

INDUKSI KETAHANAN TANAMAN PADI TERHADAP SERANGAN PATOGEN BUSUK PELEPAH (*Rhizoctonia solani*) MENGGUNAKAN HALOTOLERAN BAKTERI DIAZOTROF ASAL PANTAI UTARA PEMALANG, JAWA TENGAH

INDUCED SYSTEMIC RESISTANCE OF RICE TO SHEAT BLIGHT DISEASE (*Rhizoctonia solani*) WITH HALOTOLERANCE DIAZOTROPHIC BACTERIA FROM THE NORTHERN COASTAL OF PEMALANG CENTRAL JAVA

Fenti Chakimatul Isnaeni¹, Endang Mugiastuti¹, Ni Wayan Anik Leana¹, Eka Oktaviani¹ dan Purwanto^{1*}

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UNSOED Purwokerto
Jl. dr. Soeparno KP 125, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia 53122

*Koresponden: purwanto0401@unsoed.ac.id

Diterima : 12 Juni 2022 / Disetujui : 29 Juli 2022

ABSTRAK

Padi merupakan komoditas pangan yang memiliki peranan terpenting dalam memenuhi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Ekstensifikasi produksi padi dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan marjinal seperti lahan salin. Lahan salin merupakan lahan yang memiliki kadar kadar garam tinggi akibat intrusi air laut maupun tingginya laju evaporasi. Pengembangan budidaya padi di lahan salin memiliki kendala berupa serangan patogen busuk pelepah (*Rhizoctonia solani*). Alternatif pengendalian patogen selain menggunakan pestisida kimia, dapat dilakukan menggunakan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), seperti kelompok bakteri diazotrof. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi bakteri diazotrof lahan salin dalam meningkatkan ketahanan tanaman padi serta kemampuannya dalam memacu pertumbuhan padi yang terinfeksi *R. solani*. Penelitian dilaksanakan di *Experimental Farm* dan Laboratorium Agronomi & Hortikultura, Fakultas Pertanian Unsoed pada bulan Oktober 2021 - Februari 2022. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 11 perlakuan dan diulang tiga kali, meliputi kontrol tanpa inokulasi bakteri diazotrof dan inokulasi isolat Ju1, Jn3, Jn1, J, J12, J5, Kn1, A3, Jn dan K3. Semua tanaman juga dinokulasi dengan *Rhizoctonia solani*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi bakteri diazotrof dapat meningkatkan ketahanan padi yang terinfeksi jamur *R. solani*, ditandai dengan penurunan intensitas penyakit hingga 70%, peningkatan kandungan saponin, tanin dan hidrokuinon, serta meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan panjang akar total padi.

Kata kunci: Busuk pelepah, diazotrof, ketahanan, padi, pertumbuhan, salin

ABSTRACT

Rice is the most important food commodity that supply the basic needs of the Indonesian people. The development of rice cultivation in saline land has obstacles in the form of attacks by sheath blight pathogen (*Rhizoctonia solani*). Alternative to controlling pathogens other than using chemical pesticides is by using Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), such as diazotroph bacteria. This research aimed to determine the potential of diazotroph bacteria in increasing rice resistance and its ability to stimulate the growth of rice infected with *R. solani*. The research was carried out at Experimental Farm and Agrohorti Laboratory, Faculty of Agriculture Unsoed in October 2021 - February 2022. The design used was Randomized Completely Block Design (RCBD) with 11 treatments and repeated three times, including controls without inoculation of diazotroph bacteria and inoculation of isolates Ju1, Jn3, Jn1, J, J12, J5, Kn1, A3, Jn and K3. All plants were also inoculated with *R. solani*. The results showed that inoculation with diazotroph bacteria could increase the rice resistance towards attack of sheath blight pathogen (*R. solani*) that characterized by a decrease disease intensity up to 70%, increase saponins, tannins and hydroquinones content, also increase growth of plant height and total root length of rice.

Keywords: Sheath blight disease, diazotrof, resistance, rice, growth, saline

PENDAHULUAN

Padi merupakan salah satu komoditas pangan yang dijadikan sebagai penghasil bahan pangan utama masyarakat Indonesia (Siregar *et al.*, 2020). Luas panen padi pada tahun 2020 mengalami penyusutan sebesar 20 ribu hektar dari luas panen tahun 2019 dengan peningkatan produksi padi sebesar 0,08%, namun belum mengimbangi laju pertumbuhan penduduk yang terus mengalami peningkatan sebesar 1% setiap tahunnya selama 3 tahun terakhir (BPS, 2021). Peningkatan produksi padi harus terus diupayakan khususnya pada lahan-lahan sub optimal (Azalika *et al.*, 2018).

Produksi beras tahun 2019 hingga 2020 didominasi dari lahan di Pulau Jawa, yaitu mencapai 53% dari total produksi beras di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021). Luas lahan rawa pasang surut di Pulau Jawa mencapai 800 ribu hektar, sehingga perlu dimanfaatkan terutama pada lahan cekaman salinitas tinggi (Suwanda & Noor, 2014). Salinitas menjadi faktor pembatas pertumbuhan dan perkembangan tanaman

karena berkadar garam tinggi dan dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah, salah satunya adalah kekurangan unsur hara terutama N dan P (Viégas *et al.*, 2001; Shrivastava & Kumar, 2015).

Ketahanan tanaman padi di lahan saline dapat terganggu dan mudah terserang patogen, seperti jamur *Rhizoctonia solani* yang dapat menyebabkan penyakit busuk pelepah padi (Nuryanto, 2017). Gejala yang ditimbulkan akibat serangan jamur *R. solani* pada padi adalah pada bibit akan menjadi layu dan mati, sedangkan pada tanaman dewasa akan terdapat bercak di bagian pelepah (*blight*), tanaman menjadi mudah rebah dan mati (Soenartingsih *et al.*, 2015). Penyakit busuk pelepah pada pertanaman padi dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 52% dan serangan patogen dapat terjadi pada setiap stadia pertumbuhan (Milati & Nuryanto, 2019).

Salah satu alternatif pengendalian hayati yang dapat diterapkan pada lahan saline adalah penggunaan kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) seperti bakteri diazotrof sebagai pemacu

pertumbuhan tanaman sekaligus berpotensi untuk meningkatkan ketahanan terhadap salinitas (Lugtenberg *et al.*, 2013). Aktivitas mikroba tanah perakaran bermanfaat bagi pertumbuhan dan ekologi tanaman karena mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat dan mensintesis *Indole Acetic Acid* (IAA), melalui proses simbiotik dan asosiasi dengan akar (Prihatiningsih *et al.*, 2019). Selain itu, melalui kemampuan induksi ketahanan sistemik, bakteri diazotrof berpotensi dalam menekan serangan patogen. Namun, pemanfaatan bakteri diazotrof untuk menekan serangan patogen belum banyak dikembangkan (Hindersah *et al.*, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi isolat bakteri diazotrof lahan salin dalam meningkatkan ketahanan dan pertumbuhan padi pada media salinitas tinggi terhadap serangan patogen busuk pelepah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di *Experimental Farm* dan Laboratorium Agrohorti, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto dari bulan Oktober 2021 hingga Februari 2022. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 11 perlakuan dan diulang tiga kali. Perlakuan yang dicoba terdiri atas kontrol tanpa inokulasi bakteri diazotrof dengan infeksi *R. solani* dan inokulasi isolat Ju1, Jn3, Jn1, J, J12, J5, Kn1, A3, Jn dan K3 dengan infeksi *R. solani*.

Varietas padi yang digunakan adalah Inpari Unsoed 79 Agritan yang merupakan varietas padai toleran salin tetapi rentan terhadap beberapa penyakit seperti penyakit busuk pelepah. Penanaman dilakukan pada medium cair AB Mix dengan kadar salinitas mencapai 6 dSm⁻¹. Kondisi larutan media kultur dipertahankan pada

konsentrasi maksimal AB Mix 1400 ppm dan pH air 5,5-6,5.

Stok kultur bakteri diazotrof dibiakkan pada medium molase konsentrasi 5% untuk 900 ml akuades. Stok bakteri diinokulasikan ke dalam medium molase sebanyak 50 ml dan di-*shaker* pada kecepatan 150 rpm selama 3 hari. Kelimpahan bakteri dihitung menggunakan *Total Plate Count* (TPC) dengan minimal kelimpahan 10⁸ cfu/ml. Inokulasi bakteri pada padi dilakukan saat umur 21 hari setelah semai (HSS) dan diperbarui setiap 1 minggu sekali sebanyak 2 ml/l pada media kultur AB Mix.

Jamur *R. solani* diperbanyak pada media PDA dengan mengambil hifa jamur sebanyak 1 bor gabus. Inokulan diinkubasi selama 7 hari pada suhu 28°C. Stok kultur jamur yang sudah siap, digerus dengan menggunakan mortar hingga halus. Infeksi dilakukan dengan metode injeksi menurut Wasano *et al.*, (1983) dengan menggunakan *syringe* pada bagian pelepah padi umur 30 HST sebanyak 0,25 ml dengan kerapatan populasi diatas 10⁷ cfu/ml.

Variabel yang diamati terdiri atas komponen patosistem yang meliputi masa inkubasi, intensitas penyakit dan nilai *area under disease progress curve* (AUDPC); komponen biokimia yang meliputi peroksidase, fenol total, saponin, tanin dan hidrokuinon; serta komponen pertumbuhan yang meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, biomassa tanaman, rasio akar tajuk, panjang akar total dan klorofil a, b dan total. Data hasil percobaan dianalisis dengan menggunakan ANOVA apabila berbeda nyata maka dilanjutkan uji DMRT (*Duncan Multiple Ranfe Test*) pada taraf kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa Inkubasi

Perlakuan bakteri diazotrof pada tanaman padi yang terinfeksi *R. solani* tidak memengaruhi masa inkubasi patogen. Waktu yang dibutuhkan oleh *R. solani* untuk menimbulkan gejala penyakit pada pelepah padi, yaitu bercak berbentuk oval dengan warna keabu-abuan, baik pada perlakuan isolat PGPR maupun kontrol adalah selama 2 hari. Sesuai dengan pernyataan Jia *et al.*, (2007), bahwa gejala awal penyakit busuk pelepah adalah terdapat lingkaran berbentuk oval (lesi) di bagian pelepah tanaman (Gambar 1). Masa inkubasi yang pendek disebabkan oleh penggunaan metode infeksi *R. solani* yang dilakukan dengan cara pelukaan, sehingga *R. solani* langsung masuk ke dalam jaringan tanaman dan terjadi infeksi. Inokulasi patogen lebih cepat menimbulkan gejala jika menggunakan pelukaan dibandingkan tanpa pelukaan (Hafsah & Zuyasna, 2013).



Gambar 1. Gejala penyakit busuk pelepah, a. Kontrol dan b. isolat Ju1

Intensitas Penyakit dan *Area Under Disease Progress Curve* (AUDPC)

Intensitas penyakit pada pengamatan umur 7 hingga 21 hari setekah inokulasi (his) tidak berbeda nyata antara perlakuan bakteri diazotrof dengan kontrol (Tabel 1). Kondisi ini menunjukkan bahwa resistensi tanaman terhadap patogen belum

terbentuk. Ketahanan secara sistemik tanaman padi sebagai akibat induksi oleh PGPR belum terbentuk sehingga belum terhadai perbedaan respon terhadap infeksi oleh patogen penyebab busuk pelepah tanaman padi. Induksi ketahanan terimbas pada tanaman yang distimulasi oleh PGPR terjadi ketika terjadi interaksi antara tanaman dan mikroba berguna, tetapi membutuhkan waktu untuk mengekspresikan gen PR protein terkait pathogenesis, peningkatan aktivitas zat terkait pertahanan, seperti fenilalanin amonia-liase, polifenol oksidase, peroksidase, -1, 3 glukonase, dan kitinase, dan akumulasi reaktif spesies oksigen (Yu *et al.*, 2022).

Inokulasi PGPR berpengaruh nyata terhadap intensitas penyakit busuk pelepah padi umur 28 HSI. Tanaman yang diberi perlakuan bakteri diazotrof memiliki intensitas penyakit yang lebih rendah dibandingkan kontrol pada pengamatan 28 HSI. Intensitas penyakit pada perlakuan kontrol mencapai 37,80% dengan kategori serangan sedang, sedangkan pada perlakuan bakteri diazotrof berkisar antara 11,11-18,52% dengan kategori serangan rendah. Pemberian bakteri diazotrof mampu menekan intensitas penyakit hingga 70%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian isolat PGPR mampu menekan pertumbuhan jamur *R. solani*. Penekanan intensitas penyakit terjadi karena PGPR mampu menstimulasi *Induce Systemic Resistance* (ISR) dan mengaktifkan sinyal asam jasmonat (JA), kemudian akan merangsang PR-Protein untuk meningkatkan ketahanan tanaman (Mahadiptha *et al.*, 2017).

Pengaruh pemberian isolat bakteri diazotrof terhadap nilai AUDPC tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan

(Tabel 1). Hal ini ada korelasinya dengan nilai intensitas penyakit, dimana intensitas penyakit pada umur 7 sampai 21 hst belum menunjukkan perbedaan pada berbagai perlakuan isolate bakteri.

Nilai AUDPC pada perlakuan kontrol mencapai 570,59 % hari, sedangkan pada perlakuan bakteri diazotrof berkisar antara 350,00 hingga 460,70 % hari. Rizobakteri

dapat menghambat perkembangan organisme pengganggu tanaman, seperti patogen melalui induksi ketahanan tanaman (Khaeruni *et al.*, 2014). Semakin rendah nilai AUDPC maka semakin efektif perlakuan yang digunakan dalam mengendalikan serangan patogen (Nuryani *et al.*, 2011).

Tabel 1. Pengaruh pemberian bakteri diazotrof terhadap intensitas penyakit busuk pelepah padi

Perlakuan	Intensitas penyakit (%)				Nilai AUDPC (% hari)
	7 HSI	14 HSI	21 HSI	28 HSI	
Kontrol	11,11a	11,78a	22,56a	37,80a	570,59a
Ju1	11,11a	11,11a	11,11a	12,44b	354,67a
Jn3	11,11a	11,11a	11,11a	11,11b	350,00a
Jn1	11,11a	11,11a	11,11a	11,11b	350,00a
J	11,11a	11,11a	11,11a	11,70b	352,33a
J12	11,11a	11,11a	11,11a	11,11b	350,00a
J5	11,11a	11,11a	11,11a	11,11b	350,00a
Kn1	11,11a	11,11a	11,11a	11,11b	350,00a
A3	11,11a	15,15a	15,15a	18,52b	460,70a
Jn	11,11a	11,11a	11,11a	11,70b	352,33a
K3	11,11a	11,11a	11,11a	11,11b	350,00a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%.

Uji Biokimia (Peroksidase, Fenol Total, Saponin, Tanin, dan Hidrokuinon)

Pemberian bakteri diazotrof tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kandungan peroksidase dan kadar fenol total pada daun padi (Tabel 2). Hal ini diduga pengaruh dari kondisi salin yang sama pada media pertumbuhan padi, sehingga secara genetik menunjukkan respon fisiologis yang tidak berbeda. Sesuai dengan pernyataan Abdullah (2009) yang menyatakan bahwa perbedaan kandungan fenol pada tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Selain itu, menurut Pratiwi *et al.* (2021) bahwa saat tanaman berada pada kondisi lingkungan salin, maka pembentukan

senyawa antioksidan akan meningkat sebagai bahan perlindungan terhadap cekaman. Peran rhizobakteri dalam meningkatkan aktivitas peroksidase pada tanaman sangat dibutuhkan saat terjadi infeksi patogen (Yanti, 2015). Enzim peroksidase akan aktif sebagai respon ketahanan tanaman dan berperan dalam reaksi hipersensitif, proses lignifikasi, sintesis fenol, glikoprotein, suberisasi dan produksi fitoaleksin (Pandey *et al.*, 2017).

Pemberian PGPR asal lahan salin berpotensi meningkatkan kadar saponin, tanin dan hidrokuinon pada padi. Hal tersebut ditandai dengan ketebalan busa pada uji saponin dan perubahan kepekatan warna pada uji tanin dan hidrokuinon yang

lebih tebal dibandingkan kontrol (Tabel 2). PGPR berperan sebagai biokontrol terhadap patogen melalui produksi metabolit sekunder pada sistem pertahanan tanaman seperti antibiotic yang menghambat pertumbuhan patogen (Khalimi & Wirya, 2012). Selain itu, Dewi *et al.* (2020) juga menyatakan bahwa salah satu senyawa metabolit sekunder adalah saponin yang dapat menjadikan tanaman lebih tahan terhadap serangan patogen. Saponin dapat berperan sebagai antimikroba, insektisida dan antivirus pada tanaman (Nielsen *et al.*, 2010). Mekanisme saponin sebagai sistem pertahanan tanaman adalah dengan mengikat sterol pada membran mikroorganisme, sehingga membran sel tersebut mengalami kerusakan (Trdá *et al.*, 2019).

Tanin merupakan senyawa antijamur yang berfungsi untuk menghambat aktivitas ergosterol, sehingga pembentukan dinding sel pada jamur terganggu (Carvalho *et al.*, 2018). Hidrokuinon adalah senyawa yang dapat berfungsi sebagai antioksidan dan merupakan salah satu senyawa golongan fenol (Mayasani *et al.*, 2019). Penelitian Elwakil (2003), menunjukkan bahwa hidrokuinon dapat menghambat infeksi jamur dan berperan penting sebagai ekspresi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. Hidrokuinon dapat melindungi sel dari kerusakan oksidatif dan potensinya dalam mengendalikan radikal bebas dapat melindungi proses pembentukan dinding sel (Kankeaw & Masong, 2015).

Tabel 2. Hasil uji peroksidase, perhitungan kadar fenol total, uji saponin, tanin dan hidrokuinon

Perlakuan	Peroksidase ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Kadar Fenol Total (mg GAE.g ⁻¹ sampel)	Uji Saponin	Uji Tanin	Uji Hidrokuinon
Kontrol	2,20a	190,08a	+	++	+
Ju1	2,70a	254,13a	++	++	+
Jn3	3,06a	235,54a	++	+++	+
Jn1	2,64a	207,02a	++	+++	+
J	2,40a	262,81a	++	+++	+
J12	2,73a	183,88a	++	+	+
J5	2,66a	254,55a	++	+++	+
Kn1	2,52a	274,79a	++	++	+++
A3	3,06a	255,37a	++	++	+
Jn	2,99a	321,07a	++	+++	++
K3	2,33a	245,45a	+	++	+

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%. Tanda + pada uji saponin berarti berbusa, ++ berbusa tebal, dan +++ berbusa sangat tebal. Tanda + pada uji tanin berarti berwarna coklat, ++ berwarna coklat tua, dan +++ berwarna coklat kehitaman. Tanda + pada uji hidrokuinon berarti berwarna hijau kekuningan, ++ berwarna kuning kecoklatan, dan +++ berwarna coklat kehitaman.

Tinggi Tanaman dan Panjang Akar Total

Aplikasi isolat bakteri diazotrof memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman umur 2 hingga 8 minggu setelah aplikasi (MSA) dan panjang

akar total padi umur 8 MSA (Tabel 3). Hal ini diduga kandungan IAA pada isolat PGPR bekerja dengan baik dalam merangsang pertumbuhan tajuk tanamaan. Pernyataan tersebut sejalan dengan Fitriatin *et al.*

(2009) bahwa peningkatan tinggi tanaman distimulasi oleh PGPR melalui kemampuannya dalam menghasilkan IAA, sehingga tanaman menjadi lebih mudah menyerap hara yang mendukung pertumbuhan. Tinggi tanaman padi yang diberi inokulasi PGPR pada pengamatan 8 msp mengalami peningkatan hingga

26,19%. Menurut Prihatiningsih *et al.* (2019) aktivitas mikroba tanah perakaran bermanfaat bagi pertumbuhan dan ekologi tanaman karena mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat dan mensintesis IAA, melalui proses simbiotik dan asosiasi dengan akar.

Tabel 3. Pengaruh bakteri diazotrof terhadap tinggi tanaman padi yang terinfeksi *R. solani*

Perlakuan	Tinggi tanaman padi (cm)				Panjang akar total (cm)
	2 msp	4 msp	6 msp	8 msp	
Kontrol + infeksi <i>R. solani</i>	30,77c	47,27c	65,98c	72,62b	3528,05c
Ju1 + infeksi <i>R. solani</i>	40,34ab	62,11ab	79,86a	91,64a	6244,33a
Jn3 + infeksi <i>R. solani</i>	40,29ab	61,56ab	72,82abc	82,91ab	6037,80ab
Jn1 + infeksi <i>R. solani</i>	43,40a	64,06ab	76,94ab	85,89a	5432,60ab
J + infeksi <i>R. solani</i>	40,01ab	58,86ab	68,48bc	83,67ab	5257,25ab
J12 + infeksi <i>R. solani</i>	34,90bc	54,88bc	73,17abc	87,11a	4942,63abc
J5 + infeksi <i>R. solani</i>	40,43ab	62,37ab	75,76abc	88,08a	5151,56ab
Kn1 + infeksi <i>R. solani</i>	36,41abc	55,07bc	68,33bc	82,99ab	4776,92abc
A3 + infeksi <i>R. solani</i>	39,99ab	59,21ab	77,37ab	90,72a	5245,24ab
Jn + infeksi <i>R. solani</i>	40,01ab	58,68ab	75,71abc	89,94a	4700,06bc
K3 + infeksi <i>R. solani</i>	42,89a	67,28a	82,47a	91,89a	5504,62ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%.

Perlakuan isolat Ju1 memiliki rerata panjang akar terpanjang yaitu 6244,33 cm, sedangkan kontrol memiliki rerata panjang akar terpendek yaitu 3528,05 cm (Gambar 2). Pemberian PGPR mampu meningkatkan panjang akar total hingga 76,99%. Salah satu hormon yang dihasilkan oleh PGPR

adalah IAA yang dapat membantu perkembangan sel tanaman, pemanjangan akar, merangsang aktivitas enzim dan membantu dekomposisi bahan organik untuk kebutuhan pertumbuhan vegetatif (Saepudin *et al.*, 2020).



Gambar 2. Perbedaan panjang akar total padi yang diberi perlakuan isolat bakteri diazotrof, a. Kontrol, b. Isolat Ju1, c. Isolat Jn3, d. Isolat Jn1, e. Isolat J, f. Isolat J12, g. Isolat J5, h. Isolat Kn1, i. Isolat A3, j. Isolat Jn, k. Isolat K3.

Jumlah Anakan

Pemberian isolat bakteri diazotrof tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah anakan padi (Tabel 4). Hal ini diduga ketersediaan unsur hara N pada media pertumbuhan padi yang diberi cekaman salinitas masih belum mencukupi

untuk memenuhi kebutuhan tanaman sebagai penunjang dalam pembentukan anakan. Sejalan dengan pernyataan Sunawan & Sugiarta (2020) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk nitrogen yang tepat dapat membantu pembentukan anakan padi secara optimal.

Tabel 4. Pengaruh bakteri diazotrof terhadap jumlah anakan padi yang terinfeksi *R. solani*

Perlakuan	Jumlah anakan			
	2 msp	4 msp	6 msp	8 msp
Kontrol + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	5,67a	9,00a	9,00a
Ju1 + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	7,67a	12,00a	13,33a
Jn3 + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	8,67a	11,33a	12,33a
Jn1 + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	7,33a	11,33a	13,33a
J + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	6,67a	10,33a	12,00a
J12 + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	6,33a	9,67a	10,01a
J5 + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	6,33a	10,00a	12,00a
Kn1 + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	5,67a	9,00a	10,33a
A3 + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	6,33a	10,00a	12,33a
Jn + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	6,00a	10,33a	12,00a
K3 + infeksi <i>R. solani</i>	3,00a	7,67a	12,00a	13,33a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%.

Biomassa Tanaman

Inokulasi bakteri diazotrof tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap komponen biomassa tanaman

(Tabel 5). Hal ini diduga adanya pengaruh cekaman salinitas yang mengakibatkan terganggunya proses fotosintat tanaman.

Tabel 5. Rerata bobot kering tajuk, bobot kering akar dan bobot kering total padi yang diberi perlakuan inokulasi bakteri diazotrof dan infeksi *R. solani* pada medium dengan salinitas tinggi

Perlakuan	Bobot kering tajuk (g)			Bobot kering akar (g)			Bobot kering total (g)		
	3 msp	5 msp	7 msp	3 msp	5 msp	7 msp	3 msp	5 msp	7 msp
Kontrol	0,18a	1,14a	3,62a	0,02a	0,81a	0,71a	0,20a	1,21a	4,32a
Ju1	0,28a	1,32a	4,31a	0,05a	0,88a	0,98a	0,33a	1,42a	5,28a
Jn3	0,25a	1,34a	4,77a	0,04a	0,87a	1,13a	0,29a	1,43a	5,90a
Jn1	0,29a	1,36a	5,36a	0,05a	0,85a	1,15a	0,35a	1,44a	6,51a
J	0,31a	1,31a	3,72a	0,05a	0,85a	0,85a	0,37a	1,39a	4,57a
J12	0,21a	1,25a	4,16a	0,03a	0,84a	1,05a	0,24a	1,32a	5,21a
J5	0,24a	1,34a	4,33a	0,03a	0,87a	1,01a	0,27a	1,46a	5,34a
Kn1	0,22a	0,99a	2,87a	0,03a	0,76a	0,66a	0,26a	1,04a	3,53a
A3	0,23a	1,25a	3,94a	0,04a	0,83a	0,88a	0,27a	1,32a	4,82a
Jn	0,25a	1,33a	4,43a	0,03a	0,84a	0,91a	0,28a	1,39a	5,34a
K3	0,30a	1,46a	4,44a	0,05a	0,92a	0,91a	0,35a	1,57a	5,35a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%.

Pemberian PGPR belum mampu meningkatkan biomassa tanaman akibat terganggunya proses translokasi hasil fotosintat tanaman yang tercekam salinitas, sehingga mempengaruhi biomassa tanaman (Asih *et al.*, 2015; Salman, 2019).

Perlakuan Kn1 memiliki biomassa tanaman yang lebih rendah dibandingkan kontrol (Tabel 5), hal ini diduga isolat tersebut belum mampu membantu menyediakan unsur hara N, berasosiasi dengan akar dan membantu penyerapan unsur hara secara optimal pada medium salinitas tinggi.

Rasio Akar Tajuk

Pemberian bakteri diazotrof tidak berpengaruh nyata terhadap rasio akar tajuk padi, diduga akibat cekaman salinitas

mempengaruhi pertumbuhan akar dan tajuk. Tingginya rasio akar tajuk mengindikasikan bahwa pertumbuhan akar pada kondisi salin akan lebih digalakkan dibandingkan pertumbuhan tajuk sebagai mekanisme pertahanan dengan mengurangi laju penyerapan garam (Ikhsanti *et al.*, 2018). Rasio akar tajuk yang semakin tinggi menunjukkan bahwa distribusi fotosintat lebih cepat ke arah akar dibandingkan ke arah tajuk akibat cekaman salinitas dan interval pergantian air pada umur tersebut terlalu panjang. Kondisi tersebut sejalan dengan pernyataan Rusmana, (2017), bahwa interval pemberian air yang semakin panjang berbanding terbalik dengan nilai rasio akar tajuk dan mempengaruhi distribusi fotosintat pada tanaman.

Tabel 6. Rasio akar tajuk padi pada perlakuan bakteri diazotrof dan infeksi *R. solani*

Perlakuan	Rasio akar tajuk		
	3 msp	5 msp	7 msp
Kontrol	0,12a	0,20a	0,20a
Ju1	0,18a	0,21a	0,23a
Jn3	0,17a	0,20a	0,24a
Jn1	0,17a	0,17a	0,21a
J	0,17a	0,18a	0,22a
J12	0,14a	0,18a	0,26a
J5	0,13a	0,18a	0,22a
Kn1	0,12a	0,16a	0,23a
A3	0,16a	0,18a	0,22a
Jn	0,13a	0,15a	0,21a
K3	0,18a	0,21a	0,19a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%.

Klorofil a, b, dan Total

Pemberian inokulasi bakteri diazotrof lahan salin tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kandungan klorofil a, b, dan total. Hal ini diduga unsur hara pada media pertumbuhan padi yang

diberi salinitas tinggi tidak tersedia secara optimal dan penyediaan nitrogen oleh PGPR belum cukup untuk menunjang pembentukan klorofil daun padi. Sesuai dengan hasil penelitian Kurniasih & Soedradjad (2019), yang menyatakan

bahwa pemberian PGPR sebagai faktor tunggal belum bisa meningkatkan kandungan klorofil daun, namun apabila pemberian PGPR diimbangi dengan pemberian pupuk kompos dapat meningkatkan kandungan klorofil daun.

Aplikasi PGPR dapat meningkatkan kandungan klorofil daun melalui peranannya dalam meningkatkan serapan nutrisi melalui proses fiksasi nitrogen (Rosyida & Nugroho, 2017).

Tabel 7. Pengaruh bakteri diazotrof lahan salin terhadap klorofil a, b dan total

Perlakuan	Klorofil (mg g^{-1})		
	a	B	total
Kontrol	0,014a	0,015a	0,015a
Ju1	0,018a	0,022a	0,022a
Jn3	0,017a	0,020a	0,020a
Jn1	0,016a	0,022a	0,021a
J	0,015a	0,018a	0,017a
J12	0,017a	0,020a	0,020a
J5	0,016a	0,020a	0,019a
Kn1	0,018a	0,022a	0,022a
A3	0,017a	0,020a	0,020a
Jn	0,016a	0,018a	0,018a
K3	0,016a	0,018a	0,018a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT 5%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, inokulasi isolat bakteri diazotrof lahan salin mampu menekan intensitas serangan patogen busuk pelepah (*R. solani*) dengan penekanan hingga 70% dibandingkan kontrol. Aplikasi bakteri diazotrof mampu meningkatkan tinggi tanaman dan panjang akar total namun belum mampu meningkatkan jumlah anakan, kadar klorofil, bobot kering tanaman dan rasio tajuk akar. Pemberian bakteri diazotrof berpotensi dalam meningkatkan kandungan tanin, saponin dan hidrokuinon, tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap akritas enzim peroksidasi, dan kadar fenol total.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Unsoed yang telah membiayai penelitian ini melalui skema penelitian dasar Unsoed tahun 2021. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Kepala Lab. Agronomi dan Hortikultura Fak. Pertanian UNSOED yang telah memfasilitasi peralatan dan bahan penelitian, serta Lutfi, Aji, Aldi, Retna, Lili, Ami dan Fillah yang sudah membantu kegiatan penelitian ini, sehingga dapat terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. I. B. (2009). Physicochemical profiling and detection of phenolic constituents with antioxidant and antibacterial activities of *Myristica fragrans* HOUTT. *Thesis*. Universitas

- Semarang, Semarang.
- Asih, E. D., Mukarlina, & Lovadi, I. (2015). Toleransi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) terhadap cekaman salinitas garam NaCl. *Jurnal Protobiont*, 4(1), 203–208.
- Azalika, R. P., Sumardi, S., & Sukisno, S. (2018). Pertumbuhan dan hasil padi sirantau pada pemberian beberapa macam dan dosis pupuk kandang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(1), 26–32.
<https://doi.org/10.31186/jipi.20.1.26-32>
- Badan Pusat Statistik. (2021). Hasil Sensus Penduduk 2020. *Berita Resmi Statistik*, XVII(07), 1–16.
- Carvalho, R. S., Carollo, C. A., de Magalhães, J. C., Palumbo, J. M. C., Boaretto, A. G., Nunes e Sá, I. C., Ferraz, A. C., Lima, W. G., de Siqueira, J. M., & Ferreira, J. M. S. (2018). Antibacterial and antifungal activities of phenolic compound-enriched ethyl acetate fraction from *Cochlospermum regium* (mart. Et. Schr.) Pilger roots: Mechanisms of action and synergism with tannin and gallic acid. *South African Journal of Botany*, 114, 181–187.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.11.010>
- Dewi, C. S. U., Kasitowati, R. D., Sari, S. H. J., Yamindago, A., Rohenda, A., & Fatmawati, R. (2020). Growth, biomass and phytochemical compound of seagrass (Case Study: Malang Regency Coastal). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3), 739–746.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i3.3228>
- Elwakil, M. A. (2003). Use of antioxidant hydroquinone in the control of seed-borne fungi of peanut with special reference to the production of good quality seed. *Plant Pathology Journal*, 2(2), 75–79.
<https://doi.org/10.3923/ppj.2003.75.79>
- Fitriatin, B. N., Yuniarti, A., Mulyanti, O., Fauziah, F. S. & Tiara, M. D. (2009). Pengaruh mikroorganisme pelarut fosfat dan pupuk P terhadap P tersedia, aktivitas fosfatase, populasi mikroorganisme pelarut fosfat, konsentrasi P tanaman dan hasil padi gogo (*Oryza sativa* L.) pada Ultisols. *Jurnal Agrikultura*, 20(3), 210–215.
- Hafsah, S., & Zuyasna. (2013). Uji patogenesis beberapa isolat penyakit busuk buah kakao asal Aceh dan evaluasi efektivitas metode inokulasi. *Jurnal Agrista*, 17(1), 42–48.
- Hindersah, R., Kalay, M., Talahaturuson, A., & Lakburlawal, Y. (2018). Nitrogen fixing bacteria *Azotobacter* as biofertilizer and biocontrol in long bean. *Agric*, 30(1), 25–32.
<https://doi.org/10.24246/agric.2018.v30.i1.p25-32>
- Ikhsanti, A., Kurniasih, B., & Indradewa, D. (2018). Pengaruh aplikasi silika terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) pada kondisi salin. *Vegetalika*, 7(4), 1.
<https://doi.org/10.22146/veg.41144>
- Jia, Y., Correa-Victoria, F., McClung, A., Zhu, L., Liu, G., Wamisque, Y., Xie, J., Marchetti, M. A., Pinson, S. R. M., Rutger, J. N., & Correll, J. C. (2007). Rapid determination of rice cultivar responses to the sheath blight pathogen *Rhizoctonia solani* using a micro-chamber screening method. *Plant Disease*, 91(5), 485–489.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-91-5-0485>
- Kankeaw, U., & Masong, E. (2015). The Antioxidant activity from hydroquinone derivatives by the synthesis of *Cinnamomium verum*

- J.Presl Bark's extracted. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 6(2), 91–95. <https://doi.org/10.7763/ijcea.2015.v6.458>
- Khaeruni, A., Rahim, A., Syair, S., & Adriani, A. (2014). Induksi ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi di lapangan menggunakan rizobakteri indigenos. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 14(1), 57–63. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11457-63>
- Khalimi, K., & Wirya G. N. A. S. (2012). Pemanfaatan plant growth promoting rhizobacteria untuk biostimulants dan bioprotectants. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*, 4(2), 131–135.
- Kurniasih, F. P., & Soedradjad, R. (2019). Pengaruh kompos dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada lahan kering terhadap produksi sawi (*Brassica rapa* L.). *Pertanian*, 2(4), 159–163.
- Lugtenberg, B. J. J., & Berg, G. (2013). PGPR, biocontrol, and disease-suppressive bacteria plant growth promotion by microbes. *Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere*, 2, 561–574.
- Mahadiptha, P., Sudana, I. M., & Raka, I. G. N. (2017). Pengaruh rhizobakteria pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan ketahanan tanaman kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) terhadap patogen virus Mosaic. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 6(2), 153–164.
- Mayasani, N., Hikmahtunnazila, H., Lestari, W., & Roanisca, O. (2019). kajian fitokimia daun *Syzygium zeylanicum* menggunakan metode microwave assisted extraction (MAE). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat*, 3, 1–4.
- Milati, L. N., & Nuryanto, B. (2019). Periode kritis perkembangan tanaman padi terhadap penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani*) dan Pengaruhnya terhadap hasil. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 3(2), 61. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v3n2.2019.p61-66>
- Nielsen, J. K., Nagao, T., Okabe, H., & Shinoda, T. (2010). Resistance in the plant, *Barbarea vulgaris*, and counter-adaptations in flea beetles mediated by saponins. *Journal of Chemical Ecology*, 36(3), 277–285. <https://doi.org/10.1007/s10886-010-9758-6>
- Nuryani, W., Yusuf, S., Djatnika, I., Hanudin, E. & Marwoto, B. (2011). Pengendalian Penyakit layu fusarium pada subang gladiol dengan pengasapan dan biopestisida. *Jurnal Hortikultura*, 21(1), 40. <https://doi.org/10.21082/jhort.v21n1.2011.p40-50>
- Nuryanto, B. (2017). Penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani*) pada padi dan taktik pengelolaannya. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 21(2), 63. <https://doi.org/10.22146/jpti.22494>
- Pandey, V. P., Awasthi, M., Singh, S., Tiwari, S., & Dwivedi, U. N. (2017). A Comprehensive review on function and application of plant peroxidases. *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 06(01), 1–16. <https://doi.org/10.4172/2161-1009.1000308>
- Pratiwi, A., Krisjayanti, W., & Utami, D. I. (2021). Respon pertumbuhan tomat cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) terhadap konsentrasi salinitas NaCl. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 30–42. <https://ejournal.undikma.ac.id/index.php/bioscientistDOI:https://doi.org/10.33394/bjib.v9i1>

- Prihatiningsih, Djatmiko, H.A., Lestari, P. (2019). Bakteri rizosfer padi sebagai agens hayati *Xanthomonas oryzae* PV. *oryzae* dan pengaruhnya terhadap perkecambahan benih padi. *Prosiding Seminar Nasional Dan Call for Papers*, 1(November), 13–21.
- Rosyida, R., & Nugroho, A. S. (2017). Pengaruh dosis pupuk npk majemuk dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap bobot basah dan kadar klorofil daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi*, 6(2), 42–56. <https://doi.org/10.26877/bioma.v6i2.1716>
- Rusmana. (2017). Rasio tajuk akar tanaman melon (*Cucumis melo* L.) pada media tanam dan ketersediaan air yang berbeda. *Jur. Agroekotek*, 9(2), 137–142.
- Saepudin, Nurdiana, D., & Nafi'ah, H.H. (2020). Pengaruh berbagai konsentrasi zat pengatur tumbuh akar dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap pertumbuhan setek vanili (*Vanilla planifolia* Andrews). *JAGROS Journal of Agrotechnology Science*, 17(1), 87–92. <http://ci.nii.ac.jp/naid/40021507088/ja/>
- Salman, S. (2019). Respon tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap kombinasi dosis PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan pupuk phonska. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 7(2), 64. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v7i2.119>
- Shrivastava, P., & Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(2), 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>.
- Siregar, A.P, Satria, M.Z.R, Mulyono, I.T, Wijayanti, Y.N. (2020). Pemetaan Neraca Beras Dalam Rangka Mempersiapkan Penyediaan Kebutuhan Pokok Utama Masyarakat Menghadapi Pandemi Covid-19 *Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis, Jurnal*, 4(3), 679–694. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2020.004.03.22>
- Soenartiningih, Akil, M., & Andayani, N. N. (2015). Cendawan tular tanah (*Rhizoctonia solani*) penyebab penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung dan sorgum dengan komponen pengendaliannya. *Iptek Tanaman Pangan*, 10(2), 85–92.
- Sunawan & Sugiarto. (2020). Aplikasi dosis pupuk urea dan umur bibit terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi ketan (*Oryza sativa glutinosa* L.). *Folium : Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(1), 96. <https://doi.org/10.33474/folium.v4i1.6427>
- Suwanda, M. H., & Noor, M. (2014). Kebijakan Pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk mendukung kedaulatan pangan nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*, 8(3), 31–40.
- Trdá, L., Janda, M., Macková, D., Pospíchalová, R., Dobrev, P. I., Burketová, L., & Matušinsky, P. (2019). Dual mode of the saponin aescin in plant protection: antifungal agent and plant defense elicitor. *Frontiers in Plant Science*, 10(November), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01448>
- Viégas, R. A., Silveira, J. A. G. da, Lima Junior, A. R. de, Queiroz, J. E., & Fausto, M. J. M. (2001). Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic

solute accumulation in young cashew plants. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5(2), 216–222. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662001000200007>

Wasano, K., Oro, S., & Kido, Y. (1983). The syringe inoculation method for selecting rice plants resistant to sheath blight, (*Rhizoctonia solani* Kuhn). *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 27(3), 131–139.

Yanti, Y. (2015). Peroxidase enzyme activity of rhizobacteria-introduced shallots bulbs to induce resistance of shallot towards bacterial leaf blight (*Xanthomonas axonopodis* pv *Allii*). *Procedia Chemistry*, 14(February), 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.067>

Yu, Y., Gui, Y., Li, Z., Jiang, C., Guo, J., & Niu, D. (2022). Induced systemic resistance for improving plant immunity by beneficial microbes. *Plants*, 11(3), 1–19. <https://doi.org/10.3390/plants11030386>