

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN
FAKULTAS PERTANIAN**



**KONSORSIUM BAKTERI ENDOFIT SEBAGAI PENGENDALI
HAYATI PATOGEN DAN PEMACU PERTUMBUHAN
TANAMAN PADI (*Oryza sativa. L*)**

Oleh:

**Dr. Zurai Resti, SP.MP/ 0008017306
Ir. Yenny Liswarni, MP/0024016305
Ir. Martinius, MS/0025055913**

Dibiayai oleh:

**Dana PNPB Fakultas Pertanian Universitas Andalas
Sesui dengan Kontrak Penelitian
No; 01/UN16.1/PP.PNP/Faperta-Unand/2018
Tahun Anggaran 2018**

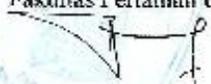
**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
NOVEMBER, 2018**

Uraian Pengesahan Laporan Penelitian

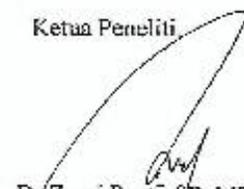
1. Judul Penelitian : Konsorsium bakteri endofit sebagai pengendali hayati Patogen dan pemacu pertumbuhan tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)
2. Nama Rumpon Ilmu : Pertanian
3. Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Dr. Zurai Resti, SP, MP.
 - b. NIDN : 0008017306
 - c. Jabatan Fungsional : Lektor
 - d. Program Studi : Proteksi tanaman
 - e. No HP : 081363454600
 - f. Alamat /E-mail : zuraiRESTI@gmail.com
4. Anggota Peneliti (1)
- a. Nama Lengkap : Ir. Yenny Liswani, MP
 - b. Program Studi : Proteksi Tanaman
 - c. Bidang Ilmu : Fitopatologi
5. Anggota Peneliti (2)
- a. Nama Lengkap : Ir. Martinius, MS
 - b. Program Studi : Proteksi tanaman
 - c. Bidang Ilmu : Fitopatologi
- Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 20.000.000,- (Dua Puluh Juta Rupiah)

Padang, 26 November, 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Andalas


Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSI
NIP. 196412241989032004

Ketua Peneliti


Dr. Zurai Resti, SP, MP
NIP. 197301081999032001

Menyetujui:
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas


Dr. Ir. Munzir Bustamah, MSI
NIP. 196406081989031001

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	ii
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel.....	iv
Daftar Gambar.....	v
Abstrak	vi
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III. METODE PENELITIAN	11
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	22
DAFTAR PUSTAKA	23

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Tinggi, jumlah daun, panjang akar, berat segar dan berat kering bibit padi yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit (30 hss)	16
2. Kejadian dan keparahan penyakit Hawar Daun Bakteri pada tanaman padi yang diintroduksi konsorsium bakteri endofit (60 hst)	18
3. Tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah anakan tanaman padi yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit (60 hst)	19

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Tertumbuhan bibit padi dirumah kawat, A. Tinggi tanaman dan jumlah daun bibit (30 hss), B. Panjang akar bibit padi (30 hss)	17
2. Gambar 2: Gejala penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi A. Gejala lanjut, B. Gejala awal	18
3. Perbandingan pertumbuhan tanaman padi (60 hst) A. Kontrol, B. Perlakuan konsorsium bakteri endofit D (<i>Bacillus</i> sp SJI + <i>S.marcescens</i> isolat JB1E3)	19

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) adalah salah satu tanaman pangan yang penting bagi masyarakat Indonesia. Hal ini disebabkan sebagian besar penduduk Indonesia mengkonsumsi beras sebagai makanan pokok. Sebagai pemasok karbohidrat utama maka produktivitas padi, harus ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia.. Tetapi pasokan beras selalu mengalami fluktuasi karena adanya kendala-kendala produksi di pusat-pusat penghasil beras. Berbagai kendala tersebut diantaranya adalah anomali iklim seperti curah hujan yang tidak menentu dan patogen yang menyerang tanaman padi seperti: *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* yang menyebabkan hawar daun bakteri, *Pyricularia oryzae* yang menyebabkan penyakit Blast, *Helminthosporium oryzae* penyebab bercak daun, *Desclera oryzae* penyebab bercak coklat, Virus tungro, kerdil rumput dan kerdil hampa (Semangun, 2004).

Salah satu cara yang digunakan petani untuk penegndalian patogen yang menyerang tanaman padi adalah dengan pestisida kimia. Akan tetapi aplikasi pestisida yang berlebihan berdampak merugikan bagi mikroba non target dan manusia. Oleh karena itu diperlukan teknologi yang ramah lingkungan. Teknik pengendalian yang direkomendasikan dan dinilai ramah lingkungan untuk penyakit pada tanaman padi ialah pengendalian hayati. Pengendalian hayati didasarkan pada pemanfaatan mikrob antagonis yang dapat bersifat langsung (kompetisi, predasi, dan antibiosis) atau secara tidak langsung melalui induksi ketahanan tanaman inang. Pemanfaatan mikrob endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap beberapa jenis patogen mulai banyak dipelajari. Schulz dan Boyle (2006) menjelaskan bahwa secara umum kolonisasi endofit tanpa munculnya gejala penyakit pada tanaman terjadi karena adanya keseimbangan antagonis antara respons pertahanan tanaman dan tingkat virulensi endofit

Bakteri endofit dapat berperan sebagai agen biokontrol, menekan perkembangan patogen, beberapa jenis nematoda dan serangga melalui mekanisme langsung ataupun tidak langsung. Mekanisme langsung dengan cara menghasilkan senyawa antimikroba, (Wang *et al.*, 2010), siderophor dan enzim litik (Lugtenberg and Kamilova, 2009), berkompetisi dalam memperoleh zat besi, nutrisi dan ruang, serta parasitisme. Secara tidak langsung melalui mekanisme induksi ketahanan sistemik pada tanaman inang. Induksi ketahanan sistemik (*Induced Systemic Resistance* = ISR) adalah interaksi bakteri tertentu dengan akar yang memungkinkan tanaman tersebut mengembangkan ketahanan terhadap patogen potensial (van Loon, 2007) .

Sebagai pemacu pertumbuhan tanaman bakteri endofit dapat berperan sebagai pupuk hayati, rhizoremediators , phytostimulators dan melindungi tanaman dari cekaman abiotik dan stress (*Induced Systemic Tolerance* = induksi toleransi sistemik). Bakteri endofit membantu ketersediaan hara bagi inangnya melalui fiksasi nitrogen dan kemampuan melarutkan fosfat (Lugtenberg and Kamilova , 2009), menyediakan unsur Fe melalui siderophor, dan menghasilkan fitohormon seperti IAA, gibberelin dan sitokinin (Miller and Berg, 2009).

Bakteri endofit sebagai agen biokontrol memiliki kelebihan dibandingkan agen biokontrol lainnya karena keberadaannya dalam jaringan tanaman, sehingga mampu bertahan terhadap tekanan biotik dan abiotik (Hallman *et al.*, 1997). Beberapa jenis bakteri endofit disamping sebagai agen biokontrol, juga sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, seperti *Burkholderia cepacia*, *P. fluorescens*, dan *Bacillus* sp (Kloepper *et al.*, 1999). *Burkholderia* sp. galur PsJN mampu memacu pertumbuhan tanaman anggur (*Vitis vinifera* L.) (Compant *et al.*, 2005). *Bacillus* sp dapat menginduksi ketahanan tanaman kapas terhadap penyakit rebah kecambahyang oleh *Rhizoctonia solani* melalui peningkatan enzim pertahanan tanaman (Rajendran. and Samiyappan, 2008). *Bacillus lentimorbus* Dutky and *Bacillus cereus* Frank. & Frank efektif mengendalikan penyakit karat pada daun kopi (Shiomi. *et al.*, 2006).

Konsorsium bakteri endofit dapat memberikan berbagai mekanisme pengendalian (kompetisi, antibiotik, induksi ketahanan dan lain-lain) secara bersamaan, sehingga akan lebih efektif dalam mengendalikan patogen (James dan Mathew, 2017). Selanjutnya menurut Kumar dan Jagadeesh (2016), Kombinasi mikroorganisme dalam konsorsium dapat mengendalikan berbagai patogen tanaman dengan lebih efektif. Bakteri memiliki lebih dari satu pengaruh menguntungkan terhadap inangnya, dengan mekanisme penekanan penyakit yang berbeda. Menggabungkan strain dengan mekanisme penekanan yang berbeda, dapat mengendalikan patogen dengan lebih efektif.

Hasil skrining bakteri endofit dari tanaman bawang merah terhadap penyakit hawar daun bakteri diperoleh 6 isolat yang potensial sebagai pengendali hayati dan pemacu pertumbuhan. Bakteri endofit tersebut adalah *B. cereus* P14, *B. cereus* Se07, *Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI, *Serratia marcescens* isolat ULG1E2 dan *Serratia marcescens* JB1E3. Memiliki efektifitas penekanan penyakit 28,32 – 64,30 %, dan efektifitas peningkatan hasil 50,65 – 214,85 %, bila diintroduksi secara tunggal (Resti, *et al.* 2013). Bagaimana kemampuannya bila diintroduksi sebagai konsorsium belum pernah diteliti. Kemungkinan konsorsium bakteri endofit ini akan memberikan hasil yang lebih efektif, karena tiap bakteri memiliki potensi yang cukup efektif dalam introduksi secara tunggal. Untuk itu perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam mengenai konsorsium bakteri endofit ini sebagai pengendali hayati untuk patogen tanaman .

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan hal tersebut maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “Konsorsium bakteri endofit sebagai pengendali hayati patogen dan pemacu pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*.L) yang tujuannya adalah mendapatkan konsorsium bakteri endofit yang mampu mengendalikan patogen dan pemacu pertumbuhan tanaman padi.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Patogen Pada Tanaman Padi

Padi merupakan tanaman pangan berupa rumput berumpun. Tanaman ini berasal dari benua Asia dan Afrika Barat tropis dan subtropis. Pertumbuhan tanaman padi dibagi menjadi tiga fase, yaitu vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan bakal malai/primordia), reproduktif (primordia sampai pembungaan), dan pematangan (pembungaan sampai gabah matang). Fase vegetatif ditandai dengan pertumbuhan organ-organ vegetatif, seperti pertumbuhan jumlah anakan, tinggi tanaman, bobot dan luas daun. Fase reproduktif ditandai dengan memanjangnya ruas teratas batang tanaman, matinya anakan yang tidak produktif, munculnya daun bendera, bunting dan pembungaan (Makarim & Suhartatik, 2009). Waktu yang dibutuhkan tanaman dalam melewati fase-fase pertumbuhan berbeda-beda bergantung pada varietas dan kondisi lingkungan (Yoshida, 1981).

Pada saat ini banyak dikenal varietas tanaman padi, dengan berbagai tingkat ketahanan terhadap penyakit tanaman. Varietas padi yang digunakan pada penelitian ini adalah Ciherang. Varietas ini mulai dilepas pada tahun 2000. Padi varietas ini memiliki umur 116-125 hari dengan tinggi tanaman dapat mencapai 107-115 cm. Produksi padi varietas ini dapat mencapai rata-rata 6 ton/ha dengan potensi produksi mencapai 8,5 ton/ha serta bobot 1000 butir mencapai 27-28 gram. Anakan produktif yang dapat dihasilkan padi varietas ini mencapai 14-17 batang. Varietas ini memiliki ketahanan terhadap hama wereng cokelat biotipe 2 dan 3, namun rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB) strain I dan II (Suprihatno et al., 2009).

Sebagai pensuplai karbohidrat utama maka produktivitas padi, harus ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia. Kebutuhan akan beras yang demikian tinggi menyebabkan pasokan beras ke sentrasentra penjualan harus selalu terjaga. Tetapi pasokan beras selalu mengalami fluktuasi atau adanya kendala-kendala produksi di pusat-pusat penghasil beras. Berbagai kendala tersebut diantaranya adalah anomali iklim seperti curah hujan yang tidak menentu dan patogen yang menyerang tanaman padi seperti: *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* yang

menyebabkan hawar daun bakteri, *Pyricularia oryzae* yang menyebabkan penyakit blas, *Helminthosporium oryzae* penyebab bercak daun, *Desclera oryzae* penyebab bercak coklat, Virus tungro, kerdil rumput dan kerdil hampa (Semangun, 2002).

Penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* (Xqq), ini merupakan bakteri yang tersebar luas dan dapat menurunkan hasil panen yang cukup signifikan. Penyakit ini menyerang saat kondisi musim hujan atau musim kemarau yang basah, terutama pada lahan sawah yang selalu tergenang dan kandungan pupuk N tinggi. Xoo dapat menyebabkan dua gejala, yaitu kresak dan hawar. Kresak merupakan gejala yang terjadi pada tanaman yang sudah berumur 30 hari dari persemaian atau yang baru pindah. Daun-daun yang terserang akan berwarna hijau kelabu, melipat dan menggulung. Dalam keadaan parah mampu menyebabkan daun menggulung, layu, dan bias mati, mirip seperti tanaman yang terserang penggerak batang. Sementara hawar merupakan merupakan gejala yang paling umum pada tanaman yang telah mencapai fase tumbuh anakan hingga fase pemasakan.

Penyakit blas yang disebabkan oleh jamur *Magnaporthe grisea* Barr (anamorf *Pyricularia grisea* Sacc., synonym *Pyricularia oryzae* Cav.) (Kato, 2001). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh penyakit ini bervariasi tergantung kondisi lingkungan, yaitu di Jepang antara 1-100% (Kato, 2001), di China sebesar 70% (Chin, 1975). Di Amerika Selatan dan Asia Tenggara penyakit blas menyebabkan gagal panen sebesar 30-50 % (Baker *et al.*, 1997; Scardaci *et al.*, 1997). Sementara di Indonesia Badan Pusat Statistika (2010) melaporkan bahwa ledakan penyakit yang disebabkan oleh *Pyricularia oryzae* diperkirakan mencapai 19.629 hektar dari total luas lahan pertanaman padi Indonesia sebesar 12.833.578 hektar pada tahun 2009. Kemudian persentase tanaman padi yang terserang penyakit blas di Bali yakni Denpasar, Badung, Tabanan dan Gianyar bervariasi antara 21-37% (Suprpta dan Khalimi, 2012).

Salah satu penyakit penting tanaman padi di Indonesia adalah tungro, yang disebabkan oleh kerja sinergis dua jenis virus, yaitu *Rice Tungro Bacilliform Virus* (RTBV) dan *Rice Tungro Spherical Virus* (RTSV) (Tiongco and Sebastian 2008). Penularan dan penyebaran penyakit tungro bergantung pada keberadaan serangga vector utama, yaitu wereng hijau (*Nephotettix virescens*). Tanaman padi yang terinfeksi RTBV dan/atau RTSV akan memperlihatkan gejala yang khas, bergantung pada jenis virus yang menginfeksi. Umumnya, tanaman padi yang terinfeksi kedua virus tersebut menunjukkan gejala kerdil, warna daun menguning sampai oranye yang dimulai dari ujung daun muda, anakan berkurang, malai sedikit atau tidak terbentuk dan gabah yang terbentuk kadang steril, dan perkembangan akar terhambat (Azzam and Chancellor 2002).

2.2. Pengendalian Hayati dengan Konsorsium Bakteri Endofit

Pengendalian hayati merupakan metoda pengendalian hama dan penyakit tanaman yang tidak hanya menekankan pada penurunan kepadatan populasi inokulum, tetapi juga melalui sistim pertahanan tanaman, atau penggunaan organisme antagonis untuk menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen. Pengendalian hayati juga menekankan pada pengelolaan habitat mikroorganisme antagonis, melalui penambahan bahan organik, pergiliran tanaman, dan penguburan sisa tanaman yang sakit. Mekanisme pengendalian hayati yang bersifat langsung meliputi antibiosis, kompetisi, dan parasitisme. Mekanisme tidak langsung meliputi induksi ketahanan tanaman inang (Habazar dan Yaherwandi, 2006).

Peran bakteri endofit sebagai agen pengendali hayati telah banyak dilaporkan (Berg dan Hallmann, 2006), mengurangi severitas penyakit (Kloepper *et al.*, 2004), menginduksi mekanisme pertahanan tanaman (Bakker *et al.*, 2007), menghasilkan senyawa anti herbivory (Sullivan *et al.*, 2007). Mekanisme biokontrol secara langsung meliputi antibiosis, kompetisi untuk nutrisi dan niche, dan secara tidak langsung melalui induksi ketahanan. Bakteri endofit juga dapat pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Bacteria* = PGPB) melalui

kemampuan menghasilkan pupuk hayati, rhizoremediators, phytostimulators dan pengendali stress (Lugtenberg dan Kamilova, 2009).

Secara langsung bakteri endofit dapat menghambat perkembangan patogen melalui kemampuannya menghasilkan antibiotik, kompetisi, menghasilkan siderophor, dan sianida (HCN), agen biokontrol seperti *Pseudomonas* menghasilkan HCN, pyoleutorin, pyrrolnitrin, 2,4 -diacetylphloroglucinol dan phenazine (Lugtenberg dan Kamilova, 2009). Peran masing-masing antibiotik yang dihasilkan oleh agen biokontrol dalam mengendalikan patogen bervariasi pada spesies yang berbeda. Pengendalian *Sclerotinia sclerotiorum* oleh *P.chlororaphis* PA23 terutama disebabkan antibiotik yang dihasilkannya yaitu phenazine - 1 -carboxylic acid, 2 - hydroxyphenazine. Sedangkan, phenazine - 1 - karboksamida yang dihasilkan *P. chlororaphis* mengendalikan busuk buah dan akar tomat oleh *Fusarium oxysporum f. sp. radicis - lycopersici* (Selin *et al.*, 2010). Beberapa senyawa biokimia lainnya yang memiliki aktivitas menghambat patogen adalah asam glukonat, 2 - heksil - 5 - propil resorsinol, munumbicin, dan beberapa VOC (2,3- butanadiol) yang diproduksi oleh agen biokontrol (Backman dan Sikora, 2008).

Bakteri endofit dapat pemacu pertumbuhan tanaman melalui perannya sebagai pupuk hayati, rhizoremediators, phytostimulators dan pengendali stres. Sebagai penghasil pupuk hayati, menyediakan nitrogen bagi tanaman melalui fiksasi nitrogen atmosfer, dan kemampuannya sebagai pelarut fosfat. (Lugtenberg dan Kamilova, 2009). Beberapa bakteri yang memfiksasi nitrogen adalah, *Arthrobacter*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Enterobacter*, *Gluconoacetobacter*, *Herbaspirillum*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Serratia* dan *Zoogloea*. Bakteri *Azotobacter paspali* menghasilkan 20 Kg N per hektar (Baldani dan Baldani, 2005; Reinhold - Hurek dan Hurek, 2011). Penelitian di Brazil menunjukkan, *Rhizobium trifolii* dan *Burkholderia* menyumbangkan 60-80 % nitrogen pada tebu varietas, CB45 - 3, SP70 - 1143 dan Krakatau, sehingga mengurangi penggunaan pupuk kimia (Boddey, 1995).

Peran bakteri endofit sebagai pemacu pertumbuhan tanaman juga karena kemampuannya menghasilkan fitohormon, yaitu auksin, sitokinin, dan giberelin. Beberapa bakteri endofit menghasilkan auksin terutama IAA (Indole Acetic Acid) yang meningkatkan pertumbuhan akar lateral, sehingga meningkatkan serapan hara oleh tanaman (Spaepen *et al.*, 2007). Selain IAA, beberapa bakteri endofit memiliki kemampuan untuk menghasilkan fitohormon lain seperti sitokinin dan giberelin. Sitokinin yang diproduksi oleh *Bacillus megatarium* UMCV1, meningkatkan biomassa *Arabidopsis thaliana*. (López - Bucio *et al.*, 2007). Menariknya, beberapa isolat mampu menghasilkan lebih dari satu fitohormon. Beberapa bakteri yaitu *B. subtilis*, *B. amyloliquifaciens* dan *E. cloacae* meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui produksi senyawa organik volatil (VOC) seperti acetoin dan 2,3-butanadiol (Zhang *et al.*, 2008)

Efektivitas bakteri endofit sebagai pengendalian hayati tergantung pada spesifikasi inang, jumlah populasi, pola kolonisasi inang, kemampuan bergerak dalam jaringan inang, dan kemampuan menginduksi ketahanan secara sistemik (Backman *et al.*, 1997). Contohnya *Pseudomonas* sp strain PsJN, bakteri endofit dari bawang, menekan serangan *Botrytis cinerea* Pers. dan memacu pertumbuhan anggur, menunjukkan bahwa inang yang berbeda juga dapat dikolonisasinya (Barka, *et al.*, 2002). Kolonisasi pada banyak inang juga telah dilaporkan pada species bakteri endofit dan tanaman lain. *Pseudomonas putida* 89B-27 dan *Serratia marcescens* 90-166 menurunkan serangan Cucumber mosaic virus pada tomat dan ketimun (Raupach, *et al.*, 1996), juga menurunkan serangan antraknos dan layu *Fusarium* pada ketimun (Liu, *et al.*, 1995). Bakteri endofit *Bacillus* spp yang berasal dari berbagai jenis sayuran mampu mengurangi severitas penyakit busuk polong pada kakao melalui mekanisme induksi ketahanan sistemik (Melnick, *et al.*, 2008).

Konsorsium bakteri endofit merupakan kumpulan beberapa bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman. Konsorsium terdiri atas dua atau lebih jenis bakteri yang berbeda yang hidup secara simbiotik. Konsorsium mikroba memiliki berbagai keunggulan dibandingkan spesies tunggal, seperti, efisiensi, ketahanan, dan

modularitas. Bakteri yang memiliki lebih dari satu pengaruh yang menguntungkan bagi tanaman, sangat diminati dalam biokontrol. Menggabungkan galur dengan mekanisme penekan penyakit yang berbeda, dapat mengurangi dampak kondisi biotik dan abiotik yang berfluktuasi.. Selain itu, kombinasi semacam itu bisa efektif mengendalikan berbagai jenis patogen tanaman (Kumar dan Jagadeesh, 2016)..

Selanjutnya menurut Kumar dan Jagadeesh (2016), keuntungan konsorsium mikroba sebagai agen biokontrol adalah; bersifat spesifik terhadap inangnya. Memiliki kemampuan untuk berkembangbiak pada sel target. Tidak menimbulkan residu yang bersifat racun, tidak masalah dengan penggunaan proteksi silang. Selain itu teknik pengaplikasiannya lebih sederhana dan pengendaliannya bersifat permanen. Konsorsium juga tidak menimbulkan pencemaran dan lebih ramah lingkungan. Metoda pengendalian dengan konsorsium cocok bila dikombinasikan dengan pengendalian lainnya dalam PHT.

Keefektifan konsorsium dibandingkan dengan isolat tunggal bakteri telah dilaporkan pada berbagai bidang. Molina *et al.* (2009) melaporkan konsorsium bakteri memiliki keefektifan yang tinggi untuk meremidiasi tanah yang terkontaminasi oleh minyak. Pada bidang perkebunan Halimah *et al.* (2015) melaporkan konsorsium bakteri endofit dapat menekan tingkat infeksi nematode *Pratylenchus coffeae*. Selain menekan tingkat infeksi *P. coffeae* konsorsium bakteri endofit juga dilaporkan meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi. Pertumbuhan tajuk dan panjang akar tanaman kopi yang diberi perlakuan konsorsium bakteri endofit mengalami peningkatan. Munif *et al.* (2015) juga melaporkan bahwa konsorsium bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman kehutanan efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Tinggi tanaman, berat segar, dan panjang akar tanaman tomat yang diberi perlakuan bakteri endofit mengalami peningkatan sampai dengan 37%.

Resti (2013) telah memsrining bakteri endofit dari perakaran bawang merah sehat dan memperoleh 6 bakteri endofit yang potensial sebagai pengendali hayati penyakit hawar daun bakteri dan pemacu pertumbuhan dan hasil bawang merah. Enam isolat tersebut memiliki keunggulan dan karakter yang berbeda bila

diaplikasikan secara tunggal. Untuk itu dalam penelitian ini akan dikaji konsorsium dari bakteri endofit tersebut dalam mengendalikan penyakit layu dan meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Lahan sawah milik petani di Kelurahan Tanah Sirah Piai Nan XX Kecamatan Lubuk Begalung Padang, mulai bulan Juli sampai Oktober 2018.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Biakan bakteri endofit, benih padi varietas Cisokan, medium *Nutrien Aga (NA)*, *Nutrien Broth (NB)*, Medium *Potato Dextrosa Agar (PDA)*, Aquades, Alkohol, *Natrium Hipoklorit*, Kertas saring, *aluminium foil*, plastik *wrap*, plastik tahan panas, kertas tissue, tanah steril, pupuk kandang, pupuk Ures. TSP dan KCl, Pot Plastik, Kapas dan *Alluminium foil*.

Alat yang digunakan: cawan petri, tabung reaksi, erlemeyer 125 ml, erlemeyer 250 ml, botol kultur 250 ml, botol kultur 100 ml, *rotary shaker*, *Laminar air flow cabinet*, *Autoclave*, Oven, *magnetic stirrer*, kompor listrik, dandang, jarum suntuk, pipet mikro, pipet tetes, rak tabung reaksi, , *microtube*, cangkul, sekop, alat tulis dan alat dokumentasi.

3.3. Metoda Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap:

1. Tahap pertama adalah persiapan konsorsium bakteri endofit di Laboratorium (Peremajaan isolat, konfirmasi isolat, persiapan konsorsium dan perbanyakan konsorsium untuk ini semi lapang). Isolat bakteri endofit yang digunakan merupakan koleksi dari Dr. Zurai Resti SP. MP.
2. Tahap kedua : Pengujian kemampuan konsorsium bakteri endofit terhadap patogen penyebab penyakit pada tanaman padi. Menggunakan metoda eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) . 6 perlakuan dan 15

ulangan untuk fase persemaian. 6 perlakuan, 5 ulangan di fase penanaman. Perlakuan adalah konsorsium bakteri endofit yaitu:

A : Kontrol (tanpa perlakuan)

B : *S. marcescens* isolat ULG1E4 + *S.marcescens* isolat JB1E3

C ; *Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI

D ; *Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolat JB1E3

E ; *Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI + *S.marcescens* isolat JB1E3

F ; *S. marcescens* isolat ULG1E4 + *S.marcescens* isolat JB1E3 + *Bacillus* sp HI

Data yang didapatkan dianalisa dengan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji lanjut BNT pada taraf nyata 5 %.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4. 1. Persiapan Konsorsium bakteri endofit

a. Peremajaan dan konfirmasi bakteri endofit

Bakteri endofit dari spesies dan galur yang berbeda koleksi Dr. Zurai Resti, diremajakan dengan menggunakan metode gores. Bakteri endofit dari genus *Bacillus* diremajakan pada medium TSA dan genus *Serratia* pada medium NA. Bakteri digores pada medium dan diinkubasi selama 48 jam, selanjutnya dilakukan pengujian Gram dan HR untuk konfirmasi koleksi bakteri.

b. Reaksi Gram

Biakan murni isolat bakteri endofit dibiakkan pada medium NA, satu koloni biakan bakteri yang berumur 2 x 24 jam ditempatkan pada kaca objek dan dicampurkan dengan satu tetes larutan KOH 3 %. Bila hasil campuran tersebut kental menunjukkan bahwa isolat tersebut bersifat Gram negatif, sebaliknya bila encer berarti Gram positif (Schaad *et al.*, 2001).

c. Reaksi Hipersensitif

Suspensi bakteri endofit (10^8 sel/ml) diinfiltrasikan pada permukaan bawah daun tembakau menggunakan jarum suntik dan diinkubasi selama 2x24 jam. Bila tidak terjadi nekrotik dalam waktu 2x24 jam artinya bakteri bersifat HR negatif (Klemen *et al*, 1990).

d. Perbanyak konsorsium bakteri endofit

Bakteri endofit yang kompatibel, dibiakkan dalam medium NB. Konsorsium dibuat dengan mengkombinasikan semua kemungkinan kombinasi yang kompatibel dan dibiakkan dalam medium NB dan diinkubasi pada *rotary shaker* selama 48 jam, kecepatan 150 rpm pada suhu kamar. Konsorsium disiapkan dengan populasi 10^8 cfu/ml

3.4.2. Uji konsorsium bakteri endofit sebagai pemacu pertumbuhan bibit dan tanaman padi

a. Persiapan benih dan media tanam

Media untuk persemaian dan media taman merupakan campuran tanah dan pupuk kandang (2:1 v/v) yang disterilkan. Sterilisasi dilakukan dengan memanaskan campuran tanah dan pupuk kandang pada suhu 100° C selama 1 jam, kemudian didinginkan. Media yang telah steril selanjutnya ditempatkan pada *seed bed* untuk persemaian. Sedangkan untuk penanaman tanah ditempatkan dalam pot plastik ukuran 5 Kg dan disusun pada lahan dengan jarak tanam 10 x 10 cm. . Benih padi yang digunakan adalah Cisokan, yang rentan terhadap penyakit.

b. Persiapan Lokasi penanaman

Pot plastik di tempatkan pada lahan sawah (lahan basah sawah di kelurahan Tanah Sirah Piai nan XX), yang disekitarnya juga ditanami padi. Inokulasi terjadi secara alami. Teknik budidaya disesuaikan dengan kebiasaan petani setempat.

c. Introduksi konsorsium bakteri endofit

Benih padi disterilisasi dengan NaOCl 2% terlebih dahulu, kemudian dibilas dengan akuades steril. Selanjutnya benih direndam dalam 50 ml suspensi konsorsium bakteri endofit dengan kerapatan populasi 10^8 sel/ml selama 15 menit, dikeringanginkan, dan ditanam pada *seed bed* (Resti *et al*, 2013). Benih dipelihara sampai berumur 25 hari, selanjutnya dipindahkan ke pot plastik. Sebelum ditanam akar bibit padi direndam dalam 250 ml suspensi konsorsium bakteri endofit dengan kepadatan populasi 10^8 sel/ml selama 2 jam, (Nandakumar *et al*, 2001) selanjutnya ditanam. Untuk perlakuan kontrol bibit direndam dalam air steril.

d. Inokulasi patogen

Inokulasi patogen terjadi secara alami, mulai dari persemaian sampai panen. Semua jenis patogen yang menginfeksi padi diamati, baik dari kelompok jamur, maupun bakteri.

e. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan gulma dan pengendalian hama secara mekanis.

3.5. Pengamatan

1. Pertumbuhan Bibit Padi

Pengamatan pertumbuhan bibit dilakukan mulai seminggu setelah tanam sampai 30 hari setelah tanam, dengan interval seminggu sekali. Parameter yang diamati adalah tinggi bibit, jumlah daun bibit, panjang akar bibit, berat basah dan berat kering bibit.

2. Kejadian Penyakit (%)

Kejadian penyakit diamati dari munculnya gejala pertama, kejadian penyakit dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Kejadian penyakit} = \frac{\text{Jumlah tanaman yang terserang}}{\text{Jumlah tanaman seluruhnya}} \times 100\%$$

3. Keparahan penyakit (%)

Keparahan penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, Pengamatan dilakukan setiap minggu setelah muncul gejala pada 5 lembar daun pada 5 tanaman uji pada setiap unit perlakuan. Intensitas penyakit hawar daun bakteri dihitung menggunakan metode Abbot (1925) dalam Khaeruni *et al.*,(2014) dengan menggunakan rumus:

$$I = (A/B) \times 100\%$$

dengan:

I = intensitas penyakit (%)

A = panjang daun yang bergejala hawar pada daun sampel

B = panjang keseluruhan daun sampel

4. Pertumbuhan Tanaman padi

Pengamatan pertumbuhan berupa tinggi tanaman, dan jumlah rumpun, yang diamati setiap minggu mulai dari seminggu setelah tanam sampai pertumbuhan konstan

..

5. Analisis Data

Semua data yang diperoleh dianalisis secara statistika menggunakan Analisa Sidik Ragam atau *analysis of variance* (ANOVA) dengan menggunakan uji F dan uji beda antar perlakuan dilakukan berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 0, 05.%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

1. Uji konsorsium bakteri endofit sebagai pemacu pertumbuhan bibit padi di persemaian

Hasil pengamatan terhadap tinggi bibit, jumlah daun, panjang akar, berat segar dan berat kering bibit padi ditampilkan pada tabel 1. Introduksi konsorsium bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan bibit padi sampai 30 hari setelah semai. Tinggi bibit, jumlah daun, panjang akar, berat segar dan berat kering bibit padi yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit berbeda nyata secara statistik.

Tabel 1 : Tinggi, jumlah daun, panjang akar, berat segar dan berat kering bibit padi yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit (30 hss)

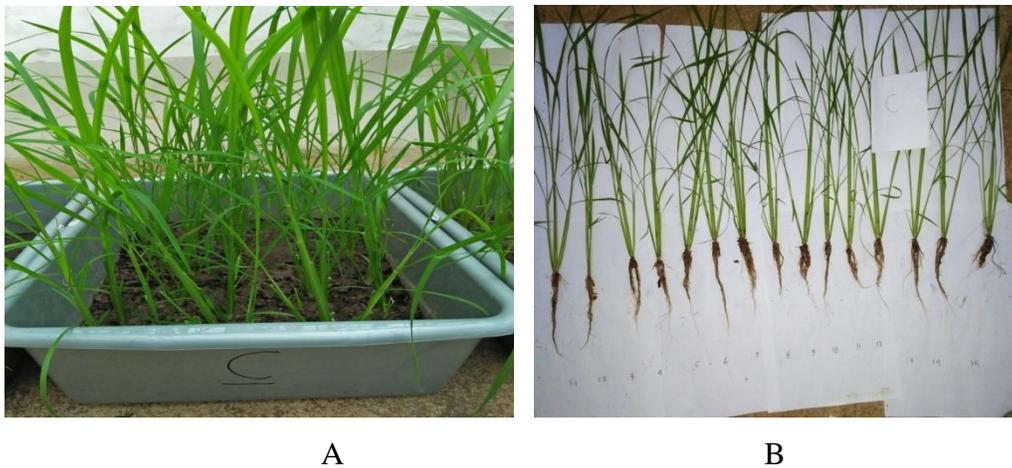
Konsorsium Bakteri Endofit	Pertumbuhan bibit padi					
	Tinggi (cm)	Jumlah daun		Panjang Akar	BS (gr)	BK (gr)
		(helai)	(Cm)	(Cm)		
A	53.600 ab	11.267 a	14.667 a	2.473 ab	0.407 cd	
B	50.467 b	8.867 b	11.867 b	1.926 bc	0.267 e	
C	52.600 ab	11.733 a	12.467 ab	2.340 ab	0.607 a	
D	55.400 a	10.533 ab	13.267 ab	2.720 a	0.467 bc	
E	51.200 b	10.733 ab	13.133 ab	2.773 a	0.560 ab	
F	50.667 b	10.333 ab	11.133 b	1.540 c	0.353 de	

Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT taraf nyata 5 %.

Ket: BS = Berat Segar, BK = Berat Kering

Konsorsium bakteri endofit D (*Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolat JB1E3) meningkatkan tinggi bibit padi terbaik dibandingkan perlakuan konsorsium lainnya, dengan tinggi bibit 55.400 cm (Gambar 1a). Konsorsium bakteri endofit C (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI) meningkatkan jumlah daun bibit padi terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan jumlah daun bibit padi 11.733 helai. Untuk panjang

akar bibit padi perlakuan kontrol, konsorsium C, D dan E tidak berbeda nyata secara statistik (Gambar 1 b). Berat segar bibit padi yang diintroduksi konsorsium bakteri endofit D (*Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolat JB1E3) dan E (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI + *S.marcescens* isolat JB1E3) tertinggi dibandingkan perlakuan dengan konsorsium lainnya, dengan berat segar bibit padi 2.720 gr dan 2.773 gr. Berat kering bibit padi yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit C (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI) tertinggi dibandingkan perlakuan konsorsium bakteri endofit lainnya, dengan berat kering bibit 0.607 gr.



Gambar 1: Tertumbuhan bibit padi dirumah kawat, A. Tinggi tanaman dan jumlah daun bibit (30 hss), B. Panjang akar bibit padi (30 hss)

2. Uji konsorsium bakteri endofit sebagai pengendali hayati penyakit Hawar daun bakteri pada tanaman padi

Gejala penyakit hawar daun bakteri berupa klorosis sepanjang pertulangan daun, mulai dari pinggiran daun (Gambar 2) Introduksi konsorsium bakteri endofit pada tanaman padi dapat menekan serangan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. Persentase kejadian penyakit hawar daun bakteri ditampilkan pada tabel 2 berikut ini. Kemampuan konsorsium bakteri endofit C (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI) dalam menekan kejadian penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi berbeda nyata dibandingkan dengan konsorsium lainnya dan kontrol. Introduksi Konsorsium bakteri endofit C (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI) juga menekan

keparahan penyakit hawar daun bakteri, dengan persentase keparahan penyakit 6,78 % berbeda nyata dengan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 2)..

Tabel 2 : Kejadian dan keparahan penyakit Hawar Daun Bakteri pada tanaman padi yang diintroduksi konsorsium bakteri endofit (60 hst)

Konsorsium Bakteri endofit	Kejadian penyakit Hawar daun Bakteri (%)	Keparahan Penyakit (%)
A	13.91 ab	17.45 a
B	15.20 a	11.65 b
C	9.41 c	6.78 c
D	10.42 bc	7.86 c
E	9.77 bc	7.83 c
F	11.48 abc	7.71 c

Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT taraf nyata 5 %.



Gambar 2: Gejala penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi A. Gejala lanjut, B. Gejala awal

3. Uji konsorsium bakteri endofit sebagai pemacu pertumbuhan tanaman padi

Pertumbuhan tanaman padi yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit ditampilkan pada tabel 3 berikut ini. Konsorsium bakteri endofit B (*S. marcescens* isolat ULG1E4 + *S. marcescens* isolat JB1E3), C (*Bacillus* sp SJI +

Bacillus sp HI), D (*Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolat JB1E3) dan E (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI + *S.marcescens* isolat JB1E3) mampu meningkatkan tinggi tanaman padi berbeda nyata dibandingkan kontrol. Perbandingan tinggi tanaman yang diintroduksi konsorsium bakteri endofit dan kontrol ditampilkan pada gambar 3. Introduksi tanaman padi dengan konsorsium D (*Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolat JB1E3) mampu meningkatkan jumlah daun dan jumlah anakan padi berbeda nyata dibandingkan kontrol

Tabel 3 : Tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah anakan tanaman padi yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit (60 hst)

Konsorsium Bakteri Endofit	Pertumbuhan tanaman padi		
	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Jumlah anakan
A	74.80 b	147.40 b	44.29 b
B	84.00 a	165.80 ab	50.40 ab
C	82.90 a	157.80 ab	45.00 ab
D	82.70 a	170.40 a	51.80 a
E	83.90 a	158.20 ab	47.40 ab
F	78.60 ab	170.80 a	50.40 ab

Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT taraf nyata 5 %.



A

B

Gambar 3: Perbandingan pertumbuhan tanaman padi (60 hst) A. Kontrol, B. Perlakuan konsorsium bakteri endofit D (*Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolat JB1E3)

4.2. Pembahasan

Introduksi benih padi dengan konsorsium bakteri endofit mampu meningkatkan pertumbuhan bibit, menekan serangan penyakit hawar daun bakteri (HDB) dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Benih padi yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit D (*Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolat JB1E3) Mampu meningkatkan tinggi bibit (55,4 cm), jumlah daun bibit (11,73 helai) dan berat segar bibit padi (2,71 g) yang berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan lainnya (tabel 1). Konsorsium bakteri endofit C (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI) mampu menekan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi, meningkatkan berat kering bibit dan tinggi tanaman padi dibandingkan dengan kontrol. Konsorsium bakteri endofit D (*Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolat JB1E3) mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah anakan tanaman padi.

Kemampuan konsorsium bakteri endofit dalam meningkatkan pertumbuhan bibit (tinggi, jumlah daun, berat segar dan berat kering) dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi (tinggi, jumlah daun dan jumlah anakan) karena memiliki kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. Konsorsium yang digunakan merupakan biakan campuran dari bakteri genus *Bacillus* dan *S. marcescens*. Menurut Resti *et al* (2017), bakteri endofit *Bacillus* sp HI, *Bacillus* sp SJI dan *S.marcescens* mampu menghasilkan IAA, selain itu *S.marcescens* juga mampu melarutkan fosfat. Selanjutnya menurut Yasmin *et al.*, (2016), lima bakteri antagonis yaitu *Pseudomonas* spp. E227, E233, Rh323, *Serratia* sp. Rh269 dan *Bacillus* sp. Rh219 mampu meningkatkan panjang akar (41%) and plant dry weight (60%) dibandingkan kontrol. Semua isolat juga mampu melarutkan fosfat (82-116 µg/ml) dan menghasilkan IAA (0.48–1.85 mg/ml.)

Konsorsium bakteri endofit C (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI) mampu menekan penyakit HDB pada tanaman padi. Introduksi konsorsium *Bacillus* sp SJI dan *Bacillus* sp HI menekan kejadian penyakit HDB 32,35 % dan menekan keparahan penyakit 61.15%. Kemampuan menekan penyakit karena konsorsium tersebut terdiri dari dua jenis bakteri *Bacillus* sp yang mampu menghasilkan senyawa yang dapat menghambat patogen tanaman seperti antibiotik, siderofor dan asam salisilat.

Menurut Resti *et al* (2017), *Bacillus* sp SJI dan *Bacillus* sp HI mampu menghasilkan asam salisilat berturut-turut 14,67 ppm/ml dan 14.40 ppm/ml. Selain itu *Bacillus* sp HI juga menghasilkan siderofor. Selanjutnya menurut Yasmin *et al* (2016) *Pseudomonas* spp. E227, E233, Rh323, *Serratia* sp. Rh269 dan *Bacillus* sp. Rh219 menunjukkan kemampuan antagonis terhadap *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* (Xoo) dengan zona hambat 1 – 19 mm, dan kelima bakteri tersebut juga mampu menghasilkan siderofor.

Penekan penyakit HDB pada tanaman padi di lapangan juga karena pengaruh dari mekanisme induksi ketahanan tanaman yang diintroduksi dengan konsorsium bakteri endofit. Konsorsium bakteri endofit *Bacillus* sp SJI dan *Bacillus* sp HI mampu mengimbas ketahanan tanaman padi terhadap HDB. Menurut Resti *et al* (2016) introduksi bawang merah dengan bakteri endofit isolat PU2E2 dan SN1E4 mampu meningkatkan aktivitas enzim peroksidase pada akar dan daun bawang merah, dan menunjukkan terjadinya pengimbasan ketahanan. Berdasarkan identifikasi secara molekular kedua isolat bakteri endofit tersebut merupakan bakteri dari spesies *Bacillus* sp. Selanjutnya Nagendran *et al* (2013) menyatakan introduksi benih padi dengan *B. subtilis* (FZB 24) mampu menekan serangan Xoo dan menurunkan kejadian penyakit HDB 2,80% pada tanaman padi. Introduksi *B. subtilis* (FZB 24) meningkatkan aktivitas enzim peroksidase, polyphenol oksidase dan phenyl alanin lyase serta tingginya akumulasi senyawa phenol pada tanaman padi.

Introduksi konsorsium bakteri endofit lebih efektif dalam menekan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi karena lebih dari satu jenis bakteri endofit yang memiliki mekanisme penekanan penyakit dan pemacu pertumbuhan tanaman yang berbeda. Menggabungkan bakteri dari kelompok *Serratia* yang mempunyai kemampuan menghasilkan IAA dan melarutkan fosfat dengan *Bacillus* yang mampu menghasilkan siderofor dan mengaktifkan enzim pertahanan tanaman akan lebih efektif dibandingkan dengan introduksi tunggal bakteri endofit tersebut. Baik dalam menekan serangan penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Konsorsium bakteri endofit terbaik untuk pengendalian penyakit hawar daun bakteri serta meningkatkan pertumbuhan bibit dan tanaman padi adalah konsorsium C (*Bacillus* sp SJI + *Bacillus* sp HI) dan D (*Bacillus* sp SJI + *S.marcescens* isolate JB1E3

4.2. Saran

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai peranan konsorsium bakteri endofit dalam menekan serangan penyakit-penyakit lainnya pada tanaman padi.

Daftar Pustaka

- Backman, P.A., Wilson, M., Murphy, J.F. 1997. Bacteria for biological control of plant diseases. In: Rechcigl, J.E., (Eds), Environmentally safe Approaches to plant disease control. CRC/Lewis press, Boca Raton, FL, pp 95-109.
- Backman P.A and Sikora R.A. 2008. Endophytes: An emerging tool for biological control. *Biol.* 46: 1–3.
- Bakker, P.A.H.M., Pieterse, C.M.J., Van Loon, L.C. 2007. Induced systemic resistance by Fluorescent *Pseudomonas spp.*, *Phytopathology* 97, 239-243
- Baldani J.I and Baldani V.L.D. 2005. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants:special emphasis on the Brazilian experience. *Anais da Academia Brasileira de Ciências.* 77: 549-579.
- Barka, E.A., Gognies, S., Nowak, J., Audran, J.C., Belarbi, A. 2002, Inhibitory effect of endophytic bacteria on *Botrytis cinerea* and its influence to promote the grapevine growth. *Biological control* 24, 135-142.
- Berg, G., Hallmann, J. 2006. Control of plant pathogenic fungi with bacterial endophytes. In: *Microbial root endophytes.* Schulz B, Boyle C, Sieber TN, eds. Springer, Berlin. Pp. 53–67.
- Boddey, R.M. 1995. Biological nitrogen fixation in sugarcane: a key to energetically viable biofuel production. *Crit. Rev Plant Sci.* 14:209-266.
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clément, C., and Barka. E A. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl. Environ. Microb.* 71:4951–4 959.
- Hallmann, J., Quadt- Hallmann, Q.A., Mahaffee, W.F., and Kloepper, J.W. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can J Microbiol.* 43:895–914
- IRRI. 2002. Standart evaluation system for rice (SES) Los Banos. IRRI.
- Khairuni A, Rahim A, Syair dan Adrian. 2014. Induksi ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi di lapangan menggunakan rizobakteria indigenos. *JHPT Tropika.* 14(1); 57-63
- Kloepper, J.W., Leong, J., Teintze, M, and Schorth, M. N. 1999. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth promoting rhizobacteria. *Nature.* 1980, 286:885-886.

- Kloepper, J.W., Ryu, C.M., Zhang, S. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*. 94: 1259-1266.
- Kumar, H.B. 2005. Effect of *Pseudomonas fluorescens* on bean common mosaic potyvirus incidence in French bean. *Int. J. of Botany*, 1(2):163-167
- Liu, L., Kloepper, W., Tuzun, S. 1995. Induction of systemic resistance in cucumber against Fusarium wilt by plant growth promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 85, 695-698.
- López-Bucio, J., Campos-Cuevas, J.C., Hernández-Calderón, E., Velásquez-Becerra, C., Farías-Rodríguez, R., Macías-Rodríguez, L.I. and Valencia-Cantero, E. 2007. *Bacillus megaterium* rhizobacteria promote growth and alter root system architecture through an auxin- and ethylene-independent signaling mechanism in *Arabidopsis thaliana*. *Mol Plant-Microbe* 20:207-217.
- Lugtenberg, B. and Kamilova, F. 2009. Plant-growth-promoting Rhizobacteria. *Annu Rev Microbiol*. 63:541–56.
- Melnick, R.L., Zidack, N.K., Bailey, B.A., Maximova, S.N., Gultinan, M., Backman, P.A. 2008. Bacterial endophytes: *Bacillus* spp. from annual crops as potential biological control agents of black pod rot of cacao. *Biological control*. 46: 46–56
- Nandakumar R. Benbu S. Viswanathan R. Sheela J, Resgunchander T and Samiyappan. 2001, A new biofoemulation containing plant growth promoting rhizobacterial mixture for management of sheath blight and enhanced grain yield in rice. *Biocontrol* 46:495-510
- Rajendran, L. and Samiyappan, R. 2008. Endophytic *Bacillus* species confer increased resistance in cotton against damping off disease caused by *Rhizoctonia solani*, *Plant Pathology Journal* 7: 1–12.
- Rajkumar, M., Prasad, M.N.V. and Freitas, H. 2010. Potential of siderophore-producing bacteria for improving heavy metal phytoextraction. *Trends Biotechnol*. 28:142-149.
- Resti, Z., Habazar, T., Putra, D.P. and Nasrun. 2013. Skrining dan identifikasi isolat bakteri endofit untuk mengendalikan penyakit hawar daun bakteri pada bawang merah. *J.HPT Tropika*. 13(2) : 167 –178.
- Resti, Z., Habazar, T., Putra, D.P. and Nasrun. 2016.. Aktivitas enzim peroksidase bawang merah yang diintroduksi dengan bakteri endofit dan tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv *allii*). *J.HPT Tropika*. 16(2) : 131 –137.

- Resti Z, Reflin, Gani S. 2017. Antagonistic and Plant Growth Promoting Potentials of Indigenous Endophytic Bacteria of Shallots. *IJSAT* (2) : 2 . 42-49.
- Schaad, N.W., Jones, J.B., Chun, W. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. St Paul: The American Phytopatology Society.
- Schulz BJE, Boyle CJC. 2006. What are endophytes?. Di dalam Schulz BJE, Boyle CJC, Sieber TN, editor. *Microbial Root Endophytes*. Volume 9. *Soil Biology*: Berlin (DE): Springer. hlm 1–13
- Selin, C., Habibian, R., Poritsanos, N., Sarangi, N.P.A., Fernando, D. and de Kievit, T.R. 2010. Phenazines are not essential for *Pseudomonas chlororaphis* PA23 biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum*, but do play a role in biofilm formation. *FEMS Microbiol Ecol*. 71:73-83.
- Semangun. H. 2004. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan. Gajahmada University Press. Yogyakarta.
- Shiomi, F.H., Silva, H.S.A., de Melo, I. S., Nunes, F.V., Bettiol, W. 2006. Bioprospecting endophytic bacteria for biological control of coffee leaf rust. *Sci Agric*. 63:32-39.
- Soganda T. Yulia E. Widiarini F. dan Herwanti. 2016. Intensitas Penyakit Blastb(*Pyricularia oryzae*) pada padi varietas ciherang di lokasi endemic dan pengaruhnya terhadap kehilangan hasil. *J Agrikultura* 27(3): 154-159
- Spaepen, S., Vanderleyden, J. and Remans, R. 2007. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant Signaling. *FEMS Microbiol Rev*. 31:425–
- Wang, Y., Zeng, Q., Zhang, Z. 2010. Antagonistic bioactivity of an endophytic bacterium H-6. *African Journal of Biotechnology*, 9(37):6140-6145.
- Yasmin S, Zaka A, Imran A, Zahid MA, Yausad S, Rasul g< Arif M, Mirza MS. 2016. Plant Growth Promotion and Suppression of Bacterial Leaf Blight in Rice by Inoculated Bacteria. *PLoS ONE* 11(8) : 1-19
- Zhu YJ, Xiao RF, Liu B. 2010. Growth and pathogenicity characteristics of *Ralstonia solanacearum* strain RS1100 in long-term stationary phase culture. *J. of Plant Dis. and Protect*. 117(4): 156-161.

