyerapan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis serta melindungi tumbuhan inangnya dari serangan hama dan penyakit, dan hasil dari fotosintesis dapat digunakan oleh cendawan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Bacon 1991; Petrini 1992; Rao 1994 dalam Worang 2009)

Mikroba endofit terdapat pada sebagian besar tanaman, terutama terdiri atas jamur dan bakteri yang hidup interseluler di dalam jaringan tanaman dan merupakan hanya sebagian kecil dari total biomasa tanaman. Jaringan tanaman dapat menjadi inang yang kompleks untuk komunitas mikroba endofit. Umumnya pada jaringan yang sama dapat diisolasi lebih dari satu spesies mikroba endofit. Sampai saat ini belum ada model interaksi yang pasti untuk spesies mikroba endofit. Hubungan antara mikroba dengan tanaman mempunyai kisaran dari simbiosis mutualisme dan komensalisme sampai batas patogen laten (Strobel,1996).

Beberapa jenis epifit dapat menjadi endofit dalam kondisi ekologi dan iklim yang tepat. Contoh *Alternaria alternate*, *Cladosporium cladosporioides* dan *C. herbarum* adalah pengkoloni *fitoplane* dapat mempenetrasi jaringan daun hidup pada proses penuaan (*senescens*). Proses penuaan memodifikasi niche ekologi yang diberi oleh jaringan tanaman kepada *true endophyte* dengan membiarkan perkembangan organisme yang biasanya lebih baik beradaptasi sebagai saprofit. Perubahan dari epifit ke endofit, memungkinkan jamur epifit melindungi dirinya dari lingkungan tidak menguntungkan (kekeringan, iradiasi) dan sekaligus menghindari aktivitas antagonistik organisme permukaan yang lebih kompetitif.

Kolonisasi endofit pada jaringan tanaman dapat melalui tiga mekanisme yaitu spora *airborne* yang terbentuk pada inangnya atau sisa-

sisia inang. Endofit yang telah diteliti intensif adalah endofit pada rumput-rumputan. Endofit dapat menyebar secara horizontal dan vertikal. Secara horizontal, penyebaran inokulum terjadi melalui udara (*airborne*) yaitu terbang bersama angin dan jatuh pada permukaan tanaman kemudian tumbuh dan memasuki jaringan tanaman dan berada di antara sel. Penyebaran secara vertikal yaitu endofit yang berada pada tanaman akan sampai pada biji dan menetap disana, kemudian menyebar dan tumbuh bersama perkecambahan biji dan terus berada pada tanaman keturunannya (Durham, 2003 dalam Suada, 2006). Menurut Arnold (2003), endofit yang menyebar secara horizontal akan menyerupai patogen yaitu menempel dan kemudian tumbuh pada suatu tanaman dan mengambil karbon dari inangnya seperti tidak memberikan pengaruh yang menguntungkan bagi inang tersebut

C. Keberadaan Endofit

Arnold (2003) menemukan bahwa makin tua umur daun maka makin banyak jenis endofit yang menghuninya, namun tidak menunjukkan gejala kerusakan pada daun tersebut. Suatu endofit spesies tertentu lebih menyukai tanaman tertentu pula. Hal ini terbukti suatu spesies endofit dapat tumbuh lebih baik pada media yang mengandung ekstrak tanaman tertentu dibandingkan tanaman lainnya. Kenyataan ini menunjukkan bahwa endofit tidak menginfeksi tanaman secara random saja tetapi juga berperan penting dalam biologi suatu tanaman.

D. Hormon IAA (Asam Indole Asetat)

Auxin merupakan salah satu hormon tanaman yang dapat meregulasi banyak proses fisiologi, seperti pertumbuhan, pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesa protein (Darnell, *dkk.*, 1986). Auxin diproduksi dalam jaringan meristematik yang aktif (yaitu tunas, daun muda dan buah) (Gardner, *dkk.*, 1991). Kemudian auxin menyebar luas dalam seluruh tubuh tanaman, penyebarluasannya dengan arah dari atas ke bawah hingga titik tumbuh akar, melalui jaringan pembuluh tapis (floom) atau jaringan parenkhim (Rismunandar, 1988).

Auxin atau dikenal juga dengan IAA = Asam Indol asetat (yaitu sebagai auxin utama pada tanaman), dibiosintesis dari asam amino prekursor triptopan, dengan hasil perantara sejumlah substansi yang secara alami mirip auxin (analog) tetapi mempunyai aktifitas lebih kecil dari IAA seperti IAN = Indolaseto nitril, TpyA = Asam Indolpiruvat dan IAAld = Indolasetatdehid. Proses biosintesis auxin dibantu oleh enzim IAA-oksidade (Gardner, *dkk.*, 1991).

Auxin pertama kali diisolasi pada tahun 1928 dari biji-bijian dan tepung sari bunga yang tidak aktif, dari hasil isolasi didapatkan rumus kimia auxin

(IAA = Asam Indolasetat) atau $C_{10}H_9O_2N$. Setelah ditemukan rumus

kimia auxin, maka terbuka jalan untuk menciptakan jenis auxin sintetis

seperti Hidrazil atau 2, 4 - D (asam 2, 4 - Diklorofenolsiasetat), -

NAA (asam \square Nattalenasetat), Bonvel D (asam 3, 6 - Dikloro - O -

anisat/dikambo), Amiben atau Kloramben (Asam 3 - amino 2, 5 – diklorobenzoat) dan Pikloram/Tordon (asam 4 – amino – 3, 5, 6 – trikloro – pikonat).

Auxin sintetis ini sudah digunakan secara luas dan komersil di bidang pertanian, dimana batang, pucuk dan akar tumbuh-tumbuhan memperlihatkan respon terhadap auxin, yaitu peningkatan laju pertumbuhan terjadi pada konsentrasi yang optimal dan penurunan pertumbuhan terjadi pada konsentrasi yang terlalu rendah atau terlalu tinggi.

E. Hormon Giberilin

Giberelin sering disingkat dengan GA merupakan diterpenoid yang menempatkannya dalam keluarga kimia yang sama dengan klorofil dan karoten. Bagian dasar kimia GA adalah kerangka giban dan kelompok karboksil bebas. Macam-macam bentuk GA dibedakan oleh penggantian kelompok hidroksil, metil atau etil pada kerangka giban dan karena adanya cincin laktona yang dihasilkan oleh kondensasi karbon 20 ke karbon 19 dalam struktur giban (Gardner, *dkk.*, 1991). Dijelaskan lebih lanjut bahwa adanya cincin laktona seperti GA₃, GA₄ dan GA₉ menyebabkan aktivitas biologis yang lebih besar dari pada analog serupa yang tidak memiliki cincin laktona seperti GA₁₂ dan GA₁₃.

Semua organ tanaman mengandung berbagai GA, dengan sumber terkaya sekaligus sebagai tempat biosintesisnya yaitu di dalam buah dan

biji yang belum masak, tunas, daun dan akar (Rismunandar, 1988). Biosintesis GA melibatkan 3 metabolit kimia, yaitu asam mevalonat yang bertindak sebagai pelopor untuk pembentukan isoprena, yaitu bagian dasar dalam karbon-19 dan karbon 20 kerangka giban, karena terbentuk dari isoprena, GA terbentuk dari kaurena (Leopold dan Kriedemann, 1975 dalam Gardner, dkk., 1991).

GA diisolasi pada tahun 1926 oleh Karosawa dari jenis jamur *Gibberella fujikuroi* atau *Fusarium heterosporum* yang hidup sebagai parasit pada tanaman padi. Jamur ini dapat menyebabkan penyakit bakanae (penyakit kecambah tolol) pada padi, yaitu pertumbuhan batang berlebihan tetapi padi tidak mau berbuah. Dari hasil pengamatan tersebut ternyata jamur memproduksi suatu zat yang dapat meningkatkan pertumbuhan, akhirnya zat aktif tersebut diberi nama giberilen atau disingkat GA (Wilkins, 1989).

Sejak tahun 1950 orang sudah menaruh harapan besar terhadap GA terutama untuk meningkatkan produksi tanaman budidaya. GA sintesis yang biasanya tersedia secara komersial adalah GA₃, GA₇ dan GA₁₃ (Heddy, 1986).

F. Mikroorganisme Pelarut Fosfat (MPF)

Tanaman hanya dapat menyerap P dalam bentuk yang tersedia. P tanah baru dapat tersedia oleh perakaran tanaman atau mikrobial tanah melalui sekresi asam organik oleh akar atau

mikrobia. Oleh karena itu mikrobia yang dapat melarutkan P memegang peranan penting dalam sistem pertanian (Hanafiah, dkk., 2009)

Mikroba pelarut fosfat hidup di sekitar perakaran tanaman, mulai permukaan tanah sampai kedalaman 25 cm. Keberadaannya berkaitan dengan jumlah bahan organik yang akan mempengaruhi populasi serta aktivitasnya dalam tanah. Mikroba yang hidup dekat daerah perakaran secara fisiologis lebih aktif dibanding mikroba yang hidup jauh dari daerah perakaran. Keberadaan mikroba pelarut fosfat beragam dari satu tempat ke tempat lainnya karena perbedaan sifat biologis mikroba itu sendiri. Terdapat mikroba yang hidup pada kondisi masam dan ada pula yang hidup pada kondisi netral dan basa, ada yang hipofilik, mesofilik dan termofilik ada yang hidup aerob maupun anaerob (Ginting, 2006).

Aktivitas mikroba tanah berpengaruh langsung terhadap ketersediaan fosfat di dalam larutan tanah. Sebagian aktivitas mikroba tanah dapat melarutkan fosfat dari ikatan fosfat tak larut (melalui sekresi asam-asam organik) atau mineralisasi fosfat dari bentuk ikatan fosfat-organik menjadi fosfat-anorganik. Selain tanaman, fosfat anorganik terlarut juga digunakan oleh mikroba. Untuk aktivitas dan pembentukan sel-sel baru, sehingga terjadi pengikatan (immobilisasi) fosfat (Santosa, 2007).

Pertumbuhan mikroorganisme pelarut fosfat sangat dipengaruhi oleh kemasaman tanah. Pada tanah masam, aktivitas mikroorganisme

dipengaruhi oleh kelompok fungi sebab pertumbuhan fungi optimum pada pH 5-5.5. Pertumbuhan fungi menurun dengan meningkatnya pH. Sebaliknya pertumbuhan kelompok bakteri optimum pada pH sekitar netral dan meningkat seiring dengan meningkatnya pH tanah (Ginting, 2006).

Keberhasilan inokulasi pelarut fosfat pada kondisi lapangan dipengaruhi oleh beberapa faktor biologi, diantaranya adalah kandungan bahan organik. Tanah dengan kandungan bahan organik rendah tidak dapat memberikan kondisi lingkungan yang sesuai untuk aktivitas mikroorganisme pelarut fosfat. Penambahan bahan organik dengan inokulasi mikroorganisme pelarut fosfat dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme pelarut fosfat dan ketersediaan P tanah, terutama bila dikombinasikan dengan batuan fosfat (Hanafiah, 1994).

Aktivitas mikroba dalam rhizosfer dapat meningkatkan ketersediaan P dengan menurunkan pH dan melarutkan Fe-P dan Al-P, yang mungkin terikat oleh aluminium dan besi. Akar tanaman juga dapat mengeluarkan asam organik yang dapat melarutkan P dalam jumlah yang cukup besar dalam bentuk hydroxylapatite (Syers, dkk., 2008).

G. Potensi Endofit sebagai agens hayati

Pengembangan metode pengendalian hayati menjadi sangat berkembang setelah aplikasi pestisida kimia sintetis menjadi metode dominan dari pengendalian patogen. Penggunaan pengendalian hayati berkembang karena para praktisi membutuhkan untuk mencari solusi

terhadap masalah patogen ketika pestisida kimia tidak bekerja dengan baik atau tidak sesuai untuk pengendalian patogen yang spesifik. Dorongan utama lainnya dalam penggunaan pengendalian hayati adalah adanya fakta bahwa pestisida kimia dapat menyebabkan efek negatif terhadap kesehatan manusia dan pencemaran lingkungan sedangkan pengendalian hayati tidak meninggalkan residu kimia (Hajek 2004).

Cendawan endofit melindungi tanaman dari serangan patogen melalui mekanisme kompetisi, induksi resistensi, antagonisme, dan mikoparasit . Cendawan ini juga dapat menginduksi respon metabolisme inang, sehingga menjadi resisten terhadap patogen tanaman sehingga produksi meningkat (Redline dan Carris , 1996). Yedidia *et al.* (1996, 2000) mengatakan bahwa interaksi antara cendawan endofit dan akar kemungkinan mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen yang berada pada bagian atas tanaman. Cendawan ini mampu mempengaruhi fisiologis tanaman seperti tahan terhadap stress air (kekeringan), beberapa dari cendawan ini menghasilkan dan obat anti tumor (Azevedo *et al.*2000).

Cendawan endofit dalam jaringan tanaman menyebabkan terinduksinya metabolit sekunder yang mampu menghambat cendawan lain (Rayner, 1991). Mekanisme yang dimiliki oleh cendawan endofit sebagai induksi resistensi dapat memacu pertumbuhan tanaman padi sehingga tahan terhadap penyakit tanaman dan produksi tanaman meningkat, karena target cendawan endofit untuk mengendalikan penyakit

dengan meningkatkan pertumbuhan tanaman menyebabkan tanaman menjadi lebih sehat dan dapat menolak serangan patogen.

Pada ekosistem alami, hal tersebut sudah terjadi dalam jumlah yang tak terhitung. Tujuan aplikasi pengendalian hayati di dunia pertanian adalah untuk mengefektifkan penggunaan organisme yang menguntungkan dan memaksimalkan kemampuannya dalam mengurangi aktivitas patogen dalam sebuah lingkungan namun hal ini terlihat lebih mudah untuk dikatakan dari pada dilakukan karena permasalahan dalam aplikasinya (Lazarovits et al. 2007). Populasi semua organisme hidup, berdasarkan aksi alami di habitatnya selalu terdapat pengurangan oleh musuh alaminya. Hal ini disebut sebagai pengendalian alami, tetapi ketika patogen dikendalikan, hal ini sering disebut sebagai pengendalian hayati dan agens yang digunakan dalam pengendalian disebut sebagai musuh alami. Manusia dapat mengeskploitasi pengendalian hayati berdasarkan berbagai cara untuk menekan populasi patogen.

Fenomena aplikasi agens hayati termasuk didalamnya organisme endofit terhadap tanaman yang memberikan efek terhadap pengurangan insidensi atau keparahan penyakit dapat disebut sebagai pengendalian hayati. Mekanisme pengendalian hayati yang paling banyak dilakukan adalah antagonisme. Mekanisme yang termasuk dari antagonisme adalah mekanisme predasi, kompetisi dan antibiosis. Mekanisme alternatif dari pengendalian hayati adalah metabolit organisme yang mempengaruhi

tanaman untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen, proses ini disebut sebagai induce systemic resistance (ISR). Ketahanan juga bisa didapatkan dari tanaman itu sendiri dengan adanya serangan dari patogen dan proses ini disebut sebagai systemic acquired resistance (SAR). Dengan demikian, ISR dipicu oleh mikroorganisme nonpatogen, sementara SAR dipicu oleh patogen atau kandungan kimia dari patogen (Kloepper dan Ryu 2006). Ketertarikan dalam pengendalian hayati telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir, yang dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan pengendalian alternatif terhadap pengendalian kimia karena aktivitas bahan kimia yang selalu kehilangan potensi pengendalian karena perkembangan resistensi patogen terhadap bahan kimia. Pada masa lampau, cendawan dan cendawan rhizosfer menunjukkan efektif sebagai agens antagonis terhadap patogen, namun beberapa studi terakhir mengindikasikan bahwa cendawan yang dapat mengkolonisasi jaringan akar tidak hanya dapat bertindak sebagai agens antagonis tetapi bahkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kesehatan tanaman. Selain dapat menginduksi ketahanan tanaman, sedikit yang diketahui mengenai mekanisme lain yang digunakan oleh organisme endofit antagonis terhadap patogen seperti antibiosis, kompetisi dan lisis.

Potensi cendawan endofit sebagai agen pengendali hayati, antara lain karena endofit hidup dalam jaringan tanaman sehingga dapat berperan langsung dalam menghambat perkembangan patogen dalam tanaman (Niere, 2002 *dalam* Istikorini, 2008). Mikroba endofit dapat

melindungi tanaman inang dari serangan patogen dengan senyawa yang dikeluarkannya, berupa senyawa metabolit sekunder yang merupakan senyawa bioaktif dan dapat berfungsi untuk membunuh patogen (Prihatiningtias, 2011). Cendawan endofit dalam tanaman diketahui dapat menyebabkan berkurangnya kerusakan pada sel atau pada jaringan tanaman, meningkatkan kemampuan bertahan hidup dan fotosintesis sel jaringan tanaman yang terinfeksi patogen tular tanah (Sinclair & Cerkauskas, 1996 *dalam* Istikorini, 2008).

Keberadaan cendawan endofit dapat ditemukan baik pada tanaman pertanian maupun rumput-rumputan (Faeth, 2002 *dalam* Istikorini, 2008). Kolonisasi cendawan endofit dapat meningkatkan senyawa fenol dalam inang, Senyawa fenol dapat menghambat patogen secara langsung atau dengan produk oksidasinya dan juga dengan meningkatkan perubahan metabolik kompleks seperti senyawa yang dapat membentuk *barrier* pertahanan (Agrios, 1997; Gazoni & Stegman, 1997 *dalam* Istikorini, 2008).

Mekanisme penghambatan cendawan endofit terhadap patogen dapat secara langsung dengan mekanisme antagonis dan secara tidak langsung dengan mekanisme ketahanan terinduksi. Perlindungan tanaman dengan ketahanan terinduksi didasarkan pada rangsangan mekanisme ketahanan oleh adanya perubahan metabolik yang memungkinkan tanaman untuk lebih mengefektifkan ketahanannya. Diperkirakan ketahanan terinduksi dapat berkembang apabila sel-sel

tanaman mampu menghasilkan enzim-enzim baru yang mengaktifkan gen tanaman yang bertanggung jawab dalam mekanisme ketahanan tanaman tersebut (Agrios, 1997 *dalam* Istikorini, 2008).

Penggunaan cendawan endofit dari kelas Actinomycetes sebagai agen pengendali hayati mempunyai keuntungan yaitu kemampuannya untuk menghindari persaingan dengan sebagian besar mikroorganisme tanah dan rhizosfer karena cendawan dari kelas Actinomycetes ini hidup di dalam jaringan akar tanaman (Coombs & Franco, 2003 *dalam* Anugrahwati, 2011). Keberadaannya di dalam jaringan hidup tanaman selama pertumbuhan tanaman memungkinkan induksi resistensi sistemik yang dapat memberikan perlindungan yang lebih baik pada tanaman (Sturz *et al*, 2000; Siddiqui & Shaukat, 2002 *dalam* Anugrahwati, 2011)

H. Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan merupakan istilah untuk menyatakan bahwa tanaman mengalami kekurangan air akibat keterbatasan air dari lingkungannya yaitu media tanam. Menurut Bray (1993) defisit air selular merupakan akibat dari stres seperti kekekeringan, salinitas dan suhu rendah.

Tanaman selalu membutuhkan air dalam siklus hidup tanaman, mulai dari perkecambahan sampai panen. Tidak satupun proses metabolisme tanaman dapat berlangsung tanpa air. Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan

kombinasi kedua faktor diatas dengan faktor-faktor lingkungan. Kebutuhan air pada tanaman dapat dipenuhi melalui penyerapan oleh akar. Besarnya air yang diserap oleh akar tanaman sangat bergantung pada kadar air dalam tanah yang ditentukan oleh kemampuan partikel tanah menahan air dan kemampuan akar untuk menyerapnya (Jumin, 1992).

Tingkat kerugian yang dialami oleh tanaman akibat kekeringan tergantung pada beberapa faktor, antara lain pada saat tanaman mengalami kekurangan air, intensitas kekurangan air dan lamanya kekurangan air (Nio dan Kandou, 2000). Respons yang pertama kali dapat diamati pada tanaman yang mengalami kekurangan air ialah penurunan *conductance* yang disebabkan oleh berkurangnya tekanan turgor. Hal ini mengakibatkan laju transpirasi berkurang, dehidrasi jaringan dan pertumbuhan organ menjadi lambat, sehingga luas daun yang terbentuk saat kekeringan lebih kecil.

Kemampuan tanaman dapat bertahan di suatu wilayah yang ekstrim, seperti yang dimiliki oleh tanaman jenis rumputan, dalam hal ini adalah tanaman padi, kemungkinan juga dipengaruhi oleh interaksi cendawan endofit. Dengan demikian cendawan endofit yang berasal dari jaringan tanaman padi mungkin dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas tanaman, baik dengan mekanisme penginduksian ketahanan terhadap beberapa cekaman lingkungan maupun secara langsung mengendalikan patogen tanaman budidaya.

Beberapa penelitian terkait dengan penelitian pengaruh cendawan endofit terhadap daya tahan tanaman pada stress kekeringan telah dilaporkan, diantaranya pengaruh cendawan endofit *Neotypodium lolii* terhadap daya tahan *Lolium perenne* pada kekeringan (Cheplick 2004). Dilaporkan juga oleh Bae *et al.* (2009), bahwa tanaman kakao yang diinokulasi dengan cendawan endofit *Trichoderma hamatum* lebih tahan terhadap kekeringan.

Ada beberapa metode yang dapat dipakai untuk uji toleransi kekeringan dalam program pemuliaan tanaman (Winter *et al.*, 1988) antara lain pengukuran kerapatan dan kedalaman akar (Gregori, 1989) kandungan air dalam daun dan perkecambahan dalam larutan osmotikum.

Hipotesis

1. Terdapat isolat cendawan endofit pada varietas padi beras merah burik lokal Sinjai yang paling tinggi dalam memproduksi hormon IAA, GA3 dan melarutkan Phosphat.
2. Berdasarkan karakteristik morfologi dan molekuler akan diketahui species dari isolat unggul pemacu pertumbuhan dan ketahanan terhadap stres air
3. Terdapat isolat cendawan endofit yang memberikan hasil terbaik dalam memacu daya kecambah tanaman pada padi beras merah lokal

asal kabupaten Sinjai serta mampu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap cekaman kekeringan.

4. Terdapat isolat cendawan endofit yang memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman Padi beras merah lokal Sinjai.