

**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT
DARI BEBERAPA VARIETAS BENIH PADI UNTUK
MENEKAN PERTUMBUHAN JAMUR *Rhizoctonia solani* Khun.
DAN MENINGKATKAN PERTUMBUHAN BIBIT PADI**

SKRIPSI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT
DARI BEBERAPA VARIETAS BENIH PADI UNTUK
MENEKAN PERTUMBUHAN JAMUR *Rhizoctonia solani* Khun.
DAN MENINGKATKAN PERTUMBUHAN BIBIT PADI**

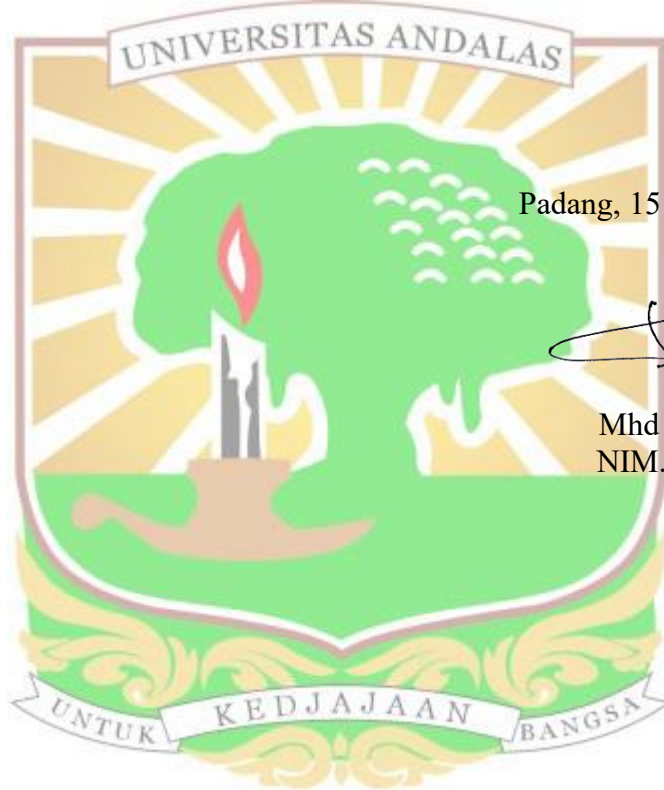
SKRIPSI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini dinyatakan bahwa skripsi berjudul “Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Beberapa Varietas Benih Padi untuk Menekan Pertumbuhan Jamur *Rhizoctonia solani* Khun. dan Meningkatkan Bibit Padi adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.



Padang, 15 Januari 2025

Mhd Iqbal
NIM. 2010252029

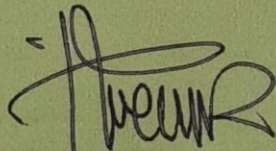
**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT
DARI BEBERAPA VARIETAS BENIH PADI UNTUK
MENEKAN PERTUMBUHAN JAMUR *Rhizoctonia solani* Khun.
DAN MENINGKATKAN PERTUMBUHAN BIBIT PADI**

Oleh :

**MHD. IQBAL
NIM. 2010252029**

MENYETUJUI:

Dosen Pembimbing I



Dr. Hattatur Rahma, S. Si., MP
NIP. 197205252006042001

Dosen Pembimbing II



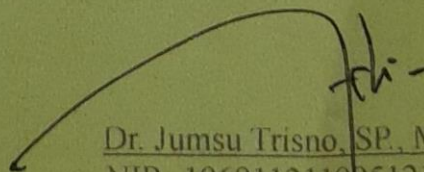
Dr. Ir. Ujang Khairul, MP
NIP. 196707271992031003

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas



Prof. Dr. Ir. Indira Dwipa, MS
NIP. 196502201989031003

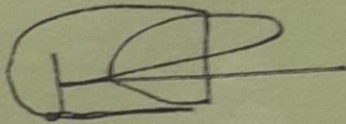

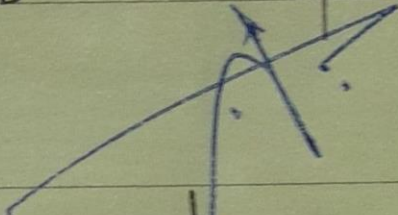
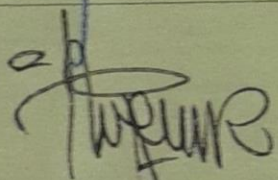
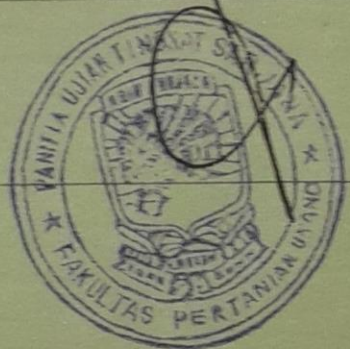
Koordinator
Program Studi Proteksi Tanaman



Dr. Jumsu Trisno, SP., M. Si
NIP. 196911211995121001

Tanggal disahkan:

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana
Fakultas Pertanian Universitas Andalas, pada tanggal 15 Januari 2025.

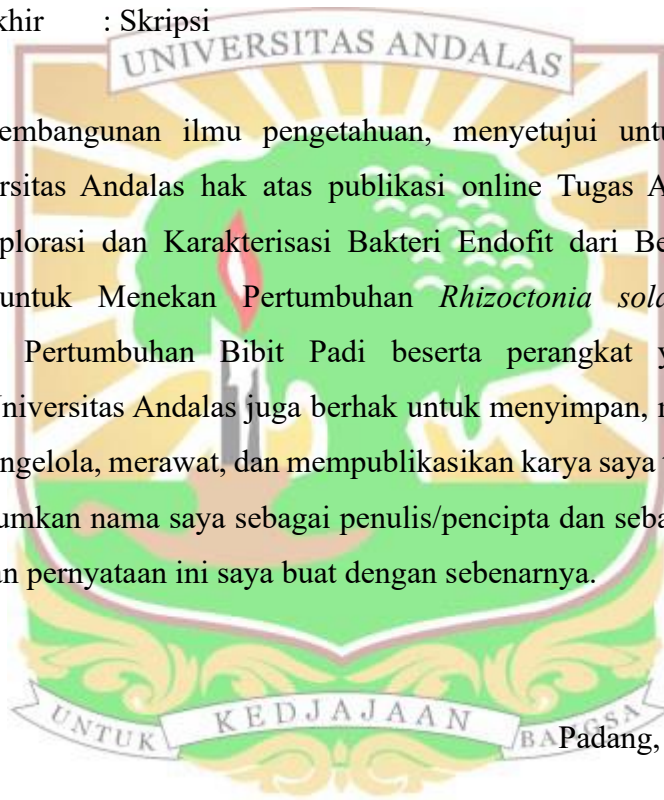
No.	NAMA	TANDA TANGAN	JABATAN
1.	Prof. Dr. Ir. Nurbailis, MS		Ketua
2.	Dr. Jumsu Trisno, SP., M.Si		Sekretaris
3.	Ir. Rusdi Rusli, MS		Anggota
4.	Dr. Haliatur Rahma, S. Si., MP		Anggota
5.	Dr. Ir. Ujang Khairul, MP		Anggota

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya mahasiswa Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Mhd. Iqbal
No. BP/ NIM : 2010252029
Program Studi : Proteksi Tanaman
Fakultas : Pertanian
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas hak atas publikasi online Tugas Akhir saya yang berjudul “Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Beberapa Varietas Benih Padi untuk Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* Khun. dan Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Padi beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalih media, formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut. Selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Padang, 15 Januari 2025

Mhd. Iqbal
2010252029

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Q.S. Al-Insyirah Ayat: 5-6)

Alhamdulillah Rabbil 'Alamiin puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Taala berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan langkah demi langkah dalam meraih gelar sarjana ini, semoga Allah senantiasa memudahkan dan meridhai setiap jalan yang akan ditempuh dan shalawat beserta salam untuk Nabi Besar Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam yang telah mengubah dari zaman jahililiyah menjadi zaman yang berilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan saat ini.

Penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini kepada orang tua, Bapak Suhendra dengan Ibu Sri Murni yang selalu memberikan yang terbaik untuk saya. Terima kasih atas doa, kasih sayang, dan dukungan kepada orang tua saya sehingga setiap langkah dapat dilalui dengan mudah. Semoga karya ini menjadi wujud kecil yang bisa saya banggakan untuk ayah dan ibu. Doa dan cinta dari orang tua adalah cahaya dalam setiap prosesku. Terima kasih telah menjadi pilar utama dalam hidupku. Ayah dan ibu, terima kasih atas cinta tanpa syarat dan tanpa batas serta pelajaran berharga yang selalu ditanamkan dalam jiwa saya. Kalian mengajarkan saya untuk tidak pernah menyerah, untuk terus semangat, untuk terus belajar, dan selalu bersyukur setiap pencapaian yang diraih. Terima kasih atas kepercayaannya kepada saya untuk belajar jauh dari rumah, ada pepatah mengatakan "Tuntutlah ilmu sampai ke negeri cina". Atas kepercayaan orang tua, saya saat ini terus tumbuh dan belajar lebih mandiri. Semoga Allah SWT selalu memberikan keberkahan, kesehatan, rezeki yang baik, dan kebahagiaan sepanjang hidup Ayah dan Ibu.

Karya ini kupersembahkan untuk keluargaku yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan selama ini. Kehadiran kalian menjadikan pengingat bagi saya bahwa saya tidak pernah sendiri dalam menjalani setiap tantangan. Dahulu saya berjanji akan menjadi sarjana pertama di keluarga, maka dengan karya ini bisa membuktikan bahwa saya bisa melalui setiap langkah dan perjalanan. Perjalanan ini bagaikan kapal yang terombang-ambing oleh ombak besar dilautan, tapi dengan kehadiran kalian saya tidak pernah padam untuk terus maju sampai ke pelabuhan. Pelabuhan yang saya sebut sebagai "SARJANA". Semoga kalian diberikan kesehatan, rezeki yang baik, dan kebahagiaan selalu sepanjang hayat.

Terima kasih saya ucapkan kepada dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan kepada saya, kalau tidak ada arahan pasti saya sangat bingung untuk menjalani setiap proses perkuliahan dan penelitian. Terima kasih kepada Ibu Dr. Haliatur Rahma, SSi. MP dan Bapak Dr. Ir. Ujang Khairul, MP atas semua

dukungan dan sudah membantu saya selalu. Terima kasih atas waktu yang selalu diluangkan Bapak/Ibu, meskipun di waktu yang kesibukan masih menyempatkan waktu untuk membimbing, memberikan masukan, dan menyempurnakan setiap bagian dari karya ini. Mohon maaf atas kekurangan dan keterbatasan saya, dan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu atas kesediaannya untuk menyusun dan menghasilkan karya yang baik.

Saya ucapkan terima kasih kepada Almamater tercinta – Universitas Andalas yang sudah menjadi tempat belajar untuk membentuk karakter, wawasan, dan pengalaman hidup yang berharga. Semoga almamater ini terus melahirkan generasi yang cemerlang, berintegritas, dan berkontribusi nyata untuk masyarakat Indonesia.

Terima kasih untuk teman di kos yang selalu memberikan dukungan dan bantuan (Nanda, Pikrun, James, dan Defri). Terima kasih atas kebersamaan dan keceriaan yang selalu memberikan semangat di tengah-tengah tantangan. Terima kasih temen-teman kos, untuk segala kenangan indah yang tidak akan pernah terlupakan. Terima kasih untuk teman-teman magang di PT. Mitra Kerinci yang selalu bersama untuk terus belajar dan berbagi kebermanfaatan (Vatima, Ija, Mita, Wiwik, Dini, Bg Ipal, Bg Abdurrahman, Bg Nurdin, Bg Fadel, Bg Riki, Kak Umi, Kak zulfa salsabila). Terima kasih atas semangat dan dukungan yang kalian berikan, yang tidak hanya membantu menyelesaikan tugas-tugas magang, tetapi juga memberikan pengalaman berharga yang tidak akan pernah terlupakan.

Terima kasih untuk teman-teman KKN yang luar biasa, bersama belajar berbagi dan memberikan kebermanfaatan untuk masyarakat. Semoga apa yang kita berikan dapat memberikan dampak nantinya. Terima kasih Hallidaf sudah memberikan semangat dan support sehingga dapat terus bersemangat kapanpun dan dimanapun. Terima kasih untuk keluarga Agnira Laksana yang menjadi keluarga untuk belajar soft skill dan hard skill sehingga saya bisa lebih berkembang. Terima kasih keluarga Akperian yang menjadi tempat untuk terus belajar dan bertumbuh layaknya seperti akar, saya belajar banyak hal baik itu tentang permasalahan program kerja maupun permasalahan tentang politik sekalipun. Terima kasih untuk semuanya, semoga ilmu yang diberikan memberikan manfaat untuk orang lain, tidak mengapa jika manfaat tidak begitu berdampak secara langsung tapi insyaa Allah akan memberikan dampak yang besar dalam jangka panjang. Jadilah bagian dari 0,01% sampai menjadi 100%.

BIODATA

Penulis dilahirkan di Rawang, Kabupaten Asahan pada 18 Agustus 2002. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Suhendra dan Ibu Sri Murni. Riwayat pendidikan penulis yang ditempuh yaitu pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 014687 (2008-2014); Pendidikan Menengah Pertama di MTs Negeri 1 Asahan (2014-2017); dan Pendidikan Menengah Atas di SMK SPP Negeri Asahan (2017-2020). Tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang.

Selama menjalankan pendidikan di Universitas Andalas, penulis aktif dalam kegiatan akademik yaitu mengikuti magang di PT. MITRA KERINCI, Solok Selatan (2022). Penulis aktif dalam perlombaan, salah satu perlombaan Karya Tulis Ilmiah di Universitas Negeri Semarang yang mendapatkan Juara 2 tingkat Nasional (2024). Selain itu, penulis aktif dalam kegiatan non akademik BEM KM UNAND (2024), BEM KM FP UNAND (2022-2023), FORSTUDI FP UNAND (2021), dan FKI RABBANI UNAND (2021-2022), serta kegiatan kepanitiaan mahasiswa di dalam dan luar kampus lainnya.

Padang, 15 Januari 2025



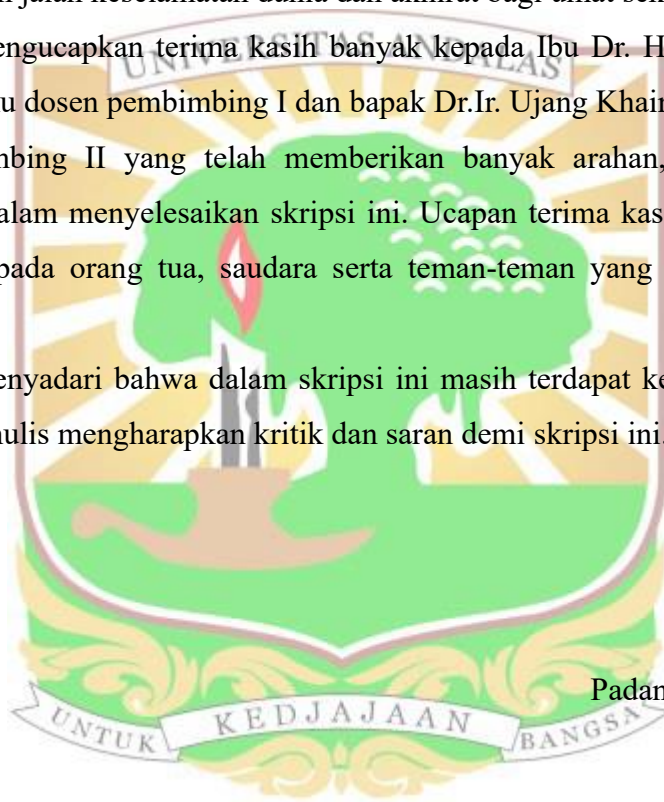
M.I

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah Subhanahuwata'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul "Eksplorasi dan Karakterisasi dari Beberapa Varietas Benih Padi Untuk Menekan Pertumbuhan Jamur *Rhizoctonia solani* Khun. dan Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Padi. Shalawat beserta salam penulis sampaikan kepada baginda Rasulullah Muhammad Shallallahu 'Alaihi wa Sallam yang menuntun jalan keselamatan dunia dan akhirat bagi umat sekalian alam.

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Ibu Dr. Haliatur Rahma, S.Si. MP selaku dosen pembimbing I dan bapak Dr.Ir. Ujang Khairul, MP sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak arahan, nasehat serta motivasinya dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada orang tua, saudara serta teman-teman yang telah memberi semangat.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi skripsi ini.



Padang, Januari 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M.I.', written over a white background.

M.I

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	4
C. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Tanaman Padi.....	5
B. Penyakit Hawar Pelepah Oleh <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn.....	6
C. Bakteri Endofit.....	8
BAB III. METODE PENELITIAN.....	11
A. Waktu dan Tempat.....	11
B. Bahan Penelitian.....	11
C. Peralatan Penelitian.....	11
D. Rancangan Penelitian.....	12
E. Prosedur Penelitian.....	13
F. Pengamatan.....	23
G. Analisis Data.....	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Hasil.....	27
B. Pembahasan.....	36
BAB V. PENUTUP.....	36
A. Kesimpulan.....	36
B. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	53

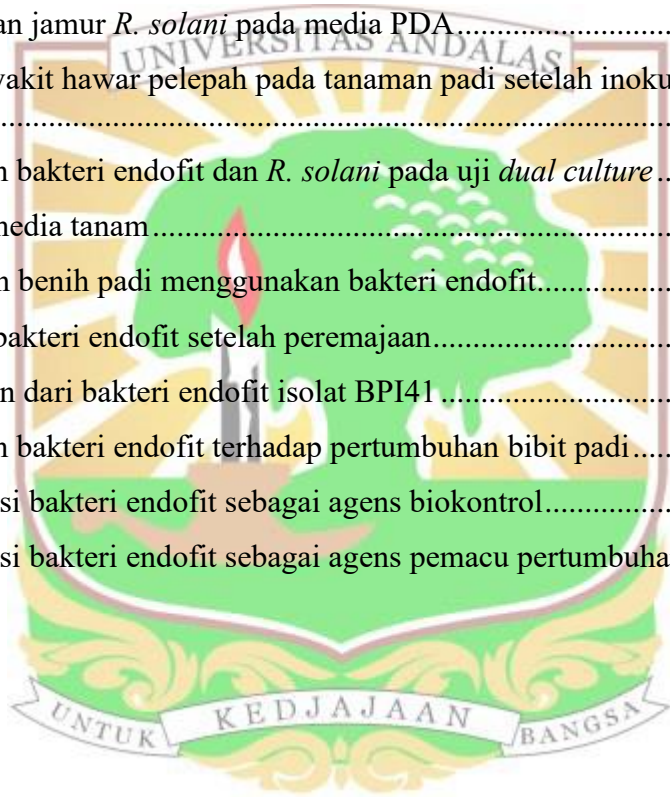
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Varietas dan daerah asal benih yang digunakan	13
2. Keragaman morfologi bakteri endofit.....	27
3. Skrining bakteri endofit sebagai kandidat agens hayati.....	29
4. Kemampuan bakteri endofit menekan pertumbuhan <i>R. solani</i>	30
5. Pengamatan bakteri endofit dari benih padi terhadap daya muncul lapang, tinggi bibit, dan panjang akar.....	32
6. Pengamatan bakteri endofit terhadap berat basah bibit dan berat kering bibit	33
7. Karakterisasi potensi bakteri endofit sebagai agens biokontrol.....	34
8. Kemampuan bakteri endofit dari benih padi sebagai agens biostimulan	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Koloni bakteri endofit berhasil diisolasi bakteri endofit.....	14
2. Respon sel bakteri endofit pada KOH konsentrasi 3%	15
3. Respon daun tanaman tembakau setelah diinokulasi bakteri endofit.....	15
4. Respon daun tanaman padi setelah diinokulasi bakteri endofit	16
5. Kemampuan bakteri endofit membentuk zona bening pada media <i>blood agar</i>	17
6. Pertumbuhan jamur <i>R. solani</i> pada media PDA.....	17
7. Gejala penyakit hawar pelepah pada tanaman padi setelah inokulasi <i>R. solani</i>	18
8. Penempatan bakteri endofit dan <i>R. solani</i> pada uji <i>dual culture</i>	19
9. Persiapan media tanam.....	20
10. Perendaman benih padi menggunakan bakteri endofit.....	20
11. Morfologi bakteri endofit setelah peremajaan.....	28
12. Kemampuan dari bakteri endofit isolat BPI41	31
13. Pengamatan bakteri endofit terhadap pertumbuhan bibit padi.....	32
14. Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biokontrol.....	34
15. Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens pemacu pertumbuhan.....	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal pelaksanaan penelitian	53
2. Pembuatan larutan standar <i>McFarland</i>	55
3. Komposisi medium	56
4. Deskripsi tanaman padi Varietas IR 42	59
5. Lokasi pengambilan sampel	65
6. Isolat bakteri endofit	66
7. Uji Antagonis	67
8. Hasil karakterisasi biokontrol bakteri endofit	68
9. Hasil karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biostimulan	70
10. Grafik kadar IAA (ppm)	71
11. Analisis sidik ragam	72



EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI BEBERAPA VARIETAS BENIH PADI UNTUK MENEKAN PERTUMBUHAN JAMUR *Rhizoctonia solani* Khun. DAN MENINGKATKAN PERTUMBUHAN BIBIT PADI

ABTRAK

Bakteri endofit merupakan kelompok bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inangnya. Bakteri endofit dilaporkan berada berbagai jaringan tanaman seperti akar, batang, daun, umbi, buah, dan benih. Laporan keberadaan bakteri endofit dalam benih padi untuk pengendalian *Rhizoctonia solani* penyebab penyakit hawar pelepah padi masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit dari benih padi yang mampu menekan *R. solani* dan sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman bibit padi. Penelitian terdiri atas 4 tahap: (1) Ekplorasi bakteri endofit dari beberapa benih padi dan peremajaan *Rhizoctonia solani* Khun, (2) Uji antagonis bakteri endofit menekan pertumbuhan *R. solani* secara *In-vitro*, (3) Potensi bakteri endofit dari benih padi sebagai agens biostimulan pada bibit tanaman padi, (4) Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biokontrol dan agens biostimulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh 35 isolat bakteri endofit dari 5 varietas padi . Sebanyak 11 isolat bakteri mampu menghambat pertumbuhan *R. solani* dengan daya hambat antara 8,79% - 50,14%. Sebanyak 4 isolat terbaik yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan sebagai agens biokontrol yaitu BPI41, BI34, ADI35, dan BMI33. Sebanyak 11 isolat mampu menghasilkan siderofor, 2 isolat menghasilkan enzim kitinase, 7 isolat menghasilkan protease, 8 isolat mampu memfiksasi nitrogen dan 10 isolat mampu menghasilkan IAA. Tidak satupun dari isolat bakteri yang mampu menghasilkan HCN dan melarutkan fosfat. Hasil ini menunjukkan bahwa bakteri endofit dari benih padi berpotensi digunakan sebagai agens biokontrol dan biostimulan.

Kata Kunci : bakteri endofit, padi, *R. solani*

EXPLORATION AND CHARACTERIZATION OF ENDOFIT BACTERIES FROM SOME VARIETIES OF RICE SEEDS TO SUPPRESS THE GROWTH OF THE FUNGUS *Rhizoctonia solani* Khun. AND IMPROVE THE GROWTH OF RICE SEEDLINGS

ABSTRACT

Endophytic bacteria are a group of bacteria that live within plant tissues without causing disease symptoms in their host plants. These bacteria have been reported to inhabit various plant tissues, including roots, stems, leaves, tubers, fruits, and seeds. Reports on the presence of endophytic bacteria in rice seeds for controlling *Rhizoctonia solani*, the causal agent of rice sheath blight disease, remain limited. This study aimed to isolate endophytic bacteria from rice seeds capable of suppressing *R. solani* and acting as plant growth-promoting agents for rice seedlings. The research consisted of four stages: (1) Exploration of endophytic bacteria from various rice seed varieties and rejuvenation of *Rhizoctonia solani* Kuhn, (2) Antagonistic testing of endophytic bacteria to inhibit *R. solani* growth *in vitro*, (3) Evaluation of endophytic bacteria as biostimulant agents for rice seedling growth, (4) Characterization of endophytic bacteria as biocontrol and biostimulant agents. The results showed that 35 endophytic bacterial isolates were obtained from 5 rice varieties. Among these, 11 isolates were capable of inhibiting the growth of *R. solani* with inhibition rates ranging from 8.79% to 50.14%. Four of the best isolates that enhanced plant growth and exhibited biocontrol potential were identified as BPI41, BI34, ADI35, and BMI33. Additionally, 11 isolates were found to produce siderophores, 2 isolates produced chitinase enzymes, 7 isolates produced protease, 8 isolates could fix nitrogen, and 10 isolates were able to produce indole-3-acetic acid (IAA). However, none of the isolates were capable of producing hydrogen cyanide (HCN) or solubilizing phosphate. These findings indicate that endophytic bacteria from rice seeds have potential as biocontrol and biostimulant agents.

Keyword: Endophytic bacteria, *Rhizoctonia solani* Khun, rice

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia sebagai makanan pokok (Basit, 2020). Produktivitas padi di Indonesia pada tahun 2021-2023 mengalami fluktuasi yaitu 5,25 ton/ha, 5,23 ton/ha, dan 5,25 ton/ha. Sementara itu, produktivitas padi di Sumatera Barat pada tahun 2021-2023 yaitu 4,77 ton/ha, 5,05 ton/ha, dan 4,91 ton/ha (BPS, 2023). Namun, produktivitas tersebut belum mencapai produktivitas potensial yaitu sebesar 10-11 ton/ha (Karim & Aliyah, 2019). Hal ini disebabkan karena permasalahan tanaman yang menyebabkan produktivitas padi belum mencapai produktivitas potensial. Salah satu faktor masih rendahnya produktivitas ini disebabkan adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) (Wati, 2017).

Organisme pengganggu tanaman (OPT) dari kelompok patogen yang menyerang tanaman padi adalah *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* merupakan penyebab penyakit hawar daun bakteri (Purwadi *et al.*, 2022); *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blas (Hendrival *et al.*, 2019); *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu fusarium (Rahmawati & Jailanis, 2022); *Cercospora oryzae* penyebab penyakit bercak coklat sempit (Gunawan *et al.*, 2023); virus tungro penyebab penyakit tungro (Fiddin, 2021); penyakit kerdil hampa (*Reget stunt*) (Supriyanti, 2020); penyakit kerdil rumput (*Grassy stunt*) (Roza *et al.*, 2021); dan *Rhizoctonia solani* Kuhn penyebab penyakit hawar pelepah (Meirani *et al.*, 2023).

Penyakit hawar pelepah merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman padi. Gejala awal penyakit hawar pelepah berupa lesi berbentuk oval dan berwarna hijau keabuan. Lesi tersebut lama-kelamaan semakin meluas dengan bentuk tidak beraturan (Milati & Nuryanto, 2019). Apabila patogen ini menyerang saat pengisian bulir padi yang akan memengaruhi pembentukan dan pengisian bulir padi, sehingga dapat menyebabkan kerugian yang tinggi (Dewi, 2020).

Kerugian akibat penyakit hawar pelepah menyebabkan angka kehilangan hasil padi di beberapa negara seperti Jepang 20-25%, di India 25-30%, dan di Amerika 50% (Turaidar *et al.*, 2018). Sedangkan di Indonesia kehilangan hasil penyakit ini berkisar antara 25-100% (Itsaini *et al.*, 2019). Tingkat keparahan

penyakit mencapai lebih dari 50% pada stadium generatif. Keparahan penyakit terus meningkat bergantung terhadap kondisi lingkungan (Milati *et al.*, 2021).

Penyakit hawar pelepah dilakukan pengendalian dengan menggunakan bahan organik atau kompos, pengaturan jarak tanaman, irigasi dan drainase yang lancar dan penggunaan varietas tahan (Nuryanto, 2017). Penggunaan varietas tahan belum dapat diterapkan karena belum ada varietas yang mempunyai karakter ketahanan genetik terhadap jamur *R. solani* Khun (Milati *et al.*, 2021). Pengendalian yang biasa dilakukan oleh petani dengan menggunakan fungisida sintetis. Tetapi, pemakaian fungisida sintetis dengan berlebihan dan terus menerus dapat menyebabkan resistensi patogen dan membunuh mikroorganisme bermanfaat serta mengakibatkan pencemaran lingkungan (Fajarfika, 2021). Maka dari itu, diperlukan solusi lain dengan pengendalian yang ramah lingkungan salah satunya adalah memanfaatkan mikroorganisme bakteri endofit (Widiantini *et al.*, 2022).

Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup di dalam bagian tanaman dan memiliki potensi merangsang pertumbuhan tanaman tanpa sama sekali menyebabkan penyakit di tanaman inangnya (Wu *et al.*, 2021). Bakteri endofit berada di dalam jaringan tanaman sudah banyak dilaporkan mengkolonisasi di banyak bagian tanaman yaitu akar, daun, batang, buah, umbi, dan benih (Taule *et al.*, 2021). Bakteri endofit selalu berada didalam jaringan tanaman selama masa siklus hidupnya (Yanti *et al.*, 2021). Bakteri endofit yang memiliki potensi sebagai agens pengendali hayati dalam berinteraksi dengan tanaman terjadi melalui mekanisme secara langsung dan tidak langsung. Interaksi dengan mekanisme secara langsung yaitu berinteraksi terhadap patogen memiliki potensi untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder yaitu enzim litik, asam salisilat, etilena, siderofor, *Hydrogen Cyanide* (HCN) (Mardhiana *et al.*, 2017); menghasilkan fitohormon, seperti asam *indole acetic acid* (IAA) dan meningkatkan ketersediaan fosfat (Saridewi *et al.*, 2020). Sedangkan, mekanisme interaksi tidak langsung yaitu penginduksi ketahanan sistemik dari tanaman inang *Induced Systemic Resistance* (ISR). ISR merupakan interaksi oleh bakteri terhadap jaringan sinyal (asam jasmonat & etilen) tanaman sehingga tanaman mempunyai kemampuan ketahanan terhadap patogen (Shang *et al.*, 2021).

Padi varietas anak daro, bawaan, kuriak kusuik, bujang merantau, dan banang pulau merupakan sumber plasma nutfah lokal di Sumatera Barat. Pemanfaatan bakteri endofit di dalam benih padi pada varietas tersebut memberikan peluang baru untuk memperoleh bakteri endofit yang mempunyai potensi menghambat pertumbuhan patogen dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Terdapat beberapa spesies bakteri endofit dari bagian benih yang sudah dilaporkan adalah *Alcaligenes faecalis* dari benih jagung varietas Anoman mampu menghambat keparahan penyakit layu stewart sebesar 48,95-55,60% (Rahma *et al.*, 2014); *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas aeruginosa* dari benih millet mampu menekan perkembangan jamur *Fusarium* sp. sebesar 54% (Kumar *et al.*, 2021); *Bacillus subtilis* dan *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *subtilis* dari benih jagung mampu menekan pertumbuhan jamur *Fusarium moniliforme* (Gond *et al.*, 2015); *Flavobacterium* sp. dan *Microbacterium* sp. dari benih padi mampu memacu pertumbuhan tanaman padi dengan menghasilkan IAA (Walitang *et al.*, 2017). *Stenotrophomonas rhizophila* dari biji *Glycyrrhiza uralensis* mampu memacu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan IAA, NH₃, ACC, produksi siderofor, dan fiksasi nitrogen (Wang *et al.*, 2022).

Bakteri endofit dengan kode isolat PB002, PB006, dan *Pseudomonas fluorescens* dari benih padi mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dengan kemampuan melarutkan fosfat dan menghasilkan siderofor (Krishnamoorthy *et al.*, 2020). Menurut Verma & White, (2018) *Bacillus amyloliquefaciens*, *Methylobacterium* sp., *Microbacterium* sp., *Curtobacterium* sp., dan dari benih millet mampu menghambat pertumbuhan jamur *Curvularia* sp., *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* sp., dan *Sclerotinia homoeocarpa*. Selain itu, *Bacillus velezensis* dari benih kacang tanah mampu menghambat pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* dengan menghasilkan senyawa antifungi (Chen *et al.*, 2020).

Pemanfaatan bakteri endofit yang berasal dari benih untuk mengendalikan *R. solani* Khun masih terbatas. Oleh karena itu, sudah dilakukan penelitian dengan judul “Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Beberapa Varietas Benih Padi untuk Menekan Pertumbuhan Jamur *Rhizoctonia solani* Khun. dan Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Padi.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat bakteri endofit diisolasi dari benih padi yang mampu dalam menekan pertumbuhan *Rhizoctonia solani* Khun penyebab penyakit hawar pelepah dan sebagai agens biostimulan.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi dasar mengenai bakteri endofit yang dapat digunakan untuk pengendalian penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani* Khun) dan sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman padi.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan tanaman budidaya yang penting bagi manusia karena lebih dari setengah penduduk dunia bergantung pada tanaman ini sebagai sumber bahan pangan (Utama, 2015). Padi sebagai sumber karbohidrat berperan penting dalam penyediaan energi dan nutrisi. Beras mengandung karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan zat gizi lainnya yang dibutuhkan oleh tubuh (Fitriyah *et al.*, 2020). Konsumsi beras di Indonesia merupakan salah satu yang terbesar dan akan terus meningkat setiap tahunnya (Andesmora *et al.*, 2020). Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) diklasifikasikan sebagai berikut: kingdom: Plantae, sub kingdom: Tracheobionta, super divisi: Spermatophyta, divisi: Magnoliophyta, kelas: Liliopsida, sub kelas: Commelinidae, ordo: Poales, famili Poaceae, genus: *Oryza*, nama ilmiah *Oryza sativa* L. (Siregar & Sulardi, 2018).

Tanaman padi membutuhkan curah hujan rata-rata 200 mm/bulan atau sekitar 1.500-2.000 mm/tahun. Curah hujan yang baik akan memberikan dampak yang baik dalam pengairan, sehingga tanaman padi di sawah memiliki kecukupan air untuk tumbuh (Ina, 2007). Kondisi pH tanah yang optimum untuk pertumbuhan padi adalah 5,5 – 7,5. Tanaman padi tumbuh baik pada suhu 23 °C ke atas. Suhu di Indonesia hampir konstan sepanjang tahun sehingga pengaruh suhunya tidak terasa (Herawati, 2012). Ketinggian tempat untuk tanaman padi yang baik antara 0 – 650 m dpl, namun daerah yang memiliki tinggi antara 650 – 1500 m dpl dengan suhu antara 18,7 – 22,5 °C masih cocok untuk tanaman padi. Tanaman padi dapat tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi. Sinar matahari sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman padi saat proses fotosintesis. Selain itu, angin juga berpengaruh terhadap pertumbuhan karena tanaman padi yang tinggi akan rebah jika angin terlalu kencang, namun angin sangat bermanfaat untuk proses penyerbukan tanaman padi (Rozen & Kasim, 2018).

Budidaya tanaman padi terdiri dari pemilihan benih bermutu, persemaian benih, persiapan lahan dengan melakukan pengolahan tanah, penanaman saat bibit padi berumur <21 hari setelah semai, pengairan, pemupukan dan pemanenan (BKPP Pertanian Aceh, 2009). Pertumbuhan tanaman padi dipengaruhi oleh faktor

biotik dan abiotik. Faktor biotik seperti adanya serangan hama dan penyakit sehingga dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman padi. Sedangkan, faktor abiotik terdiri dari cahaya, air, suhu, dan unsur hara. Cahaya dan air merupakan faktor penting dalam proses fotosintesis, apabila unsur ini dalam keadaan optimum maka jumlah fotosintat yang dihasilkan tanaman akan lebih banyak dan dapat memberikan peran besar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (Muyasir, 2012).

Pemupukan tanaman padi dilakukan dengan pemberian unsur hara untuk memenuhi kebutuhan tanaman berdasarkan tingkat hasil dicapai dan hara yang tersedia dalam tanah. Dosis pupuk pada tanaman padi untuk satu hektar adalah urea 200 kg/ha, SP-36 100 kg/ha, dan KCL 100 kg/ha atau urea 100 kg/ha dan NPK phonska 300 kg/ha. Kebutuhan N tanaman dapat dilihat dengan cara mengukur tingkat kehijauan warna daun padi dengan Bagan Warna Daun (BWD), sedangkan kebutuhan P dan K dapat dilihat berdasarkan hasil analisis status hara pada tanah dan kebutuhan tanaman (Badan Litbang Pertanian, 2006).

Permasalahan yang sering dialami dalam peningkatan produktivitas tanaman padi yaitu adanya organisme pengganggu tanaman (OPT) terutama hama dan patogen. Patogen utama yang dilaporkan banyak menyerang tanaman padi adalah, penyakit blas yang disebabkan oleh *Pyricularia oryzae* (Andriyani *et al.*, 2021); penyakit hawar daun bakteri oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Halim *et al.*, 2022); penyakit busuk batang oleh *Helminthosporium sigmoideum* (Nuryanto, 2018); penyakit tungro oleh virus tungro (Fiddin *et al.*, 2021); kerdil hampa (*Reget stunt*) (Zuraida *et al.*, 2023); kerdil rumput (*Grassy stunt*) (Wendra *et al.*, 2020) dan penyakit hawar pelepah oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn (Sulistiyanto *et al.*, 2022).

B. Penyakit Hawar Pelepah Oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn

R. solani Kuhn merupakan patogen tular tanah atau biasa dikenal sebagai *soil borne* yang berada di dalam tanah, terutama pada tanah-tanah yang banyak mengandung pupuk anorganik dengan nitrogen yang tinggi (Dewi, 2020). *R. solani* Kuhn juga dikenal sebagai *seed borne* merupakan patogen tular benih yang menginfeksi benih di lapangan dan di penyimpanan (Sobianti *et al.*, 2020). Hifa *R. solani* Kuhn membentuk miselium yang terdiri dari sel-sel monilioid yang berperan dalam pembentukan sklerotia (Ou, 1985). Sklerotia memiliki peranan penting

dalam penyebaran dan ketahanan *R. solani* Khun di lapangan (Feng *et al.*, 2017). Sklerotia yang terbentuk dari jamur tular tanah dapat bertahan di dalam tanah selama 6 sampai 7 tahun, sehingga penyebaran inokulum sangat sulit dikendalikan (Hamzah *et al.*, 2021). Penyebaran inokulum *R. solani* Khun terdapat di sekitar pertanaman yang terbawa oleh aliran air irigasi (Milati & Nuryanto, 2019). Selain itu, *R. solani* Khun juga dapat menyebar melalui udara yang terjadi di lapangan (Akber *et al.*, 2023).

R. solani Khun diklasifikasikan sebagai berikut: kingdom: Fungi, phylum: Basidiomycota, class: Agaricomycetes, ordo: Cantharellales, famili: Ceratobasidiaceae, genus: Rhizoctonia, spesies: *R. solani* Khun. Jamur *R. solani* Khun menimbulkan penyakit hawar pelepah pada tanaman padi (Nuryanto, 2017). Morfologi *R. solani* Khun memiliki miselium yang menyerupai serabut benang tipis putih dan dapat berubah warna menjadi cokelat tua. Hifa memiliki percabangan tegak lurus, mempunyai sekat, tidak ada sambungan apit dan memiliki ukuran diameter antara 6,47-10,3 μm (Hamzah *et al.*, 2021). Hifa *R. solani* Khun memiliki pigmen berwarna cokelat atau abu-abu disebabkan karena adanya akumulasi melamin pada dinding selnya. Proses infeksi jamur *R. solani* Khun di mulai pembibitan sampai generatif. Jamur *R. solani* Khun berkecambah kemudian menginfeksi bagian pelepah daun padi, selanjutnya berkembang ke arah dalam dan menginfeksi bagian batang padi (Walascha *et al.*, 2021).

Gejala yang disebabkan oleh serangan *R. solani* Khun pada bibit terlihat menjadi sakit, layu dan akhirnya mati. Pada tanaman dewasa, penyakit hawar pelepah mengakibatkan bercak besar yang tidak beraturan pada bagian pelepah yang disebut hawar (*blight*) (Soenartiningasih *et al.*, 2015). Tanaman yang terinfeksi *R. solani* Khun dilakukan dengan menginvasi jaringan tanaman sehingga mengakibatkan penyerapan nutrisi dan penyebaran hasil fotosintesis menjadi terganggu. Hal ini akan menyebabkan terganggunya proses pengisian bulir (Dewi, 2020).

Perkembangan *R. solani* Khun dipengaruhi oleh faktor biotik dan faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan miselium dan sklerosium (Razali *et al.*, 2021). *R. solani* Khun dapat berkembang biak pada kelembaban $>70\%$ (Milati & Nuryanto, 2019). Suhu 15-35 $^{\circ}\text{C}$ sangat sesuai untuk *R. solani* Khun berkembang

(Soenartiningih *et al.*, 2015). Perkembangan penyakit hawar pelepah padi diawali dengan propagul jamur *R. solani* Khun berkecambah dan menginfeksi pelepah daun tanaman padi, kemudian berkembang ke dalam dan menyerap nutrisi pada pelepah padi (Nuryanto, 2017). *R. solani* Khun dapat menginfeksi rumput-rumputan sebagai inang alternatif (Choudhary *et al.*, 2020). Penggunaan varietas padi yang memiliki tinggi yang rendah, daun lebat, dan anakan banyak cenderung lebih muda terinfeksi (Nuryanti *et al.*, 2011). Kondisi semacam ini yang menyebabkan penyakit hawar pelepah sulit dikendalikan karena sumber inokulum tetap tersedia di lahan pertanian sepanjang musim (Nuryanto, 2017).

Pengendalian penyakit hawar pelepah pada tanaman padi dengan penggunaan varietas tahan tidak efektif dilakukan karena penyakit ini disebabkan oleh patogen yang memiliki inang luas sehingga sifat ketahanan secara genetik sulit ditemukan (Nuryanto, 2017). Menurut Kouzai *et al.* (2018) bahwa belum ada varietas padi yang diinfeksi oleh *R. solani* Khun yang tergolong tahan terhadap penyakit hawar pelepah. Perakitan varietas tahan penyakit biasanya masih terbatas pada penyakit virus tungro, blas, dan hawar daun bakteri. Selain itu, pengendalian juga dilakukan dengan penggunaan fungisida bahan aktif mankozeb pada penyakit hawar pelepah (Djaenuddin & Muis, 2017). Namun, pengendalian hawar pelepah pada tanaman padi menggunakan pestisida yang terlalu intensif dapat menyebabkan terjadinya residu pada bahan makanan, munculnya hama dan patogen yang resisten terhadap pestisida, serta kontaminasi racun pestisida (Munif *et al.*, 2012). Alternatif pengendalian lain yang ramah lingkungan perlu dilakukan yaitu dengan memanfaatkan agen hayati seperti bakteri endofit (Galambos *et al.*, 2021).

C. Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman dan mampu merangsang pertumbuhan tanaman selama siklus hidupnya atau sebagian, yang tidak menimbulkan kerugian bagi tanaman inangnya (Shan *et al.*, 2019). Dilaporkan bahwa bakteri endofit yang berada di dalam jaringan tanaman berperan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman dengan fiksasi nitrogen, percepatan pencernaan, pelarutan posfor, produksi fitohormon dan memberikan ketahanan terhadap faktor biotik (Santos *et al.*, 2018).

Bakteri endofit sebagai agens pemacu pertumbuhan dan biokontrol mempunyai kelebihan dibandingkan dengan agens hayati lainnya karena keberadaannya dalam jaringan tanaman membuatnya mempunyai kemampuan untuk bertahan terhadap tekanan biotik dan abiotik (Resti *et al.*, 2013). Menurut Afzal *et al.*, (2019) bahwa bakteri endofit memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan bakteri rizosfer karena bakteri endofit dengan mudah dapat berhubungan dekat dengan tanaman inang yang memberikan efek keuntungan secara langsung dengan imbalan pasokan nutrisi yang konsisten. Salah satu peranan bakteri endofit yang diketahui yaitu dapat berpotensi menghasilkan metabolit sekunder sebagaimana yang dihasilkan oleh tanaman inangnya (Elviasari *et al.*, 2016).

Bakteri endofit sebagai agens hayati memiliki dua mekanisme yaitu, mekanisme secara langsung dan mekanisme tidak langsung. Mekanisme secara langsung bakteri endofit dapat meningkatkan penyerapan posfor, membantu tanaman membangun biologis, fiksasi nitrogen, pelarut seng dalam akar, dan fitohormon pada tanaman (IAA, ACC, dan GAs). Sedangkan mekanisme secara tidak langsung dapat sebagai agens biokontrol terhadap patogen dengan mekanisme kompetisi nutrisi, produksi antibiotik, dan melalui mekanisme induksi ketahanan sistemik (*Induced Systemic Resistance*) (Ali *et al.*, 2021). ISR merupakan interaksi antara bakteri tertentu dengan jaringan inang yang memungkinkan memiliki kemampuan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen (Purnawati *et al.*, 2019).

Keberadaan bakteri endofit di dalam jaringan tanaman dapat ditemukan pada akar, batang, daun, buah, bunga dan benih tanaman (Pinski *et al.*, 2019). Bakteri endofit di dalam jaringan tanaman mengkolonisasi di ruang antar sel atau mengkolonisasi tanaman secara sistemik yang diangkut melalui pembuluh xilem (Taule *et al.*, 2020). Bakteri endofit yang sudah masuk ke dalam jaringan tanaman dapat menyebar ke jaringan tanaman yang berdekatan (Afzal *et al.*, 2019). Hardoim *et al.* (2012) melaporkan bahwa benih padi merupakan sumber penting bakteri endofit. Bakteri endofit yang diisolasi dari benih padi dengan cepat mengadopsi dan mengkolonisasi karena persaingannya lebih sedikit dibandingkan di akar. Ini berarti, bakteri endofit yang berada di benih dapat dengan cepat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Shahzad *et al.*, 2017).

Keberhasilan benih berkecambah di tempat yang memadai dan dalam kondisi yang memadai sangat erat kaitannya dengan hubungan bakteri endofit dengan benih (Pal *et al.*, 2019). Bakteri endofit pada benih tersebut ditularkan secara vertikal yang diartikan sebagai pemindahan mikroorganisme secara langsung dari tanaman induk ke keturunannya (Shahzad *et al.*, 2018). Bakteri yang terkait dengan benih memberikan peran kunci pada tahap awal perkembangan tanaman, memengaruhi viabilitas benih, perkecambahan dan kelangsungan hidup bibit (Verma *et al.*, 2019; Rodríguez *et al.*, 2020).

Potensi bakteri endofit sebagai agens penginduksi ketahanan tanaman telah banyak dilaporkan. Bakteri *Bacillus* sp, *Paenibacillus* sp dan *Acinetobacter* sp dari benih jagung mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (Bomfim *et al.*, 2020). *Sphingomonas* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Microbacterium* sp dari benih padi mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dengan menghasilkan siderofor dan memfiksasi nitrogen (Zhang *et al.*, 2021). *Bacillus velezensis* dari benih jagung mampu menghambat pertumbuhan jamur *Botrytis cinerea* dengan menghasilkan senyawa anti mikroba (Yang *et al.*, 2020). *Bacillus subtilis* dari tanaman padi dapat meningkatkan indeks vigor benih dan hasil produksi tanaman padi (Nurkatika *et al.*, 2017). *Bacillus cereus* AJ34 dan *Alcaligenes faecalis* AJ14 asal tanaman jagung, dan *Serratia marcescens* AR1 asal rumput gajah dapat mensintesis IAA, melarutkan fosfat dan siderofor, dan mampu menginduksi ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit layu stewart dengan keparahan penyakit yaitu 24,42-28,08% (Rahma *et al.*, 2014). Ketiga bakteri tersebut sudah terbukti dalam menekan perkembangan bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* secara *in vitro* (Rahma *et al.*, 2019).

Menurut Dowarah *et al.* (2021) bahwa bakteri *Bacillus velezensis*, *Bacillus subtilis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus lactis*, *Bacillus amyloliquefaciens* dari benih cabai mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Ralstonia solanacearum* secara *in vitro* dan dari 5 isolat tersebut juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dengan menghasilkan IAA dan produksi siderofor. Bakteri *Micrococcus* sp, *Enterobacter* sp, *Leclercia* sp, dan *Staphylococcus* sp dari benih padi mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dengan menghasilkan IAA (Shahzad *et al.*, 2017).

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilakukan dari bulan Desember 2023 – Mei 2024 di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Fitopatologi, dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang. Jadwal kegiatan terlampir pada (Lampiran 1).

B. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi varietas Anak Daro, Bujang Merantau, Banang Pulau, Kuriak Kusuik, Bawaan, *Rhizoctonia solani* Kuhn (koleksi laboratorium), medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA), medium campuran NA+PDA, medium *Nutrient Agar* (NA), medium *Nutrient Broth* (NB), medium agar darah 5% (*Blood Agar*), medium *Pikovskaya Agar*, medium *Nitrogen Free Bromthymol Blue* (NFB) semi solid, medium *Simple Double-Layered Chrome Azurol Sulfonat Agar* (SD-CASA), medium *Skim Milk+Water Sea Complete Agar* (SWCA), L-tryptophan, reagen Salkowski, agar, alkohol 70%, larutan McFarland skala 8, aquades steril, *tissue*, *aluminium foil*, kertas label, plastik bening, KOH 3%, plastik *wrapping*, tanah, tanaman tembakau, pupuk kandang, NaOCl 2,5%, dan kertas saring.

C. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, cawan petri, *pipette tips*, labu *Erlenmeyer*, pipet tetes, gelas piala, inkubator, timbangan analitik, batang pengaduk, *laminar air flow*, gunting, pisau, *beaker glass*, *autoclave*, spektrofotometer, *centrifuge*, tabung *centrifuge*, jarum suntik, bunsen, kaca objek, jarum ose, kamera, alat tulis, *shaker orbital*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, botol *schott*, botol kultur, spatula, *vortex*, *sprayer*, *microwave*, mikropipet, *wrapping*, *syringe*, dandang, *cover glass*, *objek glass*, *cork borer*, tabung eppendorf, cangkuk, oven, korek api, kain merah, kain hitam, penggaris, dan kompor gas.

D. Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan terdiri dari 4 tahap, yaitu :

1. Eksplorasi Bakteri Endofit dari Beberapa Benih Padi dan Peremajaan *Rhizoctonia solani* Kuhn

Persiapan benih padi yang digunakan merupakan benih didapatkan dari penangkar benih di Sumatera Barat. Sampel benih diambil secara acak masing-masing sebanyak 100 g, setelah itu sampel dibawa ke laboratorium sebagai sumber inokulum bakteri endofit.

R. solani Kuhn yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Fitopatologi. Isolat *R. solani* Kuhn diremajakan pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA).

2. Uji Antagonis Bakteri Endofit Menekan Pertumbuhan *R. solani* secara *In-vitro*

Uji antagonis bakteri endofit dilakukan dengan menumbuhkan bakteri endofit dan *R. solani* secara bersamaan di dalam cawan petri yang sama dengan menggunakan metode *dual culture*. Uji antagonis menggunakan 13 perlakuan dengan 5 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu:

- a. 12 bakteri endofit hasil seleksi
- b. Kontrol (tanpa perlakuan bakteri endofit)

3. Potensi Bakteri Endofit dari Benih Padi sebagai Agens Biostimulan pada Bibit Tanaman Padi

Dilakukan untuk memperoleh bakteri endofit yang berpotensi untuk meningkatkan bibit tanaman padi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 13 perlakuan 5 ulangan. Semua perlakuan yang digunakan yaitu :

- a. 12 bakteri endofit hasil seleksi
- b. Kontrol positif (hanya aquades steril)

4. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol dan Agens Biostimulan

Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biokontrol dapat dilihat dengan kemampuan bakteri endofit dalam memproduksi HCN, siderofor, protease, dan

kitinase. Bakteri endofit sebagai agens biostimulan dapat dilihat dari kemampuan bakteri endofit dalam menghasilkan IAA, pelarut fosfat dan memfiksasi nitrogen.

E. Prosedur Penelitian

1. Eksplorasi Bakteri Endofit dari Beberapa Benih Tanaman Padi dan Peremajaan *Rhizoctonia solani* Kuhn

a. Persiapan Isolat Bakteri Endofit

i. Persiapan Benih

Benih padi yang digunakan merupakan benih didapatkan dari penangkar benih di Sumatera Barat. Sampel benih diambil secara acak masing-masing sebanyak 100 g benih, kemudian sampel benih dipindahkan ke laboratorium untuk proses isolasi. Benih yang digunakan diidentifikasi pada Tabel 1 :

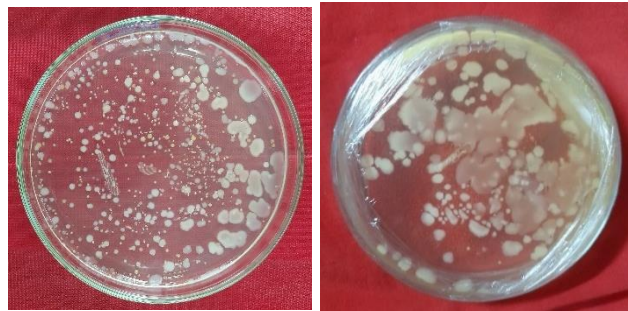
Tabel 1. Varietas dan daerah asal benih yang digunakan

No	Varietas	Asal Benih
1.	Anak Daro	Kota Solok
2.	Bujang Merantau	Kabupaten Tanah Datar
3.	Banang Pulau	Kabupaten Lima Puluh Kota
4.	Bawaan	Kabupaten Pesisir Selatan
5.	Kuriak Kusuik	Kabupaten Agam

ii. Isolasi Bakteri Endofit

Metode yang digunakan dalam isolasi bakteri endofit dengan metode Munif & Wiyono, (2012) yaitu diawali permukaan benih padi disterilisasi dengan merendam benih padi menggunakan alkohol 70% selama 1 menit, kemudian dilanjutkan dengan larutan NaOCl 2,5 % selama 2 menit, kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali. Cara mengetahui sterilisasi permukaan berhasil adalah dengan menginokulasikan hasil bilasan terakhir aquades pada medium NA, kemudian dilakukan inkubasi selama 2x24 jam. Keberhasilan sterilisasi akan terlihat tidak adanya bakteri ataupun jamur yang tumbuh pada medium NA. Benih padi yang telah steril digerus pakai mortar sebanyak 1 g benih padi dan ditambah 9 ml akuades steril, setelah itu diencerkan sampai tingkat pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} . Kemudian, sebanyak 0,1 ml suspensi disebar secara merata pada medium NA dan dilakukan inkubasi pada suhu 28 °C selama 2x24 jam. Selanjutnya koloni bakteri

yang sudah tumbuh dilakukan pemurnian dengan metode gores kuadran. Isolasi bakteri endofit dapat dilihat pada (Gambar 1).



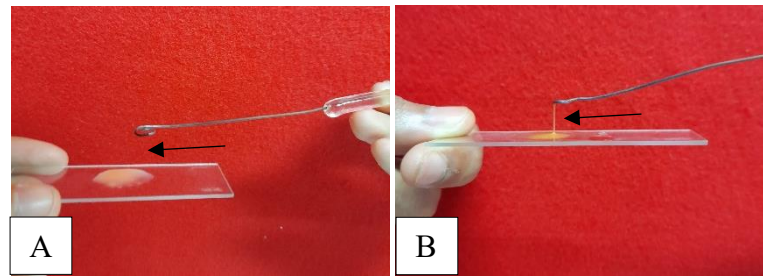
Gambar 1. Koloni bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari benih padi

iii. Karakterisasi Morfologi

Karakterisasi morfologi mengacu pada metode Cappucino & Sherman, (2014). Karakterisasi bakteri endofit secara makroskopis dengan mengamati warna koloni, bentuk koloni dari atas (*circular, irregular, filamentous*, dan *umbonate*), dan tepi koloni (*entire, lobate, undulate, curled, filiform*, dan *serrete*).

iv. Uji Gram

Uji Gram dilakukan untuk menentukan karakteristik fisiologi sel bakteri dan jenis bakteri yang ditemukan termasuk bakteri Gram positif atau negatif. Metode yang digunakan pada uji Gram mengacu pada metode Suslow *et al.*, (1982) dengan mengambil koloni tunggal bakteri menggunakan jarum ose dan dipindahkan di atas kaca objek. Setelah itu, koloni tunggal tersebut diberikan satu tetes larutan KOH 3% dihomogenkan dan diangkat secara perlahan. Jika koloni berlendir apabila ose diangkat maka permukaan bakteri endofit tersebut termasuk jenis dalam Gram negatif. Sedangkan, jika koloni tidak berlendir pada saat ose diangkat maka bakteri endofit tersebut termasuk jenis dalam Gram positif. Uji Gram bakteri endofit dapat dilihat pada (Gambar 2).

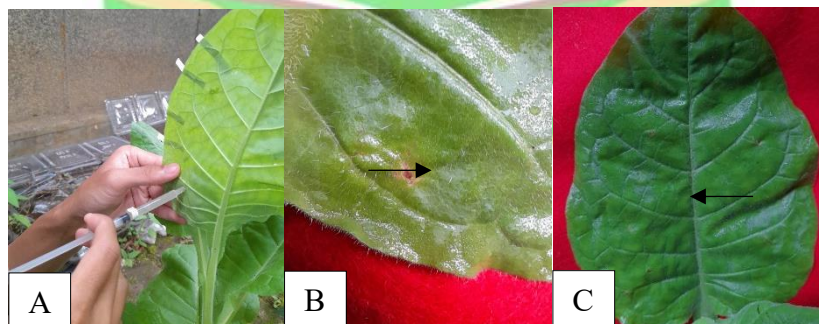


Gambar 2. Respon sel bakteri endofit pada KOH konsentrasi 3%, (A) Bakteri endofit tidak berlendir menunjukkan Gram positif, (B) Bakteri endofit berlendir menunjukkan Gram negatif.

v. Uji Keamanan Hayati

a. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif memiliki tujuan untuk menentukan bakteri endofit yang diperoleh termasuk patogen atau tidak pada tanaman. Uji hipersensitif mengacu pada metode Klement *et al*, (1990) dengan menggunakan tanaman tembakau. Suspensi bakteri endofit sebanyak 1 ml disuntikan ke dalam jaringan bawah daun dengan kepadatan 10^8 sel/ml dan diinkubasi selama 2 x 24 jam. Apabila bagian daun yang diinfiltrasi tidak memperlihatkan gejala nekrosis dapat disimpulkan bahwa bakteri tersebut bukan patogen (negatif). Sebaliknya apabila bagian daun yang diinfiltrasi memperlihatkan gejala nekrosis dapat disimpulkan bahwa bakteri tersebut patogen (positif). Bakteri yang digunakan adalah yang bukan patogen tanaman bukan inang (negatif). Uji hipersensitif dapat dilihat pada (Gambar 3).



Gambar 3. Respon daun tanaman tembakau setelah diinokulasi bakteri endofit pada uji reaksi hipersensitif (A) Inokulasi bakteri endofit pada jaringan bawah daun, (B) Daun tanaman tembakau menunjukkan gejala nekrotik 48 jam setelah inokulasi, bakteri endofit (hipersensitif +), (C) Daun tanaman tembakau tidak menunjukkan gejala nekrotik 48 jam setelah inokulasi, bakteri endofit (hipersensitif -).

b. Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas bertujuan untuk menentukan bakteri endofit menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inang atau tidak. Uji patogenisitas mengacu pada metode Wahyudi *et al*, (2011) yaitu daun tanaman padi yang berumur 14 hst dipotong dengan gunting dan dicelupkan ke suspensi bakteri endofit dengan kerapatan 10^8 sel/ml selama 10 detik. Sampel tanaman padi yang sudah diinokulasikan diinkubasi selama 3 – 14 hari setelah inokulasi. Apabila daun padi terlihat gejala nekrotik maka bakteri endofit tidak dapat digunakan dalam penelitian karena bersifat patogen pada tanaman inang. Uji patogenisitas dapat dilihat pada (Gambar 4).

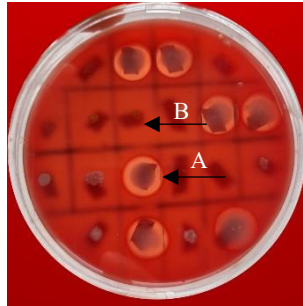


Gambar 4. Respon daun tanaman padi setelah diinokulasi bakteri endofit, (A) Inokulasi bakteri endofit pada daun tanaman padi, (B) Daun tanaman padi tidak menunjukkan gejala nekrotik 14 hari setelah inokulasi.

c. Uji Hemolisis

Uji hemolisis bertujuan untuk menentukan bakteri endofit bersifat patogen pada mamalia atau tidak. Metode uji hemolisis ini mengacu pada Sorokulova *et al.*, (2008) dengan mengkultur bakteri endofit pada media *Blood Agar* kemudian diinkubasi selama 24 hingga 48 jam pada suhu 28 °C. Setelah itu, amati zona hemolisis di sekitar koloni. Toksin β -hemolisis yang dihasilkan oleh bakteri endofit akan menghasilkan zona bening, toksin α -hemolisis akan menghasilkan zona gelap, sedangkan toksin $\alpha\beta$ -hemolisis akan menghasilkan zona terang dengan latar belakang berwarna agak gelap di sekitar koloni (Asmoro, 2019). Bakteri endofit yang menunjukkan salah satu dari tiga jenis aktivitas hemolisis memiliki potensi sebagai patogen pada mamalia maka tidak akan digunakan dalam penelitian. Isolat bakteri endofit yang menunjukkan reaksi positif pada uji hipersensitif, uji

patogenisitas, dan uji hemolisis tidak akan digunakan pada uji seleksi tahap selanjutnya.

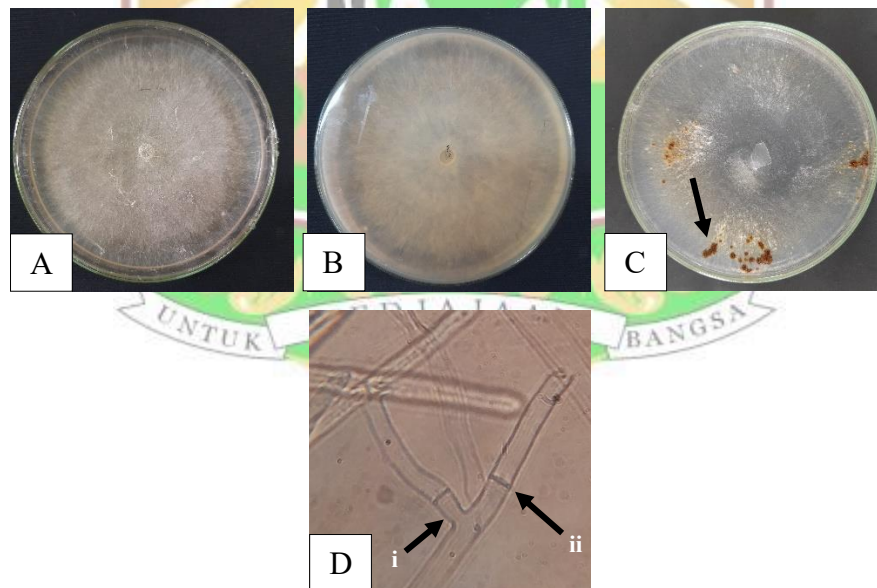


Gambar 5. Kemampuan bakteri endofit membentuk zona bening pada media *blood agar*, (A) isolat BI32 (+), (B) isolat BI41 (-)

b. Peremajaan dan Konfirmasi Isolat *Rhizoctonia solani* Kuhn

i. Peremajaan dan Identifikasi *R. solani* Khun

Biakan jamur *R. solani* Khun diambil dengan diameter 5 mm memakai *cork borer* dan ditumbuhkan di medium PDA. Kemudian diinkubasi selama 7 hari. Selanjutnya diamati bentuk makroskopis dan mikroskopisnya. Hasil peremajaan dan identifikasi *R. solani* dapat dilihat pada (Gambar 6).



Gambar 6. Pertumbuhan jamur *R. solani* pada media, (A) *R. solani* tampak atas, (B) *R. solani* tampak bawah, (C) Sklerotia *R. solani*, (D) (i) Hifa bersepta, (ii) Hifa membentuk 90°

ii. Uji Patogenisitas *Rhizoctonia solani* Kuhn

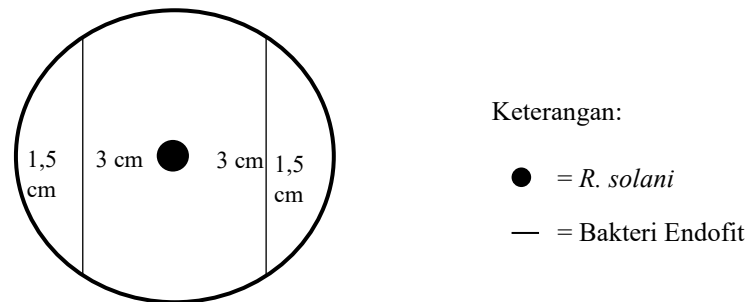
Uji patogenisitas bertujuan untuk menentukan jamur *R. solani* Kuhn dalam menimbulkan penyakit hawar pelepah pada tanaman padi. Pengujian ini dilakukan dengan menginokulasikan 1 sklerotia ke dalam masing-masing pelepah daun tanaman padi yang berumur 40 hst. Kemudian diamati perkembangan penyakit selama 7-14 hari hingga muncul gejala hawar pelepah padi (Nuryanto *et al.*, 2010). Hasil uji patogenisitas dapat dilihat pada (Gambar 7).



Gambar 7. Gejala penyakit hawar pelepah pada tanaman padi setelah inokulasi *R. solani* pada uji patogenisitas, (A) Inokulasi *R. solani*, (B) Gejala nekrotik setelah diinkubasi selama 7 hari

2. Uji Antagonis Bakteri Endofit Menekan Pertumbuhan *R. solani* secara *In-vitro*

Uji antibiosis bakteri endofit terhadap *R. solani* dilakukan dengan menggunakan metode biakan ganda (*dual culture method*). Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan *R. solani* dan bakteri endofit secara bersamaan dalam satu cawan petri yang berisi media campuran NA + PDA. *R. solani* yang akan digunakan telah dimurnikan menggunakan media PDA, dan diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu ruang. Kemudian *R. solani* dilubangi dengan cork borer (\varnothing 5 mm), dan dipindahkan ke tengah cawan petri yang berisi medium campuran NA+PDA. Isolat bakteri endofit digoreskan dengan jarak 3 cm dari jamur patogen. Sebagai kontrol *R. solani* ditumbuhkan tanpa adanya perlakuan bakteri endofit (Safdarpour & Khodakaramian, 2019). Kemudian diinkubasi selama 3×24 jam. Penempatan bakteri endofit terhadap jamur *R. solani* dapat dilihat pada (Gambar 9).



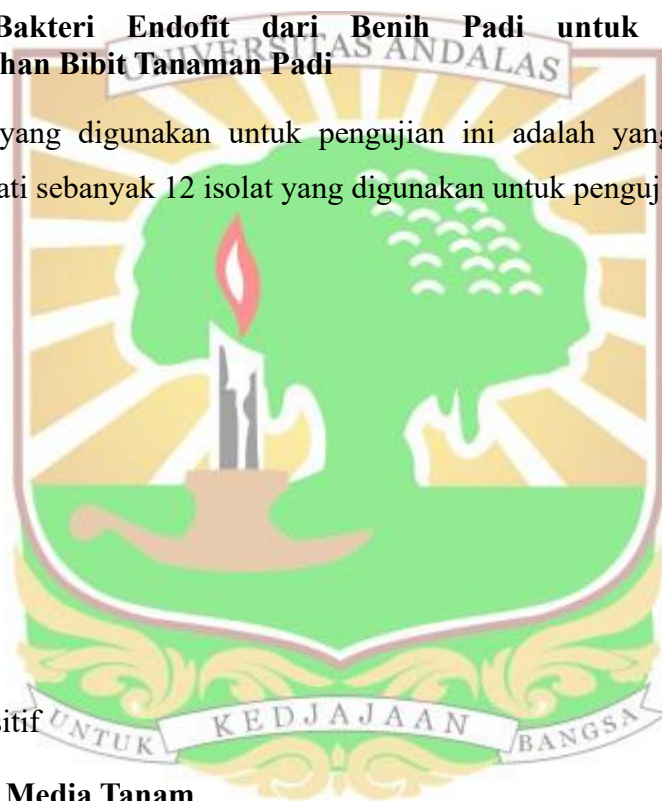
Gambar 8. Penempatan bakteri endofit dan *R. solani* pada uji *dual culture*

3. Potensi Bakteri Endofit dari Benih Padi untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Tanaman Padi

Bakteri yang digunakan untuk pengujian ini adalah yang lolos dari uji keamanan hayati sebanyak 12 isolat yang digunakan untuk pengujian ini, yaitu :

Perlakuan :

1. ADI34
2. ADI35
3. ADI37
4. BI31
5. BI33
6. BI34
7. BI41
8. KKI35
9. KKI36
10. BPI41
11. BMI31
12. BMI33
13. Kontrol positif



a. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan terdiri dari tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 (v:v). Kemudian, tanah dan pupuk kandang dimasukkan ke plastik berukuran 5 kg dan disterilisasi dengan metode tyndalisasi menggunakan dandang selama 1 jam pada suhu 100 °C. Kemudian didiamkan selama 1 hari dan dipanaskan kembali dengan cara yang sama hingga 3 kali. Media yang sudah steril diletakkan pada bak kecambah untuk pertumbuhan bibit padi. Benih padi yang akan digunakan adalah benih padi varietas IR-42. Persiapan media tanam dapat dilihat pada (Gambar 9).



Gambar 9. Persiapan media tanam, (A) media tanam dalam plastik mika, (B) tindalisasi tanah dengan menggunakan dandang.

b. Introduksi Bakteri Endofit

Introduksi bakteri endofit dilakukan dengan melakukan perendaman benih padi varietas IR-42 pada suspensi bakteri endofit. Sebelumnya benih padi harus disterilisasi permukaan dalam aquades steril selama 1 menit, kemudian direndam dalam NaOCl 2,5% selama 1 menit, kemudian dibilas menggunakan aquades steril selama 1 menit. Kemudian, benih padi direndam ke dalam setiap suspensi bakteri endofit selama 24 jam. Kemudian, dikeringanginkan selama ± 5 menit (Rahma *et al.*, 2019). Perlakuan kontrol, benih padi direndam dalam aquades steril dengan waktu yang sama. Setelah proses perendaman, benih padi kemudian disemai ke dalam bak kecambah berukuran (25 x 20 x 5) cm yang sudah berisi media tanah dan pupuk kandang steril dengan perbandingan 2:1. Penyemaian benih padi dilakukan selama 20 hari, dan dihitung daya muncul lapang bibit pada masing-masing perlakuan. Pemeliharaan mencakup penyiraman bibit padi pada pagi dan sore hari (yang disesuaikan dengan kondisi tanaman).



Gambar 10. Perendaman benih padi menggunakan bakteri endofit, (A) kontrol, (B) BPI41, (C) BI33, (D) KKI35, (E) BMI33, (F) BMI31, (G) BI31

4. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agen Biokontrol dan Agens Biostimulan

i. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol

a. Uji Produksi Senyawa Hidrogen Sianida (HCN)

Uji produksi senyawa HCN bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit dalam memproduksi senyawa HCN. Uji produksi senyawa HCN oleh bakteri endofit dideteksi dengan metode Bekker dan Schipper (Munif, 2001). Koloni tunggal bakteri endofit dibiakkan pada media NA. Selanjutnya, kertas saring dicelupkan pada *cyanide detection solution* (CDS) (2 g asam pikrat dan 8 g sodium karbonat dalam 200 ml akuades steril) lalu dikeringkan selama 5 menit. Kertas saring tersebut diletakkan pada tutup cawan petri dan diinkubasi pada suhu ruang selama 7x24 jam.

b. Uji Produksi Siderofor

Uji produksi siderofor bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit dalam memproduksi siderofor. Uji produksi siderofor dilakukan dengan menggunakan media *Simple Double Layered Chrome Azurol Sulfonate Agar* (SD-CASA). Kertas saring (diameter 5 mm) dicelupkan pada kultur cair isolat bakteri endofit. Kemudian dikeringkan selama 5 menit kemudian diletakkan ditengah medium SD-CASA. Sebagai kontrol, kertas saring (diameter 1 cm) dicelupkan pada akuades steril dan diletakkan di tengah media lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam (Husen, 2003).

c. Uji Produksi Enzim Protease

Uji produksi enzim protease bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit dalam memproduksi enzim protease. Uji produksi enzim protease dideteksi pada medium SWCA (Hamdani *et al.*, 2019). Kertas saring (diameter 1 cm) dicelupkan pada kultur cair bakteri. Kemudian dikeringkan selama 5 menit dan diletakkan di tengah medium SWCA. Sebagai kontrol, kertas saring (diameter 1 cm) dicelupkan ke dalam akuades steril dan diletakkan pada medium SWCA, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 2x24 jam.

d. Uji Produksi Enzim Kitinase

Uji produksi enzim kitinase bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit dalam memproduksi enzim kitinase. Uji kitinase dilakukan menggunakan metode Singh *et al.*, (1999). Uji kitinase ditumbuhkan pada medium agar kitin. Kertas saring dengan diameter 5 mm dicelupkan ke dalam kultur cair bakteri endofit, lalu diletakkan di bagian tengah medium di dalam cawan petri. Sebagai kontrol, kertas saring dicelupkan dengan akuades steril dan diletakkan di tengah medium dan diinkubasi selama 7 hari.

ii. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biostimulan

a. Uji Pelarut Fosfat

Uji pelarut fosfat bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit dalam melarutkan fosfat. Uji pelarut fosfat dilakukan dengan menggunakan metode standar Rao. (1994) yaitu dengan mencelupkan bakteri endofit diameter 5 mm ke dalam kultur cair bakteri endofit. Kemudian ditumbuhkan bakteri endofit pada medium Pikovskaya's Agar. Sebagai kontrol, kertas saring dicelupkan ke dalam aquades steril dan ditumbuhkan pada medium Pikovskaya's agar. Kemudian diinkubasi selama 2 minggu pada suhu 28°C.

ii. Uji Produksi *Indole Acetic Acid* (IAA)

Uji produksi IAA dilakukan dengan menggunakan metode Pattern & Glick (2002). Bakteri endofit ditumbuhkan pada media *Nutrien Broth* (NB) (25 ml) dengan ditambah 5 ml larutan L-TRP (0,5%) dan diinkubasi pada *shaker orbital* dengan kecepatan 120 rpm selama 24 jam pada suhu 28°C. Selanjutnya bakteri endofit di *centrifuge* selama 15 menit. Setelah proses *centrifuge*, 1 ml supernatan diambil dan dipindahkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 ml *reagent* Salkowsky. Setelah 20-25 menit, pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 520 nm menggunakan spektrofotometer. Sebagai pembanding digunakan IAA murni dengan konsentrasi 0, 5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, dan 45 µg/ml.

iii. Uji Fiksasi Nitrogen

Uji fiksasi nitrogen menggunakan media NFB semi solid. Koloni tunggal bakteri endofit diinokulasikan ke dalam *testube* yang berisi 10 ml media NFB semi

solid menggunakan jarum ose. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 10 hari (Widawati, 2019).

F. Pengamatan

1. Persiapan Isolat Bakteri Endofit

a. Morfologi Koloni Bakteri Endofit

Morfologi koloni bakteri endofit yang diamati yaitu tepi koloni (*entire, undulate, filiform, lobate*), bentuk koloni (*circuler, irregular, filamentous, rhizoid*), diameter koloni dan warna koloni (Klement *et al.*, 1990).

b. Uji Gram

Uji Gram yang diamati yaitu bakteri endofit termasuk dalam Gram positif atau negatif. Jika koloni berlendir apabila ose diangkat maka permukaan suspensi bakteri endofit tersebut termasuk Gram negatif. Sedangkan, apabila koloni tidak berlendir pada saat ose diangkat maka bakteri tersebut termasuk Gram positif.

c. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif yang dilakukan bertujuan untuk mengamati apakah bakteri endofit bersifat patogen pada tanaman selain inang atau tidak. Jika bagian daun yang diinfiltrasi tidak memperlihatkan gejala nekrosis, maka dapat disimpulkan bahwa bakteri tersebut bukan patogen (negatif). Sebaliknya, jika bagian daun yang diinfiltrasi mengalami gejala nekrosis, maka bakteri endofit tersebut termasuk patogen (positif).

d. Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas yang diamati yaitu bakteri endofit menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inang. Apabila daun padi terlihat gejala nekrosis maka bakteri endofit tersebut merupakan patogen pada tanaman inang.

e. Uji Hemolisis

Uji hemolisis yang diamati yaitu bakteri endofit bersifat patogen pada mamalia. Toksin β -hemolisis yang dihasilkan oleh bakteri endofit akan menghasilkan zona bening, toksin α -hemolisis akan menghasilkan zona gelap, dan

toksin $\alpha\beta$ -hemolisis akan menghasilkan zona terang dengan latar belakang berwarna agak gelap di sekitar koloni (Asmoro, 2019).

2. Uji Antagonis Bakteri Endofit Menekan Pertumbuhan *R. solani* secara *In-vitro*

Pengamatan daya hambat diukur setelah diinkubasi selama 3 hari pada media NA. Prasetya (2014) untuk menentukan kriteria pengelompokkan kemampuan daya hambat bakteri endofit terdiri dari 4 kriteria, yaitu kuat ($> 40\%$), sedang ($40\% < x < 30\%$), lemah ($> 30\%$), dan tidak memiliki kemampuan daya hambat (0%). Daya hambat bakteri endofit terhadap pertumbuhan *R. solani* dihitung menggunakan rumus 2 :

$$I = \frac{C-T}{C} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Rumus 1}$$

Keterangan :

I = Persentase indeks daya hambat

C = Jari-jari koloni jamur patogen pada kontrol

T = Jari-jari koloni jamur patogen pada perlakuan bakteri

3. Potensi Bakteri Endofit sebagai Agens Biostimulan pada Bibit Padi

a. Daya Muncul Lapang

Pengamatan daya muncul lapang dilakukan dengan mengamati benih yang muncul pada permukaan tanah. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai 21 hari dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan benih muncul dan tumbuh pada permukaan tanah. Perhitungan daya muncul lapang dihitung dengan menggunakan (Rumus 2) :

$$P = \frac{b}{B} \times 100\% \dots \dots \dots \text{(Rumus 2)}$$

Keterangan :

P = Persentase bibit muncul

b = Jumlah bibit yang muncul

B = Jumlah benih yang disemai

ii. Tinggi bibit

Tinggi bibit diukur setelah berumur 7 hss. Pengukuran bibit dimulai dari pangkal batang sampai titik tumbuh tertinggi. Tinggi bibit diamati selama 21 hss

dalam interval 1 minggu sekali. Efektivitas perlakuan dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.

iii. Panjang Akar Bibit

Panjang akar diukur setelah bibit berumur 21 hss, dengan mencabut bibit dan dibersihkan. Akar padi diukur dari pangkal akar sampai titik tumbuh akar terpanjang. Efektivitas masing-masing perlakuan dapat dihitung dengan rumus 2.

iv. Berat Segar dan Berat Kering Bibit

Berat segar bibit dilakukan dengan membersihkan media tanam dan ditimbang (dalam gram). Untuk mengukur berat kering bibit dibungkus dengan kertas stensil dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60 °C selama 5 jam (sampai beratnya konstan) lalu bibit ditimbang. Efektivitas perlakuan dihitung dengan menggunakan rumus 2.

4. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol dan Agens Biostimulan

i. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol

a. Uji Produksi HCN

Uji produksi sianida oleh isolat bakteri endofit dideteksi 4 hsi, ditandai dengan perubahan warna pada kertas saring dari kuning menjadi orange kecoklatan (Munif *et al.*, 2000).

b. Uji Produksi Siderofor

Produksi siderofor yang diamati menunjukkan zona berwarna orange di sekitar pertumbuhan isolat bakteri endofit 1 hsi (Husen, 2003).

c. Uji Produksi Protease

Produksi protease ditandai dengan terdapat zona bening di sekitar pertumbuhan bakteri endofit di medium skim milk, setelah diinkubasi selama 2 hari (Hamdani *et al.*, 2019).

d. Uji Produksi Kitinase

Uji produksi kitinase ditandai dengan membentuk zona bening di sekeliling koloni bakteri endofit.

ii. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biostimulan

a. Uji Pelarut Fosfat

Uji pelarut fosfat yang diamati yaitu zona bening di sekitar bakteri endofit. Bakteri endofit mampu melarutkan fosfat ditandai dengan adanya zona bening. Sedangkan bakteri endofit yang tidak mampu melarutkan fosfat tidak membentuk zona bening (Sugianto *et al.*, 2019).

b. Uji Produksi *Indole Acetic Acid* (IAA)

Uji produksi IAA yang diamati yaitu perubahan warna larutan. Bakteri endofit yang mampu menghasilkan IAA ditandai terdapat perubahan warna larutan menjadi merah muda. Sebaliknya, bakteri endofit yang tidak mampu menghasilkan IAA tidak terlihat perubahan warna pada larutan (Pattern & Glick, 2002).

c. Uji Fiksasi Nitrogen

Pengamatan rizobakteri yang mampu menambat nitrogen dilakukan setelah 10x24 jam secara kualitatif ditandai dengan perubahan warna media NFB semi solid menjadi biru pada *testube* (Widawati, 2019).

G. Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan Statistix 8 dengan ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila data berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Least Significance Difference* (LSD) pada taraf nyata 5%.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Karakteristik Morfologi Bakteri Endofit

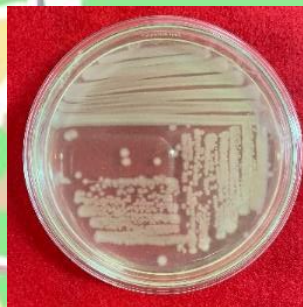
Bakteri endofit yang diisolasi dari benih padi diperoleh sebanyak 35 isolat yang berasal dari 5 varietas, 10 isolat berasal dari varietas anak daro asal Kota Solok, 6 isolat berasal dari varietas bawaan asal Kabupaten Pesisir Selatan, 6 isolat berasal dari varietas kuriak kusuik asal Kabupaten Agam, 6 isolat berasal dari varietas banang pulau asal Kabupaten Lima Puluh Kota, dan 7 isolat berasal dari varietas bujang marantau asal Kabupaten Tanah Datar. Seluruh isolat memiliki keragaman morfologi yang berbeda-beda (Tabel 2). Isolat bakteri endofit tampak atas dan tampak bawah pada umumnya berwarna krem, ada juga yang berwarna jingga, merah muda, putih, dan memiliki bentuk koloni circular, dapat dilihat pada (Gambar 10). Seluruh keragaman morfologi isolat bakteri endofit dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 2. Keragaman morfologi bakteri endofit dari beberapa varietas benih padi

No	Nama Isolat	Uji Gram	Warna Koloni	Bentuk Koloni	Tepi Koloni	Elevasi Koloni
1	ADI31	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
2	ADI32	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
3	ADI33	+	Jingga	Bulat	Rata	Menonjol
4	ADI34	+	Putih	Bulat	Rata	Cembung
5	ADI35	+	Kuning	Bulat	Rata	Cembung
6	ADI36	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
7	ADI37	+	Kuning	Bulat	Rata	Menonjol
8	ADI38	-	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
9	ADI39	-	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
10	ADI310	-	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
11	BI31	+	Krem	Bulat	Rata	Cembung
12	BI32	-	Krem	Bulat	Rata	Cembung
13	BI33	+	Merah muda	Bulat	Rata	Cembung
14	BI34	+	Krem	Bulat	Rata	Datar
15	BI35	+	Krem	Bulat	Rata	Cembung
16	BI41	+	Krem	Bulat	Rata	Cembung
17	KKI31	-	Jingga	Bulat	Rata	Cembung & Timbul
18	KKI32	+	Cokelat	Bulat	Rata	Datar
19	KKI33	-	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
20	KKI34	-	Krem	Bulat	Rata	Datar

21	KKI35	+	Merah muda	Bulat	Rata	Cembung
22	KKI36	+	Jingga Kekuningan	Bulat	Rata	Cembung
23	BPI31	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
24	BPI32	+	Krem	Bulat	Rata	Cembung
25	BPI33	+	Krem	Bulat	Rata	Cembung
26	BPI41	+	Krem	Bulat	Rata	Datar
27	BPI42	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
28	BPI43	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
29	BMI31	-	Kuning	Bulat	Rata	Cembung
30	BMI32	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
31	BMI33	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Cembung
32	BMI34	+	Krem	Bulat	Berakar	Datar
33	BMI41	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar
34	BMI42	-	Jingga	Bulat	Rata	Menonjol
35	BMI42	+	Krem	Bulat	Berlekuk	Datar

Keterangan : AD : Isolat dari varietas Anak Daro
 B : Isolat dari varietas Bawaan
 KK : Isolat dari varietas Kuriak Kusuik
 BP : Isolat dari varietas Banang Pulau
 BM : Isolat dari varietas Bujang Merantau



Gambar 11. Morfologi bakteri endofit kode isolat BPI41 setelah 2 hari peremajaan pada media NA.

Hasil uji hipersensitif sebanyak 12 isolat bakteri endofit menunjukkan gejala nekrotik pada tanaman tembakau. Hasil ini menunjukkan bahwa bakteri endofit yang berhasil diisolasi bersifat sebagai patogen pada tanaman. Pada uji patogenisitas, seluruh isolat tidak menunjukkan gejala nekrotik pada tanaman padi. Pada uji hemolisis diperoleh sebanyak 20 isolat bakteri endofit tidak melisis darah pada uji hemolisis yang menunjukkan bahwa bakteri endofit bukan patogen mamalia. Dari hasil keamanan hayati diperoleh sebanyak 12 isolat yang akan dilanjutkan pada pengujian berikutnya (Tabel 3).

Tabel 3. Skrining bakteri endofit sebagai kandidat agens hayati

No	Nama Isolat	Uji Hipersensitif	Uji Patogenisitas	Uji Hemolisis	Keterangan
1	ADI31	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
2	ADI32	+	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
3	ADI33	+	-	-	Non Kandidat
4	ADI34	-	-	-	Kandidat
5	ADI35	-	-	-	Kandidat
6	ADI36	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
7	ADI37	-	-	-	Kandidat
8	ADI38	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
9	ADI39	+	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
10	ADI310	+	-	-	Non Kandidat
11	BI31	-	-	-	Kandidat
12	BI32	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
13	BI33	-	-	-	Kandidat
14	BI34	-	-	-	Kandidat
15	BI35	+	-	-	Non Kandidat
16	BI41	-	-	-	Kandidat
17	KKI31	+	-	-	Non Kandidat
18	KKI32	+	-	-	Non Kandidat
19	KKI33	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
20	KKI34	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
21	KKI35	-	-	-	Kandidat
22	KKI36	-	-	-	Kandidat
23	BPI31	+	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
24	BPI32	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
25	BPI33	+	-	-	Non Kandidat
26	BPI41	-	-	-	Kandidat
27	BPI42	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
28	BPI43	+	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
29	BMI31	-	-	-	Kandidat
30	BMI32	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
31	BMI33	-	-	-	Kandidat
32	BMI34	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat
33	BMI41	+	-	-	Non Kandidat
34	BMI42	+	-	-	Non Kandidat
35	BMI43	-	-	+ (Toksin β)	Non Kandidat

Keterangan : AD : Isolat dari varietas Anak Daro
 B : Isolat dari varietas Bawaan
 KK : Isolat dari varietas Kuriak Kusuik
 BP : Isolat dari varietas Banang Pulau
 BM : Isolat dari varietas Bujang Merantau

2. Uji Antagonis Bakteri Endofit Menekan Pertumbuhan *R. solani*

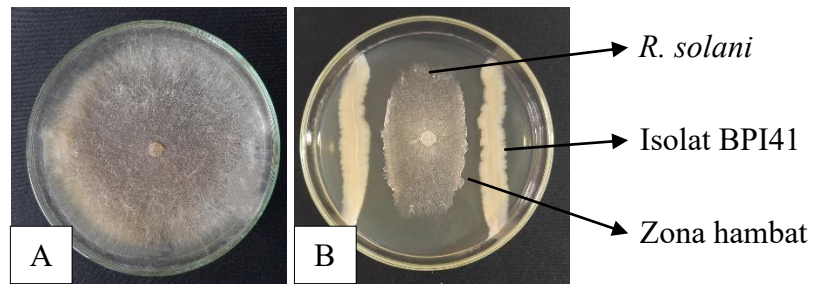
Perlakuan bakteri endofit isolat BPI41, BI34, ADI37, ADI35, ADI34, BMI33, BI41, KKI36, BI31, KKI35, dan BI33 menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan *R. solani* dibandingkan dengan kontrol. Terdapat 11 isolat bakteri endofit memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *R. solani*. Didapatkan 10 isolat bakteri endofit yang berpotensi menekan pertumbuhan *R. solani* diatas 30% yaitu BPI41, BI34, ADI37, ADI35, ADI34, BMI33, BI41, KKI36, BI31, dan KKI35. Persentase daya hambat berkisar antara 8,79 % – 50,14 % jika dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 4. Kemampuan bakteri endofit menekan pertumbuhan *R. solani* pada media PDA + NA

Perlakuan	Daya Hambat (%)	Kriteria
BPI41	50,14 a	Kuat
BI34	48,19 b	Kuat
ADI37	44,82 c	Kuat
ADI35	44,28 c	Kuat
ADI34	40,99 d	Kuat
BMI33	40,09 e	Kuat
BI41	35,53 f	Sedang
KKI36	32,45 g	Sedang
BI31	32,35 g	Sedang
KKI35	30,48 h	Sedang
BI33	8,79 i	Lemah
BMI31	0,00 j	Tidak memiliki daya hambat
Kontrol	-	Tidak memiliki daya hambat
KK	1.70	-

* Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD 5%

Persentase daya hambat bakteri endofit terhadap *R. solani* tertinggi adalah pada isolat BPI41 sebesar 50,14%. Daya hambat yang ditimbulkan oleh isolat bakteri BPI41 ditandai terdapat zona hambat di sekitar bakteri dan tidak dapat melewati bakteri endofit (Gambar 12). Uji antagonis seluruh perlakuan dapat dilihat pada (Lampiran 7).



Gambar 12. Kemampuan dari bakteri endofit isolat BPI41 menekan pertumbuhan jamur *R. solani*, (A) Kontrol (jamur *R. solani* tanpa bakteri endofit), (B) Isolat BPI41

3. Potensi Bakteri Endofit sebagai Agens Biostimulan pada Bibit Padi

Hasil daya muncul lapang benih padi berkisar antara 74% - 87% (Tabel 5). Isolat bakteri endofit KKI36 dan BMI31 menunjukkan kemampuan daya muncul lapang benih lebih tinggi yaitu 87%. Sedangkan kontrol menunjukkan kemampuan daya muncul lapang lebih rendah yaitu 74%.

Perlakuan bakteri endofit isolat BMI33, BI41, ADI35, BPI41, BMI31, dan BI33 menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan bakteri endofit isolat KKI35, KKI36, BI31, ADI34, BI34, dan ADI37 menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Tinggi bibit padi berkisar antara 13,66 cm – 18,86 cm (Tabel 5). Bakteri endofit isolat BMI33 memberikan pengaruh yang terbaik terhadap tinggi bibit padi yaitu 18,86 cm. Sedangkan kontrol memberikan pengaruh yang rendah terhadap tinggi bibit padi yaitu 13,36 cm. Perbandingan tinggi tanaman dapat dilihat pada (Gambar 13).

Perlakuan bakteri endofit isolat BMI33, BI41, ADI35, BPI41, BMI31, BI33, KKI35, dan ADI34 menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap panjang akar dibandingkan dengan kontrol (Tabel 5). Semua perlakuan isolat bakteri endofit mampu meningkatkan pertumbuhan akar pada bibit padi. Panjang akar bibit padi berkisar antara 10,42 cm – 19,25 cm. Bakteri endofit isolat BMI33 memberikan pengaruh yang terbaik yaitu 19,25 cm. Sedangkan kontrol menunjukkan akar terpendek yaitu 10,42 cm.

Seluruh perlakuan bakteri endofit menunjukkan berbeda nyata terhadap berat basah bibit padi dibandingkan dengan kontrol kecuali isolat BI31 yang tidak berbeda nyata (Tabel 6). Berat basah bibit padi berkisar antara 5,97 gram – 11,03

gram. Bakteri endofit isolat BMI33 menunjukkan berat basah bibit tertinggi yaitu 11,03 g. Sedangkan kontrol menunjukkan berat basah lebih rendah yaitu 5,97 g.

Perlakuan bakteri endofit isolat BMI33, BI41, ADI35, BMI31, dan BPI41 menunjukkan berbeda nyata terhadap berat kering bibit dibandingkan dengan kontrol (Tabel 6). Berat kering bibit padi berkisar antara 4,45 gram – 6,95 gram. Bakteri endofit isolat BMI33 menunjukkan berat kering lebih tinggi daripada perlakuan lainnya yaitu 6,95 gram. Sedangkan kontrol menunjukkan berat kering bibit yang lebih rendah yaitu 4,45 gram.

Tabel 5. Pengamatan bakteri endofit dari benih padi terhadap daya muncul lapang, tinggi bibit, dan panjang akar

Perlakuan	Daya Muncul Lapang (%)	Tinggi Bibit (cm)	Panjang Akar (cm)
BMI33	84.00	18.86 a	19.25 a
BI41	78.00	16.11 ab	16.13 b
ADI35	81.00	17.95 ab	14.90 bc
BPI41	77.00	16.61 abc	13.66 cd
BMI31	87.00	16.47 abc	12.95 de
BI33	74.00	16.25 abc	12.51 def
KKI35	82.00	15.99 bcd	12.30 def
ADI34	83.00	15.76 bcd	12.15 def
KKI36	87.00	15.80 bcd	12.15 efg
BI31	74.00	15.76 bcd	11.55 efg
BI34	78.00	15.66 bcd	11.95 efg
ADI37	84.00	14.04 cd	11.18 fg
Kontrol	74.00	13.36 d	10.42 g
KK	14.02	13.79	10.26

*Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD 5%



Gambar 13. Pengamatan bakteri endofit terhadap pertumbuhan bibit padi, (A) Kontrol, (B) ADI34, (C) BI41, (D) BI33, (E) BPI41, (F) BI34, (G) BI31, (H) BMI33, (I) ADI35, (J) BMI31, (K) KKI35, (L) KKI36, (M) ADI37.

Tabel 6. Pengamatan bakteri endofit dari benih padi terhadap berat basah bibit dan berat kering bibit

Perlakuan	Berat Basah Bibit (g)	Berat Kering Bibit (g)
BMI33	11.03 a	6.95 a
BI41	10.76 a	6.80 a
ADI35	9.09 b	5.48 b
BMI31	8.17 bc	5.44 bc
BPI41	7.86 cd	5.44 bc
BI33	7.60 cde	4.99 bcd
KKI35	7.19 cde	4.66 bcd
ADI34	7.81 cde	5.28 bcd
KKI36	7.44 cde	4.93 bcd
BI34	7.39 cde	4.84 bcd
ADI37	7.06 de	4.55 d
BI31	6.82 ef	4.53 d
Kontrol	5.97 f	4.45 d
KK	10.96	15.02

* Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD 5%

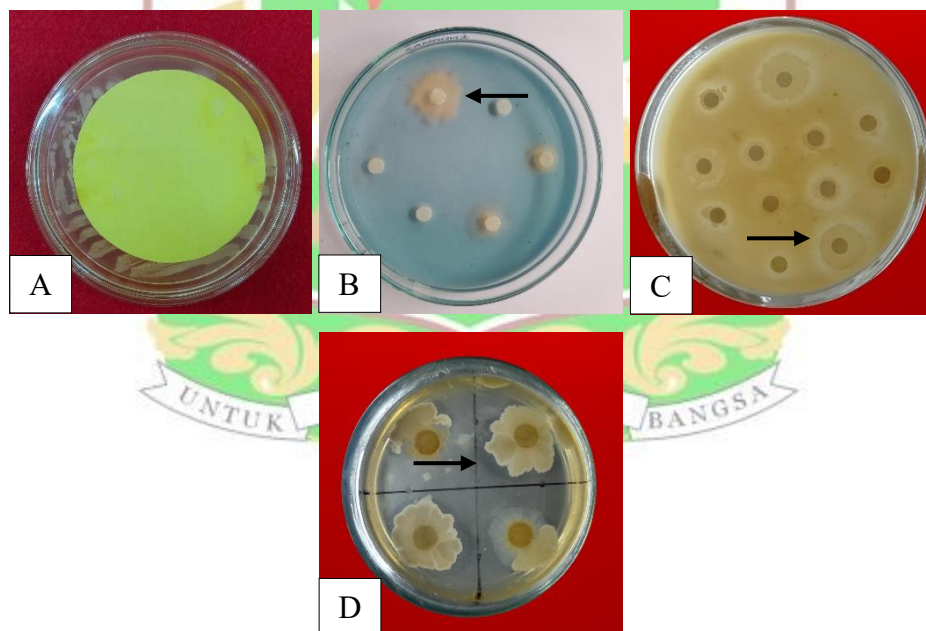
4. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol

Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biokontrol terhadap jamur *Rhizoctonia solani* Khun dapat dilihat pada (Tabel 7). Seluruh isolat bakteri endofit tidak mampu memproduksi HCN setelah diinkubasi selama 7x24 jam di suhu ruang. Berdasarkan uji produksi siderofor didapatkan 11 dari 12 isolat mampu menunjukkan zona jingga di sekitar koloni bakteri endofit. Selanjutnya, terdapat 8 dari 12 isolat bakteri endofit mampu memproduksi enzim protease ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni. Terdapat 2 dari 12 isolat bakteri endofit mampu memproduksi kitinase ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri endofit. Hasil uji karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biokontrol dapat dilihat pada (Gambar 14).

Tabel 7. Karakterisasi potensi bakteri endofit sebagai agens biokontrol pada berbagai media

No	Isolat	Uji Produksi HCN	Uji Produksi Siderodor	Uji Produksi enzim Protease	Uji Produksi Kitinase
1	ADI34	-	+	-	-
2	ADI35	-	+	+	-
3	ADI37	-	+	+	-
4	BI31	-	+	+	-
5	BI33	-	+	-	-
6	BI34	-	+	+	+
7	BI41	-	+	+	-
8	KKI35	-	+	-	-
9	KKI36	-	+	-	-
10	BMI31	-	-	-	-
11	BMI33	-	+	+	-
12	BPI41	-	+	+	+

Keterangan : (-) : Tidak mampu memproduksi
 (+) : Mampu memproduksi



Gambar 14. Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biokontrol pada berbagai media, (A) Produksi HCN pada media CDS, (B) Produksi siderofor pada media SD-CASA, (C) Produksi enzim protease pada media SWCA, (D) Produksi enzim kitinase pada media agar kitin.

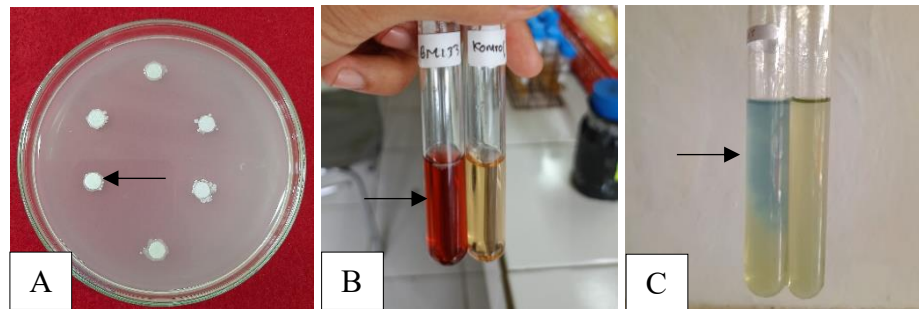
b. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biostimulan

Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biostimulan dapat dilihat pada (Tabel 8). Seluruh isolat tidak mampu menghasilkan pelarut posfat dapat dilihat pada (Gambar 15). Berdasarkan uji produksi IAA didapatkan bahwa 10 isolat mampu memproduksi IAA. Isolat yang mampu memproduksi IAA menunjukkan adanya perubahan warna merah muda di larutan dapat dilihat pada (Gambar 15). Hasil kadar IAA menunjukkan bahwa isolat BMI33 menghasilkan kadar IAA tertinggi sebesar 119,86 ppm dibandingkan dengan isolat lainnya dapat dilihat pada (Tabel 8). Terdapat 8 isolat bakteri endofit yang mampu memfiksasi nitrogen ditandai dengan terdapat perubahan warna menjadi warna biru pada larutan dapat dilihat pada (Gambar 15).

Tabel 8. Kemampuan bakteri endofit dari benih padi sebagai agens biostimulan pertumbuhan tanaman

No	Isolat	Uji Pelarut fosfat	Uji Produksi IAA (ppm)	Uji Fiksasi Nitrogen
1	ADI34	-	33,15	-
2	ADI35	-	58,72	+
3	ADI37	-	-	+
4	BI31	-	-	+
5	BI33	-	24,86	-
6	BI34	-	27,06	+
7	BI41	-	77,45	+
8	KKI35	-	25,26	-
9	KKI36	-	24,82	-
10	BMI31	-	35,52	+
11	BMI33	-	119,86	+
12	BPI41	-	35,87	+

Keterangan : (-) : Tidak mampu memproduksi
 (+) : Mampu memproduksi



Gambar 15. Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman, (A) Pelarut posfat pada media pikovskaya agar, (B) Produksi IAA pada *reagent* salkowsky, (C) Memfiksasi nitrogen pada media NFB semi solid.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan 6 isolat yang menunjukkan kriteria kuat dalam menekan pertumbuhan jamur *R. solani* Khun diantaranya isolat BPI41, BI34, ADI37, ADI35, ADI34, dan BMI33. Dua diantaranya mampu meningkatkan pertumbuhan bibit padi, yaitu BMI33 dan ADI35. Berdasarkan karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biokontrol didapatkan 2 isolat terbaik yang mampu menghasilkan kemampuan sebagai agens biokontrol lebih baik, yaitu BPI41 dan BI34. Kedua isolat tersebut mampu menghasilkan siderofor, protease, dan kitinase. Isolat BPI41, BI34, ADI35, BI41, BMI31, dan BMI33 mampu menghasilkan IAA dan dapat memfiksasi nitrogen lebih baik dibandingkan isolat lainnya. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan isolat bakteri endofit mampu sebagai agens biokontrol dan meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah BPI41, BI34, ADI35, dan BMI33.

Isolat BPI41, BI34, ADI35, dan BMI33 memiliki karakteristik Gram positif. Isolat BPI41 memiliki karakteristik berwarna krem, bentuk koloni circular, tepi koloni entire, dan elevasi koloni flat. Isolat BI34 memiliki karakteristik yang sama dengan isolat BPI41. Isolat ADI35 memiliki karakteristik berwarna kuning, bentuk koloni circular, tepi koloni entire, dan elevasi koloni convex. Isolat BMI33 memiliki karakteristik berwarna krem, bentuk koloni circular, tepi koloni lobate, dan elevasi koloni convex.

B. Pembahasan

Isolasi bakteri endofit dari benih padi diperoleh sebanyak 35 isolat. Keberadaan bakteri endofit melimpah di benih ditandai dengan keseluruhan isolat yang diperoleh memiliki ciri-ciri yang berbeda-beda. Isolasi bakteri endofit dari

benih padi varietas anak daro didapatkan sebanyak 10 isolat, varietas bawaan didapatkan 6 isolat, varietas kuriak kusuik didapatkan 6 isolat, varietas banang pulau didapatkan sebanyak 6 isolat, dan varietas bujang marantau didapatkan sebanyak 7 isolat. Keragaman bakteri endofit dari benih padi memiliki morfologi yang berbeda-beda (Tabel 2). Menurut Yanti *et al.* (2021), keragaman bakteri endofit pada jaringan tanaman dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti, suhu, pH, faktor salinitas, nutrisi dan juga pertumbuhan tanaman. Keragaman bakteri endofit dari benih padi memiliki keunggulan daripada bagian tanaman lainnya. Bakteri endofit di benih padi dapat dengan cepat mengkolonisasi karena persaingannya lebih sedikit dibandingkan di akar. Sehingga bakteri endofit yang berada di benih dapat dengan cepat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Shahzad *et al.*, 2017).

Setelah dilakukan uji keamanan hayati seperti uji hipersensitif, uji patogenisitas, dan uji hemolisis diperoleh 12 isolat terpilih yang merupakan bakteri non patogen terhadap tanaman, hewan dan manusia. Sehingga isolat tersebut berpotensi sebagai agens hayati untuk menekan penyakit hawar pelepah (*R. solani*) pada tanaman padi. Menurut Pasaribu (2019) bahwa sifat non patogen terhadap tanaman, hewan, dan manusia merupakan syarat utama yang harus dipenuhi dalam agens hayati, hal tersebut bertujuan untuk menjaga keamanan pangan dan kesehatan.

Isolat bakteri endofit dari benih padi mampu menghambat pertumbuhan *R. solani* sebagai penyebab penyakit hawar pelepah padi. Hal ini karena bakteri endofit tersebut menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat antimikroba dan enzim yang dapat melisis dinding sel patogen. Dari hasil didapatkan 6 isolat bakteri endofit yang berpotensi dalam menekan pertumbuhan *R. solani*, yaitu BPI41, BI34, ADI37, ADI35, ADI34, dan BMI33. Isolat bakteri endofit BPI41 memiliki kemampuan daya hambat yang lebih tinggi terhadap *R. solani* sebesar 54,60% dengan kriteria kuat. Kemampuan isolat bakteri endofit dalam menghambat *R. solani* diduga disebabkan oleh mekanisme antibiosis yang dihasilkan oleh bakteri endofit. Selain itu, bakteri endofit mampu memproduksi siderofor, protease, dan kitinase. Senyawa-senyawa ini merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan bakteri endofit dalam menekan pertumbuhan patogen. Hasil penelitian Purkayastha

et al. (2018) bahwa kemampuan menghambat bakteri endofit mampu menghasilkan beberapa antibiosis seperti kitinase, lipase, protease, selulase, IAA dan siderophore yang dapat digunakan dalam bioteknologi pertanian.

Bakteri endofit dalam menghambat jamur patogen *R. solani* dilakukan pengujian siderofor. Hasil uji siderofor didapatkan 11 isolat mampu menghasilkan siderofor ditandai dengan adanya perubahan warna pada media CAS dari biru menjadi jingga. Menurut Sriyanti *et al.* (2015) bahwa kemampuan agens hayati dalam menghambat patogen umumnya melibatkan satu atau lebih mekanisme, seperti produksi enzim, toksin, persaingan ruang dan nutrisi, serta produksi siderofor. Sasirekha & Srividya (2016) bahwa siderofor atau senyawa penghelat besi adalah molekul yang disekresikan oleh bakteri dalam kondisi stres akibat kekurangan zat besi (Fe) di lingkungan atau tanah. Tanaman tidak memiliki kemampuan dalam menghelat besi secara langsung dari tanah karena kelarutan Fe^{3+} yang rendah sebab terendap di dalam tanah dalam bentuk oksida atau hidroksida. Siderofor yang disekresi oleh bakteri dalam bentuk hidrosimat dan catecholate mampu menghelat Fe tidak larut menjadi larut melalui mekanisme mineralisasi dan skuestrasi sehingga mampu menjadikannya tersedia bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Pahari *et al.*, 2017).

Kemampuan isolat bakteri endofit dalam memproduksi protease didapatkan ADI35, ADI37, BI31, BI34, BI41, BMI33, dan BPI41 menunjukkan mampu memproduksi protease ditandai dengan adanya zona bening di sekeliling pertumbuhan bakteri endofit. Hal ini disebabkan karena bakteri endofit mampu menghidrolisis kasein dari susu skim sebagai sumber N, sehingga zona bening di sekeliling isolat terbentuk. Enzim protease adalah enzim yang mampu menghidrolisis atau memecah molekul protein dan hal tersebut dapat menghambat patogen (Suhartono & Artika, 2017). *Bacillus spp.* menghasilkan enzim protease dan memiliki potensi sebagai agens bikontrol dari serangan *Pyricularia oryzae* pada tanaman padi (Rais *et al.*, 2017)

Kemampuan isolat bakteri endofit dalam memproduksi kitinase didapatkan isolat BPI41 dan BI34 mampu memproduksi kitinase. Enzim kitinase merupakan enzim yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi kitin. Kemampuan bakteri

tersebut memiliki potensi untuk menghambat serangan jamur patogen tanaman dengan membuat kitin menjadi sumber nitrogen dan karbon (Prasetya *et al.*, 2018).

Bakteri endofit dari benih padi juga memiliki kemampuan sebagai agens biostimulan. Hal tersebut dibuktikan bahwa bakteri endofit memiliki pengaruh berbeda nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Isolat BMI33, BI41, dan ADI35 mampu meningkatkan tinggi bibit tanaman padi lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Isolat BMI33, BI41, dan ADI35 mampu meningkatkan panjang akar bibit padi lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Ketiga isolat tersebut juga mampu meningkatkan berat basah bibit padi dan berat kering bibit padi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena bakteri tersebut memiliki kemampuan menghasilkan IAA dan dapat memfiksasi nitrogen.

Menurut Etesami & Glick (2024) bahwa hormon IAA merupakan fitohormon utama, tidak hanya memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tetapi juga memainkan peran penting dalam mengendalikan patogen tanaman. Hormon IAA memainkan peran penting dalam pemacu pertumbuhan tanaman seperti pembelahan sel, diferensiasi sel dan perkembangan buah-buahan (Wu *et al.*, 2021). Penyebab bakteri edofit mampu dalam meningkatkan pertumbuhan bibit padi diduga dikarenakan memiliki kemampuan dalam memfiksasi nitrogen. Menurut Luo *et al.* (2021) bahwa bakteri yang mampu memfiksasi nitrogen merupakan kemampuan bakteri untuk mengubah nitrogen di atmosfer menjadi amonia. Tanaman membutuhkan unsur nitrogen untuk pertumbuhan tanaman. Kebutuhan unsur nitrogen dapat dipenuhi oleh bakteri yang mampu memfiksasi nitrogen (Sapalina *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil kemampuan isolat bakteri endofit dalam produksi IAA secara kualitatif didapatkan seluruh isolat mampu memproduksi IAA kecuali isolat ADI37 dan BI31. Menurut Kholida (2016) bahwa kemampuan bakteri dalam menghasilkan IAA ditunjukkan dengan warna kemerahan pada isolat tersebut. Larosa *et al.* (2013) bahwa faktor yang memengaruhi reaksi antara IAA dengan reagen Salkowski adalah cahaya, jika terdapat cahaya masuk maka bisa merusak reaksi warna yang terjadi ketika produksi IAA.

Hasil uji isolat bakteri endofit dalam memfiksasi nitogen secara kualitatif didapatkan isolat BMI33, BI41, ADI35, ADI37, BI31, BI34, BMI31, dan BPI41

mampu memfiksasi nitrogen ditandai dengan adanya perubahan warna pada isolat menjadi warna biru. Hal tersebut disebabkan karena isolat tersebut mampu menambat nitrogen dari udara, sehingga lingkungan sekitar bersifat lebih alkali yang ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi hijau kebiruan hingga biru (Hingole & Pathak, 2016). Menurut Sapalina *et al.* (2022) bahwa nitrogen organik tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman dan perlu diubah menjadi amonium atau nitrat dengan bantuan bakteri yang memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen.

Hasil penelitian yang telah dilakukan ini diperoleh 4 isolat memiliki potensi dalam menghambat *R. solani* dan meningkatkan pertumbuhan bibit padi, yaitu isolat BPI41, BI34, ADI35, dan BMI33. Hal tersebut dibuktikan dengan pengujian bakteri endofit dalam menghasilkan siderofor, protease, kitinase, memproduksi IAA serta mampu memfiksasi nitrogen. Keempat isolat tersebut merupakan bakteri dengan Gram positif. Isolat BPI41 memiliki karakteristik berwarna krem, bentuk koloni circular, tepi koloni entire, dan elevasi koloni flat. Isolat BI34 memiliki karakteristik yang sama dengan isolat BPI41. Isolat ADI35 memiliki karakteristik berwarna kuning, bentuk koloni circular, tepi koloni entire, dan elevasi koloni convex. Isolat BMI33 memiliki karakteristik berwarna krem, bentuk koloni circular, tepi koloni lobate, dan elevasi koloni convex.

Salah satu bakteri dengan Gram positif yang umum adalah bakteri *Bacillus* spp. Kumar *et al.*, (2020) bahwa bakteri dengan genus *Bacillus* merupakan bakteri endofit Gram positif yang banyak ditemukan pada tanaman padi, dan mendominasi dalam mengendalikan jamur patogen pada tanaman padi, hal tersebut disebabkan *Bacillus* mampu menghasilkan enzim yang berfungsi sebagai antifungal dan dapat menghancurkan dinding sel jamur patogen. Won *et al.*, (2019) bahwa *Bacillus* menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel seperti kitinase. Rais *et al.*, (2017) bahwa *Bacillus* dapat memproduksi siderofor dan protease yang dapat menghambat perkembangan *R. solani*. Taruna *et al.* (2024) bahwa bakteri *Bacillus subtilis* mampu menghambat kejadian penyakit layu fusarium dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Bakteri *Bacillus subtilis* mampu mengendalikan infeksi patogen *Bulkholderia glumae* dan meningkatkan hasil bulir pada tanaman padi (Pratama & Sarmila, 2022).

Bakteri endofit dari benih dapat mentransmisi secara vertikal dari benih tanaman induk ke tanaman generasi berikutnya. Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan melindungi dari adanya patogen. Bakteri endofit dapat masuk ke dalam benih melalui embrio atau endosperma. Setelah berada di dalam benih, bakteri endofit dapat berkembang ke jaringan tanaman baru (Frank *et al.*, 2017).



BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terdapat 4 isolat bakteri endofit yang memiliki kemampuan sebagai agens biokontrol dan agens biostimulan yaitu BPI41, BI34, ADI35, dan BMI33 dengan menghasilkan siderofor, enzim protease, dan kitinase dan memiliki kemampuan sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman dengan memproduksi IAA dan memfiksasi nitrogen.

B. Saran

Perlu dilakukan uji secara in planta untuk melihat kemampuan bakteri endofit sebagai penginduksi ketahanan tanaman padi terhadap *Rhizoctonia solani* Khun dan identifikasi bakteri berpotensi dalam penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, I., Shinwari, Z. K., Sikandar, S., & Shahzad, S. (2019). Plant Beneficial Endophytic Bacteria: Mechanisms, Diversity, Host Range and Genetic Determinants. *Microbiological Research*, *221*, 36-49.
- Akber, M. A., Mubeen, M., Sohail, M. A., Khan, S. W., Solanki, M. K., Khalid, R., & Zhou, L. (2023). Global Distribution, Traditional and Modern Detection, Diagnostic, and Management Approaches of *Rhizoctonia solani* Associated With Legume Crops. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 1091288.
- Ali, M., Ali, Q., Sohail, M. A., Ashraf, M. F., Saleem, M. H., Hussain, S., & Zhou, L. (2021). Diversity and Taxonomic Distribution of Endophytic Bacterial Community in the Rice Plant and its Prospective. *International journal of molecular sciences*, *22*(18), 10165.
- Andesmora, E. V., Anhar, A., & Advinda, L. (2019). Kandungan Protein Padi Sawah Lokal di Lokasi Penanaman yang Berbeda di Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, *2*(2).
- Andriyani, Y., & Wiyono, S. (2021). Pola Teknik Budi Daya dan Sifat Kimia Tanah yang Berhubungan dengan Penyakit Blas pada Padi Sawah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *17*(2), 76-82.
- Asmoro, P. P. (2019). Bakteri Endofit dari Tumbuhan Paku-Pakuan sebagai Agens Hayati *Rhizoctonia solani* dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *15*(6), 239-247.
- Badan Litbang Pertanian. 2006. Peraturan Menteri Pertanian tentang Pemupukan N,P, K Padi Sawah. <http://new.litbang.pertanian.go.id/>. Diakses pada 14 Oktober 2023.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Jumlah Produksi Padi 2021-2023. <https://www.bps.go.id/> (diakses 12 mei 2024).
- Basit, A. (2020). Implementasi Algoritma *Naive Bayes* Untuk Memprediksi Hasil Panen Padi. *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, *4*(2), 208-213.
- BKPP Pertanian Aceh. 2009. *Budidaya Tanaman Padi*. Petunjuk Teknis Lapangan. 20 hal.
- Bomfim, C. S. G., da Silva, V. B., Cursino, L. H. S., Mattos, W. D. S., Santos, J. C. S., de Souza, L. S. B., & Fernandes-Júnior, P. I. (2020). Endophytic Bacteria Naturally Inhabiting Commercial Maize Seeds Occupy Different Niches and are Efficient Plant Growth-Promoting Agents. *Symbiosis*, *81*, 255-269.

- Cappuccino JG & N. Sherman. (2014). *Microbiology A Laboratory Manual* (Tenth Edition). San Fransisco: Pearson Education, Inc, Publishing as Benjamin Cummings. 1-567.
- Chen, L., Wu, Y. D., Chong, X. Y., Xin, Q. H., Wang, D. X., & Bian, K. (2020). Seed-Borne Endophytic *Bacillus velezensis* LHSB1 Mediate the Biocontrol of Peanut Stem Rot Caused by *Sclerotium rolfsii*. *Journal of Applied Microbiology*, 128(3), 803-813.
- Choudhary, P., Rai, P., Yadav, J., Verma, S., Chakdar, H., Goswami, S. K., & Saxena, A. K. (2020). A Rapid Colorimetric LAMP Assay for Detection of *Rhizoctonia Solani* AG-1 IA Causing Sheath Blight of Rice. *Scientific Reports*, 10(1), 22022.
- Dewi, O. R. (2020). The Effect of Chitosan in Suppressing the Development of the Sheath Blight Disease (*Rhizoctonia solani* Khun) on Rice (*Oryza sativa* L.). *CROPSAVER-Journal of Plant Protection*, 3(1), 8-16.
- Djaenuddin, N., & Muis, A. (2017). Efektivitas Biopestisida *Bacillus Subtilis* Bnt 8 dan Pestisida Nabati untuk Pengendalian Penyakit Hawar Pelepah dan Upih Daun Jagung. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 17(1), 53-61.
- Dowarah, B., Agarwal, H., Krishnatreya, D. B., Sharma, P. L., Kalita, N., & Agarwala, N. (2021). Evaluation of Seed Associated Endophytic Bacteria From Tolerant Chilli cv. Firingi Jolokia for Their Biocontrol Potential Against Bacterial Wilt Disease. *Microbiological Research*, 248, 126751.
- Elviasari J, Rusli R, dan Ramadhan AM, 2016. Isolasi Jamur Endofit Daun Beluntas (*Pluchea indica* (L.) Less). *Jurnal Sains dan Kesehatan*; 1(3): 126-130.
- Etesami, H., & Glick, B. R. (2024). Bacterial indole-3-acetic acid: A key regulator for plant growth, plant-microbe interactions, and agricultural adaptive resilience. *Microbiological Research*, 127602.
- Fajarfika, R. (2021). Potensi *Trichoderma spp.* dalam Pengendalian Penyakit Hawar Pelepah Padi (*Rhizoctonia solani*) secara *In Vivo*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 1-8.
- Fauzan, A. H. N. (2023). *Introduksi Konsorsium Bakteri Endofit Untuk Pengendalian Penyakit Hawar Pelepah oleh Rhizoctonia solani Kuhn pada Tanaman Padi Oryza sativa L* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Feng, S., Shu, C., Wang, C., Jiang, S., & Zhou, E. (2017). Survival of *Rhizoctonia solani* AG-1 IA, the Causal Agent of Rice Sheath Blight, under Different Environmental Conditions. *Journal of Phytopathology*, 165(1), 44-52.
- Fiddin, A., Sutrawati, M., Bustamam, H., Ganefianti, D. W., & Sipriyadi, S. (2021). Penyakit Tungro Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) di Kecamatan Taba

- Penanjung: Insidensi Penyakit dan Deteksi Virus Secara Molekuler. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 37-45.
- Fitriyah, D., Ubaidillah, M., & Oktaviani, F. (2020). Analisis Kandungan Gizi Beras dari Beberapa Galur Padi Transgenik Pac Nagdong/Ir36. *ARTERI: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 1(2), 154-160.
- Frank, A. C., Saldierna Guzmán, J. P., & Shay, J. E. (2017). Transmission of bacterial endophytes. *Microorganisms*, 5(4), 70.
- Galambos, N., Compant, S., Wäckers, F., Sessitsch, A., Anfora, G., Mazzoni, V., & Perazzolli, M. (2021). Beneficial Insects Deliver Plant Growth-Promoting Bacterial Endophytes Between Tomato Plants. *Microorganisms*, 9(6), 1294.
- Gond, S. K., Bergen, M. S., Torres, M. S., & White Jr, J. F. (2015). Endophytic *Bacillus* spp. Produce Antifungal Lipopeptides and Induce Host Defence Gene Expression In Maize. *Microbiological research*, 172, 79-87.
- Gunawan, S., Budi, I. S., & Mariana, M. (2023). Aplikasi Pestisida Nabati dan Trichokompos terhadap Penyakit Bercak Daun (*Cercospora oryzae*) pada Padi Beras Merah di Lahan Basah. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 6(2), 621-629.
- Habazar, T., Resti, Z., Yanti, Y., Trisno, J., & Diana, A. (2012). Penapisan bakteri endofit akar kedelai secara *in planta* untuk mengendalikan penyakit pustul bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 8(4), 103-103.
- Hamdani, S., Asstiyani, N., Astriany, D., Singgih, M., & Ibrahim, S. (2019). Isolation and identification of proteolytic bacteria from pig sludge and protease activity determination. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 230, No. 1, p. 012095). IOP Publishing.
- Hamzah, P., Subandiyah, S., Wibowo, A., & Farhanah, A. (2021). Variabilitas Morfologi *Rhizoctonia Solani* Penyebab Penyakit Hawar Pelepah Padi di Sulawesi Selatan. *Jurnal Agrisistem*, 17(1), 40-45.
- Hendrival, Latifah, & Nafsiah. (2019). Dampak Nitrogen terhadap Penyakit Blas Daun dan Komponen Hasil Padi. *Jurnal Agrista* 23(1), 15-24.
- Herawati, 2012. *Budidaya Padi*, Javalitera. Yogyakarta.
- Hingole, S. S., & Pathak, A. P. (2016). Saline soil microbiome: A rich source of halotolerant PGPR. *Journal of crop Science and biotechnology*, 19, 231-239.

- Inagaki, K. (2001). Outbreaks of Rice *Sclerotium* Diseases in Paddy Fields and Physiological and Ecological Characteristics of These Causal Fungi. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture-Meijo University (Japan)*. 37, 57-66
- IRRI International Rice Research Institute. (2014). Standard Evaluation System. Los Banos (PH): IRRI.
- IRRI. 1996. Bacterial Leaf Blight. (Online). http://www.knowledgebank.irri.org/riceDoctor_MX/Fact_Sheets/DiseasesBacterial_Leaf_Blight.htm
- Itsnaini, Supiyani, S., & Gutomo, H. S. (2019). Biological Characterization of Isolates of the *Rhizoctonia solani* Fungus in Rice (*Oryza sativa*) from Karanganyar District, Indonesia. *Asian Journal of Tropical Biotechnology*, 16(2).
- Karim, H. A., & Aliyah, M. (2019). Evaluasi Penentuan Waktu Tanam Padi (*Oriza sativa* L.) Berdasarkan Analisa Curah Hujan dan Ketersediaan Air pada Wilayah Bedungan Sekka-Sekka Kabupaten Polewali Mandar. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 3(2), 41-46.
- Khaeruni, A., A. Rahim, S. Syair, A. Adriani. 2014. Induksi Ketahanan terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi di Lapangan Menggunakan Rizobakteri Indigenos. *Jurnal HPT Tropika* 14 (1): 57-63.
- Kholida F.T, Ulaika E. (2016). Potensi Azotobacter sebagai Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2): E75-E77
- Klement, Z., Rudolph, K., and Sand, D. C. (1990). *Methods in Phytopathology*. Hungary: Akademia Kiado.
- Kouzai, Y., Kimura, M., Watanabe, M., Kusunoki, K., Osaka, D., Suzuki, T., & Noutoshi, Y. (2018). Salicylic Acid-Dependent Immunity Contributes to Resistance Against *Rhizoctonia solani*, A Necrotrophic Fungal Agent Of Sheath Blight, in Rice and *Brachypodium* Distachyon. *New phytologist*, 217(2), 771-783.
- Krishnamoorthy, A., Agarwal, T., Kotamreddy, J. N. R., Bhattacharya, R., Mitra, A., Maiti, T. K., & Maiti, M. K. (2020). Impact of Seed-Transmitted Endophytic Bacteria On Intra-and Inter-Cultivar Plant Growth Promotion Modulated by Certain Sets of Metabolites in Rice Crop. *Microbiological research*, 241, 126582.
- Kumar, K., Verma, A., Pal, G., Anubha, White, J. F., & Verma, S. K. (2021). Seed Endophytic Bacteria of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.) Promote Seedling Development and Defend Against A Fungal Phytopathogen. *Frontiers in Microbiology*, 12, 774293.

- Kumar, M. A. N. O. J., Singh, V., Singh, N., & Vikram, P. (2008). Morphological and Virulence Characterization of *Rhizoctonia solani* Causing Sheath Blight of Rice. *Environ Ecol*, 26(3), 1158-1166.
- Kumar, V., Jain, L., Jain, S.K., Chaturvedi, S. and Kaushal, P., (2020). Bacterial Endophytes of Rice (*Oryza sativa* L.) and Their Potential for Plant Growth Promotion and Antagonistic Activities. *South African Journal of Botany*, 134: 50-63.
- Larosa. SF., E., Kusdiyantini., B., Raharjo., A. Sarjiya. (2013). Kemampuan isolat bakteri penghasil Indole Acetic Acid (IAA) dari tanah gambut sampit Kalimantan Tengah. *Jurnal Biologi*, 2 (3): 41-54.
- Lengkong, S. C., Siahaan, P., & Tangapo, A. M. (2022). Analisis Karakteristik dan Uji Bioaktivitas Bakteri Rizosfer PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Isolat Kalasey. *Jurnal Bios Logos*, 12(2), 104-113.
- Luo, X., Keenan, T. F., Chen, J. M., Croft, H., Colin Prentice, I., Smith, N. G., & Zhang, Y. (2021). Global variation in the fraction of leaf nitrogen allocated to photosynthesis. *Nature Communications*, 12(1), 4866.
- Mardhiana, A.P. Pradana, M. Adiwena, D. Santoso, & R. Wijaya. (2017). Use of Endophytic Bacteria from Roots of *Cyperus rotundus* for Biocontrol of *Meloidogyne Incognita*. *Biodiversitas* 18(4): 1308–1315.
- Meirani, I. Parwanayoni, N. M. S., & Suriani, N. L. (2023). Daya Hambat Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Rhizoctonia Solani* Kuhn. Penyebab Penyakit Hawar Pelepah pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *ISSN*, 45-54.
- Milati L.N, Nuryanto B. (2019). Periode Kritis Pertumbuhan Tanaman Padi Terhadap Infeksi Penyakit Hawar Pelepah dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Gabah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 3(2):61–66.
- Milati, L. N., Nuryanto, B., & Sumarlin, U. (2021). Hubungan Insidensi Penyakit Hawar Pelepah dengan Keparahan Penyakit dan Hasil Produksi Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 17(3), 113-120
- Munif, A., & Wiyono, S. (2012). Isolasi Bakteri Endofit Asal Padi Gogo dan Potensinya Sebagai Agens Biokontrol dan Pemacu Pertumbuhan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 8(3), 57-57.
- Muyasir. 2012. Efek Jarak Tanam, Umur, dan Jumlah Bibit terhadap Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan* 1:207-212.
- Nurkatika, R., S. Ilyas, M. Machmud. (2017). Aplikasi Agenss Hayati untuk Mengendalikan Hawar Daun Bakteri pada Produksi Benih Padi. *J. Agron. Indonesia* 45(3): 235-242.

- Nuryanto B, Priyatmojo A, Hadisutrisno B, Sunarminto BH. 2010. Hubungan Antara Inokulum Awal Patogen dengan Perkembangan Penyakit Hawar Ujih pada Padi Varietas Ciherang. *JPTI*. 16(2):55–61.
- Nuryanto, B. (2017). Penyakit Hawar Pelepah (*Rhizoctonia Solani*) Pada Padi dan Taktik Pengelolaannya [*Sheath Blight Disease (Rhizoctonia Solani) on Rice and Management Techniques*]. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 21(2), 63-71.
- Nuryanto, B. (2018). Pengendalian Penyakit Tanaman Padi Berwawasan Lingkungan Melalui Pengelolaan Komponen Epidemik. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 1-12.
- Ou, S. H. (1985). *Rice diseases*. Los Banos Laguna. IRRI.
- Pahari, A., Pradhan, A., Nayak, S.K., Mishra, & B.B. (2017). Bacterial siderophore as a plant growth promoter. *Microbial Biotechnology*. 7: 163-180.
- Pal, G., Kumar, K., Verma, A., White, J. F., & Verma, S. K. (2019). Functional Roles of Seed-Inhabiting Endophytes of Rice. *Seed Endophytes: Biology and Biotechnology*, 213-236.
- Pasaribu, S. Y. (2019). Pembuatan Media Pertumbuhan Bakteri dengan Menggunakan Umbi Ubi Jalar Oranye (*Ipomoea Batatas (L.) Lam*) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* dan *Staphylococcus aureus* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Pattern CL & Glick BR. (2002). Role of *Pseudomonas Putida* Indoleacetic Acid in Development of The Host Plant Rootsystem. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 3795–3801.
- Pinski, A., Betekhtin, A., Hupert-Kocurek, K., Mur, L. A., & Hasterok, R. (2019). Defining the Genetic Basis of Plant–Endophytic Bacteria Interactions. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(8), 1947.
- Prasetya, I. A. W., Rayahu, Y. S., & Trimulyono, G. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Kitinolitik Endofit Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) Serta Potensinya dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*. *Jurnal LenteraBio*, 7(1), 1.
- Pratama, T., & Sarmila, S. (2022). Potensi *Bacillus subtilis* dalam Mengendalikan Penyakit Busuk Bulir Bakteri (*Bulkholderia glumae*) Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*). *Tarjih Agriculture System Journal*, 2(1), 95-100.

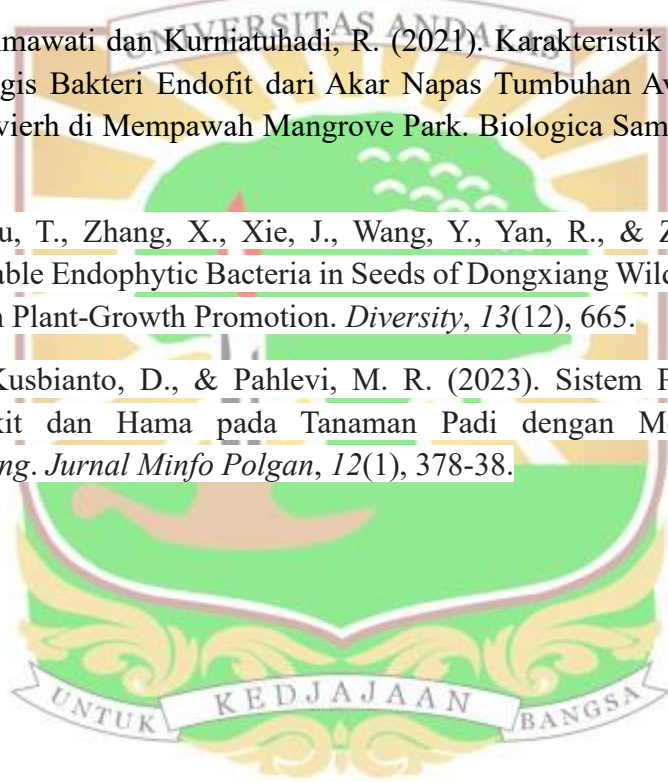
- Purkayastha, G., Mangar, P., Saha, A., & Saha, D. (2018). Evaluation of the biocontrol efficacy of a *Serratia marcescens* strain indigenous to tea rhizosphere for the management of root rot disease in tea. *PloS one*, *13*(2), e0191761.
- Purnawati, A., Harjani, W., and Nirwanto, H. (2019). Selection and Formulation of Endophytic Bacteria as Plant Resistance Elicitor against Wilt Disease of Tomato. *Agrotechnology Research Journal*, *3*(2), 103–106
- Purwadi, P., & Nasyuha, A. H. (2022). Implementasi Teorema Bayes Untuk Diagnosa Penyakit Hawar Daun Bakteri (Kresek) Dan Penyakit Blas Tanaman Padi. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, *9*(4), 777-783.
- Rahma, H., Nurbailis, N. Kristia. (2019). Characterization and Potential of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Rice Seedling Growth and the Effect on *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Jurnal Biodiversitas*. *20*(12): 3654-3661.
- Rahma, H., Zainal, A., Sinaga, M.S., Memen, S., & Giyanto. (2014). Potensi Bakteri Endofit dalam Menekan Penyakit Layu Stewart (*Pantoea stewartii* Subsp. *Stewartii*) pada Tanaman. *J. HPT Tropika*, *14*(2): 121-137.
- Rahmawati, R., & Jailanis, A. (2022). Diagnosa Penyakit Akibat Jamur pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) di Sawah Penduduk Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *saintifika*, *18*(2), 7-7.
- Rais, A., Jabeen, Z., Shair, F., Hafeez, F.Y. & Hassan, M.N., (2017). Bacillus spp., A Bio-Control Agent Enhances The Activity Of Antioxidant Defense Enzymes In Rice Against Pyricularia oryzae. *PLoS One*, *12*(11), p.e0187412.
- Rao NSS. (1994). *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi ke dua. Terjemahan Herawati Susilo. UI Press. Jakarta
- Razali, M.N., Hisham, S. N., Kumar, I. S., Shukla, R. N., Lee, M., Abu Bakar, M. F., & Nadarajah, K. (2021). Comparative Genomics: Insights on the Pathogenicity and Lifestyle of *Rhizoctonia solani*. *International journal of molecular sciences*, *22*(4), 2183.
- Rodríguez, C. E., Antonielli, L., Mitter, B., Trognitz, F., & Sessitsch, A. (2020). Heritability and Functional Importance of the *Setaria Viridis* Bacterial Seed Microbiome. *Phytobiomes Journal*, *4*(1), 40-52.
- Roza, C., Suprihanto, S., Kusdianan, D., Widiarta, I. N., Nuryanto, B., & Rumasa, O. (2021). Ketahanan Varietas dan Aksesori Padi terhadap Virus Kerdil. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *17*(3), 92-102

- Rozen, N., & Kasim, M. (2018). Teknik Budidaya Tanaman Padi Metode SRI (The System of Rice Intensification). *In Rajawali Press, Depok.*
- Safdarpour, F. & Khodakaramian, G., (2019). Assessment Of Antagonistic And Plant Growth Promoting Activities Of Tomato Endophytic Bacteria In Challenging With *Verticillium Dahliae* Under In-Vitro And In-Vivo Conditions. *Biological Journal of Microorganism*, 7(28): 77-90.
- Santos, M. L. D., Berlitz, D. L., Wiest, S. L. F., Schünemann, R., Knaak, N., & Fiuza, L. M. (2018). Benefits Associated With the Interaction of Endophytic Bacteria and Plants. *Brazilian archives of biology and technology*, 61.
- Sapalina, F., Ginting, E. N., & Hidayat, F. (2022). Bakteri penambat nitrogen sebagai agen biofertilizer. *War. Pus. Penelit. Kelapa Sawit*, 27(1), 41-50.
- Saridewi, L. P., Prihatiningsih, N., & Djatmiko, H. A. (2020). Karakterisasi Biokimia Bakteri Endofit Akar Terung Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Pengendali Penyakit Layu Bakteri in *Planta*. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(1), 1-8.
- Sasirekha, B., & Srividya, S. (2016). Siderophore production by *Pseudomonas aeruginosa* FP6, a biocontrol strain for *Rhizoctonia solani* and *Colletotrichum gloeosporioides* causing diseases in chilli. *Agriculture and Natural Resources*, 50(4), 250-256.
- Shahzad, R., Waqas, M., Khan, A. L., Al-Hosni, K., Kang, S. M., Seo, C. W., & Lee, I. J. (2017). Indoleacetic Acid Production and Plant Growth Promoting Potential of Bacterial Endophytes Isolated from Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds. *Acta Biologica Hungarica*, 68(2), 175-186.
- Shan DZ, BC Zhang, QX Ying, ZH Sun, XL He, YZ Liu, J Li, KK Chan, Dan ZX Lin. 2019. Root Associated Endophytic Bacterial Community Composition of *Pennisetum Sinese* from Four Representative Provinces in China. *Microorganism* 7(47): 1-15.
- Shang, X. C., Cai, X., Zhou, Y., Han, X., Zhang, C. S., Ilyas, N., & Zheng, Y. (2021). *Pseudomonas* Inoculation Stimulates Endophytic *Azospira* Population and Induces Systemic Resistance to Bacterial Wilt. *Frontiers in plant science*, 12, 738611.
- Singh, P. P., Shin, Y. C., Park, C. S., & Chung, Y. R. (1999). Biological control of *Fusarium* wilt of cucumber by chitinolytic bacteria. *Phytopathology*, 89(1), 92-99.
- Siregar, M. & Sulardi. (2018). Agribisnis Budidaya Padi. Fakultas Ekonomi Universitas Panca Budi, Medan.
- Sivan, A., & Chet, I. 1986. Biological Control of *Fusarium* Spp. In Cotton, Wheat and Muskmelon by *Trichoderma harzianum*. *Journal of Phytopathology*. 116(1), 39-47.

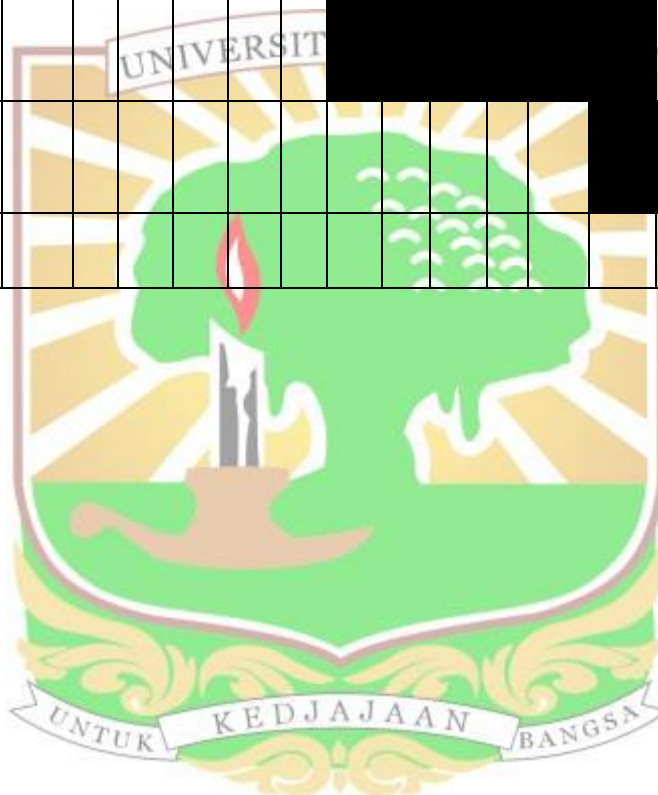
- Sobianti, S., Soesanto, L., & Hadi, S. (2020). Inventarisasi Jamur Patogen Tular-Benih Pada Lima Varietas Padi. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 3(1), 1-15.
- Soenartiningih, M. Akil, dan N.N. Andayani. (2015). Cendawan Tular Tanah (*Rhizoctonia solani*) Penyebab Penyakit Busuk Pelepah pada Tanaman Jagung dan Sorgum dengan Komponen Pengendaliannya. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor*, 87-88.
- Sriyanti, N. L. G., Suprpta, D. N., & Suada, I. K. (2015). Uji keefektifan rizobakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab Antraknosa pada cabai merah (*Capsicum annum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(1), 53-65.
- Sugianto, S. K., Shovitri, M., & Hidayat, H. (2019). Potensi Rhizobakteri Sebagai Pelarut Fosfat. *Jurnal sains dan seni ITS*, 7(2), 71-74.
- Suhartono, S., & Artika, W. (2017). Isolasi dan uji aktivitas protease dari aktinobakteri isolat lokal (AKJ-09) Aceh. *Jurnal Bioleuser*, 1(3).
- Sulistiyanto, S., Saputri, T. A., & Noviyanti, N. (2022). Deteksi Dini Hama dan Penyakit Padi Menggunakan Metode Certainty Factor. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(1), 48-54.
- Supriyanti, A. (2020). Respons Tanaman Padi Yang di Aplikasi *Bacillus* spp. Terhadap Infeksi Virus Kerdil. Universitas Gadjah Mada. Diunduh dari <http://Etd.Repository.Ugm.Ac.Id/>
- Suslow T, Schroth M, Isaka M. (1982). Application of A Rapid Method for Gram Differentiation of Plant Pathogenic and Saprophytic Bacteria Without Staining. *Am Phytopathol Soc* 72 (7): 917-918.
- Taruna, A., Aini, L. Q., & Syib'li, M. A. (2024). The Potential Of *Bacillus Subtilis* And *Pseudomonas Fluorescens* Bacteria In Inducing The Resistance Of Tomato Plants Against Fusarium Wilt Disease. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 12(2), 111-123.
- Taule, C., Vaz-Jauri, P., & Battistoni, F. (2021). Insights Into the Early Stages of Plant-Endophytic Bacteria Interaction. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37, 1-9.
- Turaidar, V., Reddy, M., Anantapur, R., Krupa, K. N., Dalawai, N., Deepak, C. A., & Kumar, K. H. (2018). Rice Sheath Blight: Major Disease in Rice. *Int J Curr Microbiol Appl*, 7, 976-988.
- Utama, M. Z. H., & Zulman, H. (2015). Budidaya Padi Pada Lahan Marjinal. Penerbit ANDI, Yogyakarta.

- Verma, S. K., & White, J. F. (2018). Indigenous Endophytic Seed Bacteria Promote Seedling Development and Defend Against Fungal Disease in Browntop Millet (*Urochloa ramosa* L.). *Journal of applied microbiology*, 124(3), 764-778.
- Verma, S. K., Kharwar, R. N., & White, J. F. (2019). The Role of Seed-Vectored Endophytes in Seedling Development and Establishment. *Symbiosis*, 78, 107-113.
- Wahyudi, A. T., Meliah, S., & Nawangsih, A. A. (2011). *Xanthomonas oryzae* Pv. *oryzae* Bakteri Penyebab Hawar Daun Pada Padi: Isolasi, Karakterisasi, Dan Telah Mutagenesis dengan Transposon. *Makara Journal of Science*.
- Walascha, A., Febriana, A., Saputri, D., Haryanti, D. S. N., Tsania, R., & Sanjaya, Y. (2021). Review Artikel: Inventarisasi Jenis Penyakit yang Menyerang Daun Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). in *Prosiding Seminar Nasional Biologi*.1(2), pp.471-478.
- Walitang, D. I., Kim, K., Madhaiyan, M., Kim, Y. K., Kang, Y., & Sa, T. (2017). Characterizing Endophytic Competence and Plant Growth Promotion of Bacterial Endophytes Inhabiting the Seed Endosphere of Rice. *BMC microbiology*, 17, 1-13
- Wang, L., Xi, N., Lang, D., Zhou, L., Zhang, Y., & Zhang, X. (2022). Potential Biocontrol and Plant Growth Promotion of an Endophytic Bacteria Isolated From *Glycyrrhiza uralensis* Seeds. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 1-16.
- Wati, C. (2017). Identifikasi Hama Tanaman Padi (*Oriza sativa* L) dengan Perangkat Cahaya di Kampung Desay Distrik Prafi Provinsi Papua Barat. *Jurnal triton*, 8(2), 81-87.
- Wendra, Y., Alwendi, A., Ardi, A., & Aldo, D. (2020). Metode Case Based Reasoning Untuk Identifikasi Penyakit Tanaman Padi. *JURSIMA (Jurnal Sistem Informasi dan Manajemen)*, 8(2), 103-110.
- Widawati, S. (2019). Role of indigenous nitrogen-fixing bacteria in promoting plant growth on post tin mining soil. *Makara Journal of Science*, 23(1), 4.
- Widiantini, F., Yulia, E., & Fiko, D. S. (2022). Penghambatan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* dan Penekanan Serangannya pada Perkecambahan Tanaman Padi oleh Bakteri Endofit Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(2), 75-84.

- Won, S. J., Kwon, J. H., Kim, D. H., & Ahn, Y. S. (2019). The effect of *Bacillus licheniformis* MH48 on control of foliar fungal diseases and growth promotion of *Camellia oleifera* seedlings in the coastal reclaimed land of Korea. *Pathogens*, 8(1), 6.
- Wu, W., Chen, W., Liu, S., Wu, J., Zhu, Y., Qin, L., & Zhu, B. (2021). Beneficial Relationships Between Endophytic Bacteria and Medicinal Plants. *Frontiers in plant science*, 12, 646146.
- Yang, F., Zhang, R., Wu, X., Xu, T., Ahmad, S., Zhang, X., & Liu, Y. (2020). An Endophytic Strain of The Genus *Bacillus* Isolated From The Seeds of Maize (*Zea mays* L.) Has Antagonistic Activity Against Maize Pathogenic Strains. *Microbial pathogenesis*, 142, 104074.
- Yanti, D., Rahmawati dan Kurniatuhadi, R. (2021). Karakteristik Morfologis dan Fisiologis Bakteri Endofit dari Akar Napas Tumbuhan *Avicennia marina* (fork) vierh di Mempawah Mangrove Park. *Biologica Samudra*, 3(2): 166-183.
- Zhang, Z., Liu, T., Zhang, X., Xie, J., Wang, Y., Yan, R., & Zhu, D. (2021). Cultivable Endophytic Bacteria in Seeds of Dongxiang Wild Rice and Their Role in Plant-Growth Promotion. *Diversity*, 13(12), 665.
- Zuraida, V., Kusbianto, D., & Pahlevi, M. R. (2023). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit dan Hama pada Tanaman Padi dengan Metode *Forward Chaining*. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), 378-38.



benih dan bibit padi serta pengamatan pertumbuhan bibit tanaman																			
Karakterisasi bakteri endofit																			
Pengolahan data																			



Lampiran 2. Pembuatan larutan standar *McFarland*

Standar Kekeruhan Larutan *McFarland*

Skala	Perbandingan		CFU (x/ml)
	BaCl ₂ 1%	H ₂ SO ₄ 1%	
<i>McFarland</i>			
0,5	0,05 ml	9,95 ml	
1	0,1 ml	9,9 ml	3
2	0,2 ml	9,8 ml	6
3	0,3 ml	9,7 ml	9
4	0,4 ml	9,6 ml	12
5	0,5 ml	9,5 ml	15
6	0,6 ml	9,4 ml	16
7	0,7 ml	9,3 ml	21
8	0,8 ml	9,2 ml	24
9	0,9 ml	9,1 ml	27
10	1 ml	9 ml	30

Cara kerja

Larutan standar *McFarland* dibuat dengan cara melarutkan BaCl₂ 1% dan H₂SO₄ 1% dalam perbandingan tertentu sesuai dengan skala larutan yang akan digunakan. Kekeruhan larutan *McFarland* setara dengan kepadatan sel bakteri dalam jumlah tertentu. Dalam penelitian ini digunakan larutan standar *McFarland* No. 3 dan 5 untuk tahap pengujian aktivitas antimikroba.

Sumber : Utamy *et al.*, (2021).

Lampiran 3. Komposisi Medium

1. Medium Agar Darah (*Blood Agar*)

Bahan	g/liter
<i>Blood Agar Base</i>	40
<i>Blood Sheep</i>	5%

Cara Kerja

Campurkan *Blood Agar Base* ke dalam 1000 ml aquades steril, kemudian media dipanaskan dengan *hot plate* hingga mendidih lalu dilarutkan hingga larut. Kemudian medium disterilkan dengan *autoclave* pada tekanan 15 lbs (121° C) selama 30 menit. Setelah steril, medium didiamkan hingga suhu mencapai 45°C, lalu ditambahkan darah domba 5% dan dituang dalam cawan petri.

2. Medium Pikovskaya's Agar

Bahan	g/liter
Yeast Extract	0.5
Dextrose	10.0
Calcium Phosphate	5.0
Ammonium Sulphate	0.5
Potassium Chloride	0.2
Magnesium Sulphate	0.1
Manganese Sulphate	0.1
Ferrous Sulphate	0.1
Agar	15.0

Cara Kerja

Suspensikan 31,3 g *Pikovskaya's Agar* dalam 1000 ml air suling. Rebus untuk melarutkan media sepenuhnya dan sterilkan dengan autoklaf pada tekanan 15 lbs. (121°C) selama 15 menit.

3. Media *skim milk+sea water complete (SWC) agar*

Bahan	Banyak
Bakto pepton	5 gram
Yeast extract	0,1 gram

gliserol	0,5 ml
Air laut	75 ml
akuades	25 ml
agar	1,5 gram
Skim milk	1 gram

4. Media kitin agar

Bahan	Banyak
Koloidal kitin	2 gram
Yeast extract	0,05 gram
NaCl	3 gram
(NH ₄),7 H ₂ O	0,7 gram
MgSO ₄	0,01 gram
K ₂ HPO ₄	0,1 gram
Agar	2 gram
Aquades	100

5. Media *Simple Double-Layered Chrome Azurol Sulfonat Agar (SD-CASA)* (Hu & Xu, 2011)

Bahan	Banyak
<i>Chrome Azurol Sulfonat</i>	60,5 gram
<i>Aquades</i>	50 ml
FeCl ₃ .6H ₂ O	1 mmol/L
HCl	10 mol/L

6. Media NFB (nitrogen-free bromthymol blue) semi solid

Bahan	Banyak
DL-malic acid	0,5%
KOH	0,4%
K ₂ HPO ₄	0,05%
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,01%
MnSO ₄ .H ₂ O	0,005%

NaCl	0,002%
CaCl ₂	0,001%
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,005%
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,0002%
Bacto agar	0,175%
bromothymol blue	2 mL of 0.5%



Lampiran 4. Deskripsi Tanaman Padi

A. IR 42

Nomor seleksi	: IR2071-586-5-6-3-4
Asal persilangan	: IR2042/CR94-13
Golongan	: Cere
Umur tanaman	: 135-145 hari
Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi tanaman	: 90 - 105 cm
Anakan produktif	: 20 – 25 batang
Warna batang	: Hijau
Warna daun	: Hijau tua
Muka daun	: Kasar
Posisi daun	: Tegak
Bentuk gabah	: Ramping
Warna gabah	: Kuning bersih, ujung gabah sewarna
Kerontokan	: Sedang
Kerebahan	: Tahan
Tekstur nasi	: Pera
Kadar amilosa	: 27%
Indeks Glikemik	: 58
Bobot 1000 butir	: 23 g
Rata-rata hasil	: 5,0 t/ha
Potensi hasil	: 7,0 t/ha
Ketahanan terhadap Hama Penyakit	: • Tahan wereng coklat biotipe 1 dan 2 • Rentan wereng coklat biotipe 3 • Tahan terhadap hawar daun bakteri, virus tungro dan kerdil rumput • Rentan terhadap hawar pelepah daun • Toleran terhadap tanah masam
Anjuran tanam	: Baik ditanam di lahan sawah irigasi, pasang surut dan rawa
Pemulia	: Introduksi dari IRRI



B. Kuriak Kusuik

Asal	: Sumatera Barat
Golongan	: Cere
Umur tanaman	: ± 155 hari
Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi tanaman	: ± 105cm
Anakan produktif	: ± 36 batang
Warna kaki	: Hijau
Warna telinga daun	: Tidak berwarna
Warna lidah daun	: Tidak berwarna
Warna helai daun	: Hijau
Muka daun	: Kasar
Posisi daun	: Tegak
Daun bendera	: Miring-tegak
Bentuk gabah	: Sedang
Warna gabah	: Kuning keemasan
Kerontokan	: Sedang
Kerebahan	: Tahan
Potensi hasil	: ± 6,6 ton/ha
Rata-rata hasil	: ± 5,5 ton/ha
Berat 1000 butir	: ± 24,98 gram
Tekstur nasi	: Pera
Kadar amilosa	: 27%
Ketahanan terhadap hama penyakit	: Agak tahan hama putih dan hama putih palsu, serta agak tahan neck blast.
Keterangan	: Baik ditanam pada sawah dataran tinggi (600-900m dpl)
Pemulia	: Syahrul Zen



C. Bujang Marantau

Asal	: Plasma nutfah lokal
Golongan	: Cere
Umur tanaman	: 130-140 HSS

Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi tanaman	: 115-120 cm
Jumlah gabah isi per malai	: 155-170 butir
Anakan produktif	: 15-20 batang/rumpun
Warna kaki	: Hijau
Warna batang	: Hijau muda
Warna telinga daun	: Tidak berwarna
Warna lidah daun	: Tidak berwarna
Warna helai daun	: Hijau
Muka daun	: Kasar
Posisi daun	: Miring
Daun bendera	: Miring, lebar dan panjang
Bentuk gabah	: Ramping, agak pendek
Warna gabah	: Kuning jerami
Kerontokan	: Tahan
Kerebahan	: Tahan
Potensi hasil	: 7,7 ton/ha
Rata-rata hasil (KA biji 14%)	: 5,35 ton/ha
Bobot 1000 butir	: 20.50 gram
Tekstur nasi	: Pera
Rendemen beras pecah kulit	: 73.75%
Rendemen beras giling	: 64.75%
Ketahanan terhadap hama penyakit	: Agak rentan terhadap wereng coklat biotipe 1,2 dan 3
Keterangan	: Baik ditanam pada lahan sawah rendah-sedang



D. Banang Pulau

Asal	: Sumatera Barat
Golongan	: Cere
Umur tanaman	: 129-138 hari
Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi tanaman	: 96-122 cm

Jumlah gabah isi per malai	: ± 200 butir
Anakan produktif	: 22-38 batang
Warna kaki	: Hijau
Warna batang	: Hijau
Warna telinga daun	: Tidak berwarna
Warna lidah daun	: Tidak berwarna
Warna helai daun	: Hijau
Muka daun	: Kasar
Posisi daun	: agak tegak
Daun bendera	: Tegak
Bentuk gabah	: Ramping
Kerontokan	: agak mudah rontok
Kerebahan	: Tahan
Potensi hasil	: 6,5 ton/ha
Rata-rata hasil	: 6,03 ton/ha
Berat 1000 butir	: 19,54 gram
Tekstur nasi	: Pera
Rendemen beras giling	: ± 65,22%
Kadar amilosa	: ± 24,22%
Ketahanan terhadap hama penyakit	: Agak rentan terhadap WBC biotipe 1 dan biotipe 3, rentan terhadap WBC biotipe 2, agak tahan terhadap ras patogen blast 033, rentan terhadap ras patogen 073,133, 173, agak rentan terhadap hawar daun bakteri patotipe IV dan VIII
Keterangan	: Baik ditanam pada lahan sawah dataran rendah sampai sedang



E. Bawaan

Asal	: Sumatera Barat
Golongan	: Cere
Umur tanaman	: 135 hari setelah sebar
Bentuk tanaman	: Tegak

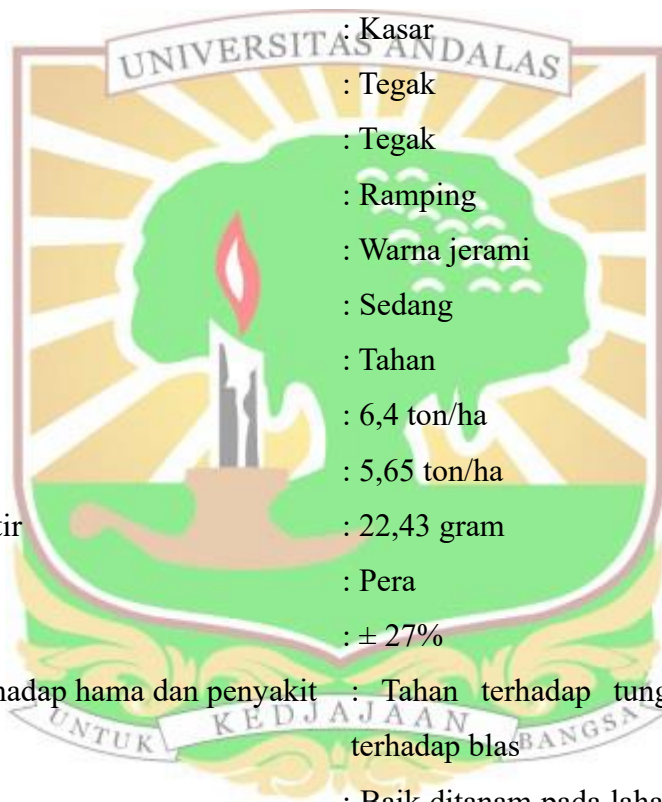
Tinggi tanaman	: ± 107 cm
Jumlah gabah isi per malai	: 171-178 butir
Anakan produktif	: 18 batang
Warna kaki	: Hijau
Warna batang	: Hijau
Warna telinga daun	: Hijau muda
Warna lidah daun	: Tidak berwarna
Warna helai daun	: Hijau
Muka daun	: agak kasar
Posisi daun	: Tegak
Daun bendera	: Tegak
Bentuk gabah	: Ramping
Warna gabah	: Kuning jemari
Kerontokan	: Sedang
Kerebahan	: Agak tahan
Potensi hasil	: ± 6,2 ton/ha
Rata-rata hasil	: ± 5,9 ton/ha
Berat 1000 butir	: ± 25,51 gram
Tekstur nasi	: Pera
Rendemen beras giling	: ± 62,3%
Kadar amilosa	: ± 28,2%
Ketahanan hama & penyakit	: Agak rentan samapai rentan terhadap WBCbiotipe 1,2, 3, agak tahan terhadap hawar daun bakteri patotipe III pada stadia vegetative dan rentan terhadap HDB patotipe
Keterangan	: Baik ditanam pada lahan sawah irigasi dan rawa lebak pada dataran rendah.



F. Anak Daro

Asal	: Sumatera Barat
Golongan	: Cere
Umur tanaman	: 135-145 hari

Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi tanaman	: 105-121 cm
Anakan produktif	: 20-27 batang
Gabah per malai	: 165-225
Warna kaki	: Hijau
Warna batang	: Hijau
Warna telinga daun	: Tidak berwarna
Warna lidah daun	: Tidak berwarna
Warna helai daun	: Hijau
Muka daun	: Kasar
Posisi daun	: Tegak
Daun bendera	: Tegak
Bentuk gabah	: Ramping
Warna gabah	: Warna jerami
Kerontokan	: Sedang
Kerebahan	: Tahan
Potensi hasil	: 6,4 ton/ha
Rata-rata hasil	: 5,65 ton/ha
Berat 1000 butir	: 22,43 gram
Tekstur nasi	: Pera
Kadar amilosa	: ± 27%
Ketahanan terhadap hama dan penyakit	: Tahan terhadap tungro, agak peka terhadap blas
Keterangan	: Baik ditanam pada lahan sawah dataran rendah sampai sedang (ketinggian 600 mdpl)



Lampiran 5. Lokasi Pengambilan Sampel

No	Varietas	Asal	Penangkar
1.	Anak Daro	Kota Solok	KT. Sarumpun Padi
2.	Bujang Merantau	Kab. Tanah Datar	CV. Bijo Padi
3.	Banang Pulau	Kab. Lima Puluh Kota	KT. Sarasah
4.	Kuriak Kusuik	Kab. Agam	KWT. Aur Mekar
5.	Bawaan	Kab. Pesisir Selatan	KP. Setia Kawan

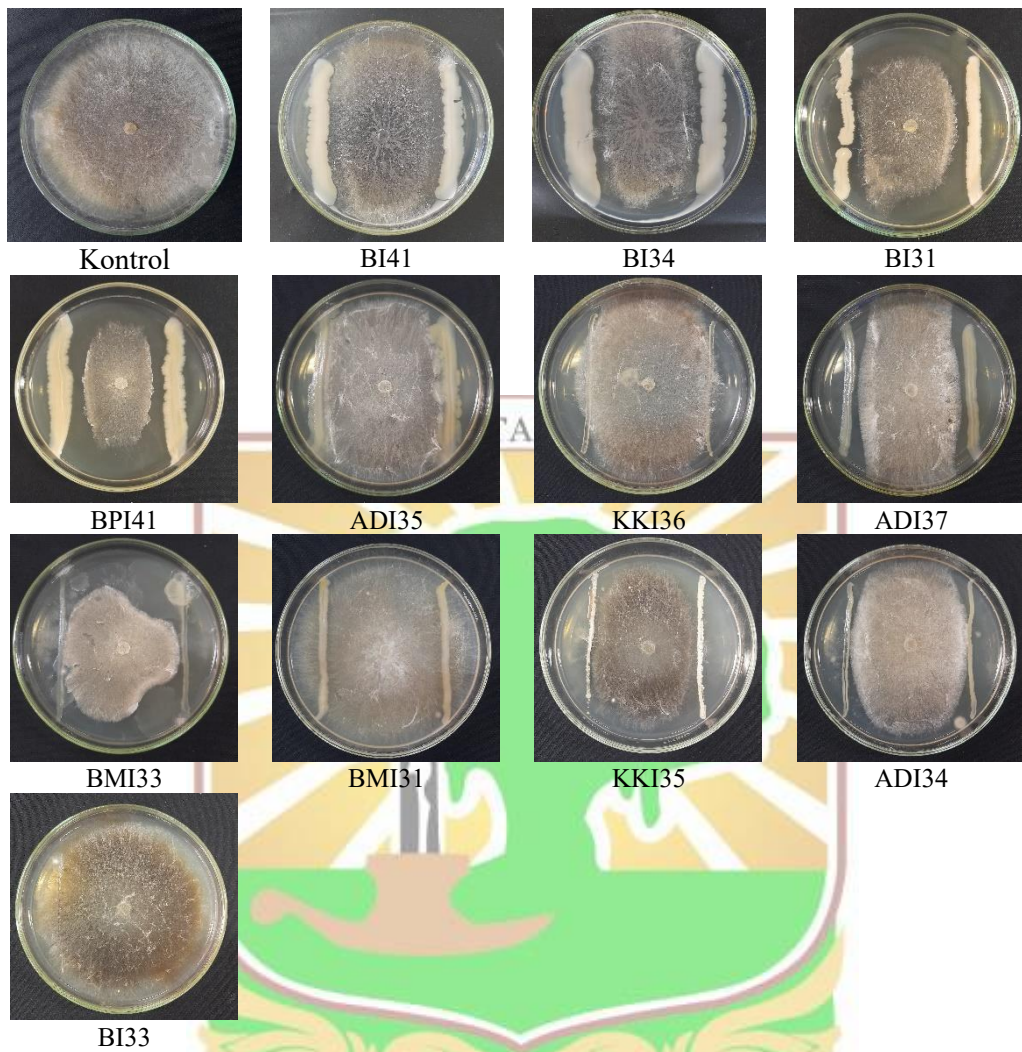


Lampiran 6. Isolat Bakteri Endofit



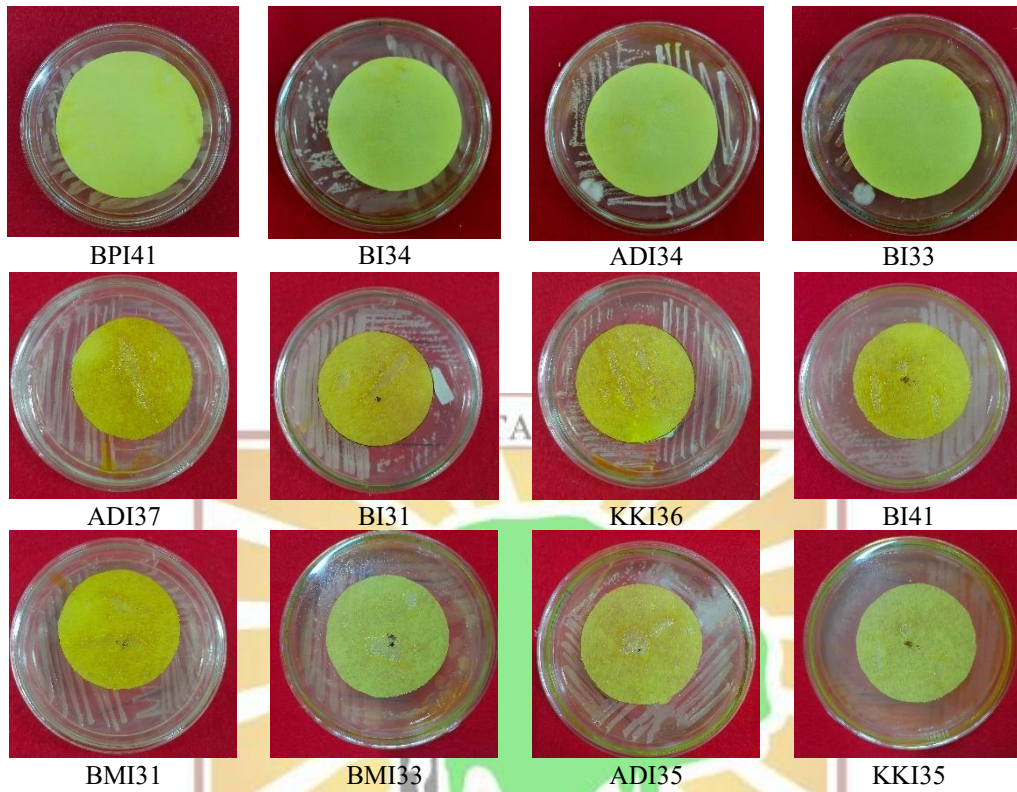
Lampiran 7. Uji Antagonis

Uji Antagonis

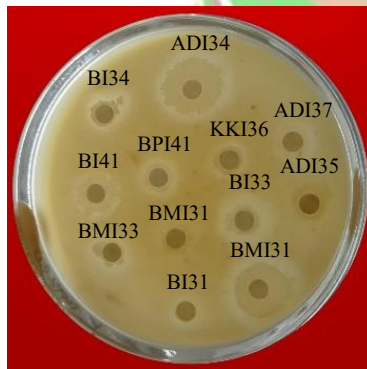


Lampiran 8. Hasil Karakterisasi Biokontrol Bakteri Endofit

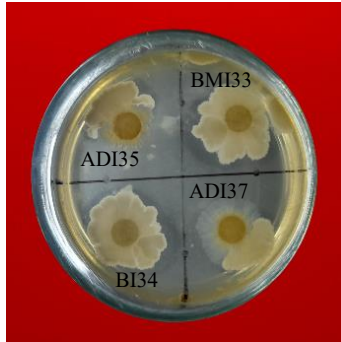
Uji HCN



Uji Protease

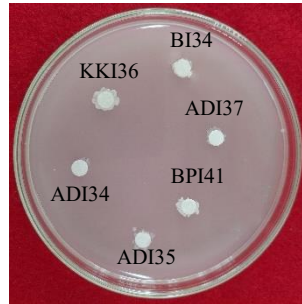
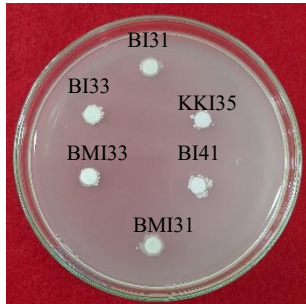


Uji Kitinase

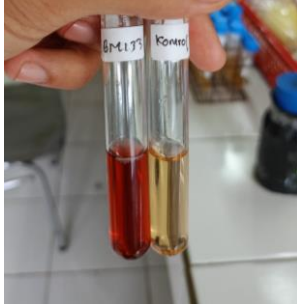
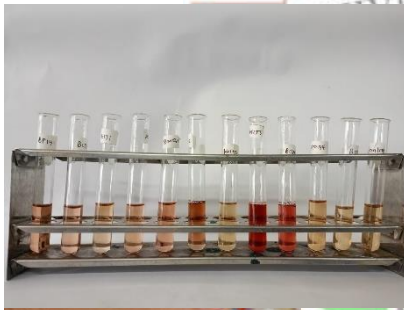


Lampiran 9. Hasil Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biostimulan

Uji Pelarut Posfat



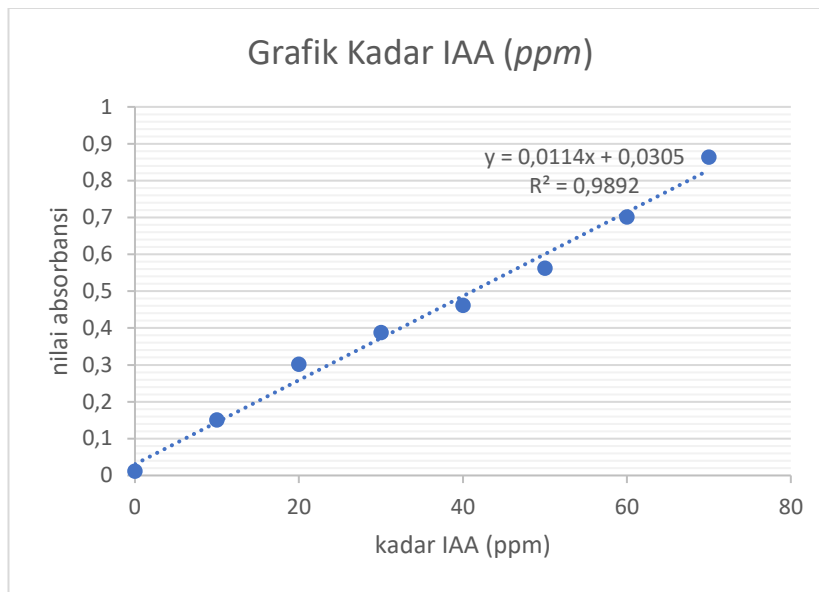
Uji Produksi IAA



Uji Fiksasi Nitrogen



Lampiran 10. Grafik Kadar IAA (ppm)



Lampiran 11. Analisis Sidik Ragam

a. Daya Muncul Lapang

	DF	SS	MS	F	F Tabel
Perlakuan	12	1341.54	111.795	0.88	1.943617
Galat	52	6580.00	126.538		
Total	64	7921.54			

KK=14.02

* : Tidak berbeda nyata

b. Tinggi Bibit

	DF	SS	MS	F	F Tabel
Perlakuan	12	138.269	11.5224	2.31	1.943617
Galat	52	259.810	4.9963		
Total	64	398.079			

KK=13.79

* : Berbeda nyata

c. Panjang Akar

	DF	SS	MS	F	F Tabel
Perlakuan	12	343.829	28.6524	15.8	1.943617
Galat	52	94.451	1.8164		
Total	64	438.280			

KK=10.26

* : Berbeda nyata

d. Berat Basah

	DF	SS	MS	F	F Tabel
Perlakuan	12	129.551	10.7959	18.1	1.943617
Galat	52	31.015	0.5965		
Total	64	160.567			

KK=10.96

* : Berbeda nyata

e. **Berat Kering**

	DF	SS	MS	F	F Tabel
Perlakuan	12	38.7329	3.22774	6.38	1.943617
Galat	52	26.3114	0.50599		
Total	64	65.0443			

KK=15.02

* : Berbeda nyata

f. **Daya Hambat**

	DF	SS	MS	F	F Tabel
Perlakuan	12	11022.9	918.574	23.75	1.943617
Galat	52	20.1	0.387		
Total	64	11043.0			

KK=1.70

* : Berbeda nyata



EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI BEBERAPA VARIETAS BENIH PADI UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT HAWAR PELEPAH (*Rhizoctonia solani* Kuhn) PADA TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

20%

INTERNET SOURCES

12%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

6%

★ text-id.123dok.com

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On