

Karakter Agronomi dan Fisiologi Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L. Cv Inpari Unsoed 79 Agritan) yang Terinfeksi *Xanthomonas Oryzae* Pv. *Oryzae* dan Diinokulasi *Rhizobacteria* Indigenous Lahan Salin

Agronomic and Physiological Traits of Rice (*Oryza sativa* L. Cv Inpari Unsoed 79 Agritan) Infected *Xanthomonas Oryzae* Pv. *Oryzae* and Inoculated *Rhizobacteria* Indigenous Saline Soil

Prastowo Aji Budi Hutomo¹, dan Purwanto^{2*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

²Laboratorium Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. dr. Soeparno KP 125, Karangwangkal, Purwokerto 53122, Jawa Tengah, Indonesia

*E-mail : purwanto.unsoed@gmail.com

ABSTRACT

Rhizobacteria are a group of rhizosphere bacteria that lives in the soil around plant roots. The halotolerant Rhizobacteria that live in saline soil can colonize the plant's rhizosphere in the presence of root exudates. The association of rhizobacteria and plant roots can promote plant growth of the rice and it's resistance to leaf blight disease through the production of IAA phytohormones at the root and stimulate the induction systemic resistance of the plant. This research aims to examine the effect of Rhizobacteria indigenous saline inoculation on paddy growth and yield and obtain Rhizobacteria isolates that effectively increase rice growth and yield and reduce the development of rice leaf blight disease in high salinity conditions. The research was conducted at the Agronomy and Horticulture Laboratory, Bacteriology Laboratory, and Screen House Experimental Farm, Faculty of Agriculture UNSOED in March – June 2021. The study was applied a single-factor Randomized Block Design (RAK) with 8 treatment levels and repeated three times. The treatments that were tested in this study included control, control of Xoo infection, and inoculation of isolates JA1, JB1, JB2, JD1, JE1, R08, R011 infected with Xoo bacteria on AB Mix liquid medium with salinity content (EC) of 5.5 dS.m⁻¹. Inoculation of Rhizobacteria isolates was able to increase paddy (Inpari Unsoed 79 Agritan) growth in plant biomass, total root length, leaf area, leaf chlorophyll content, net assimilation rate (NAR), number of tillers, and plant height of rice respectively by 142.5%, 106.9%, 68.2%, 34.3%, 64.7%, 61.7%, and 23.7%. Inoculation of Rhizobacteria isolates was able to increase rice yields in grain weight per clump, the weight of 1000 seeds, and harvest index by 47.5%, 10%, and 18,5%. In addition, inoculation of Rhizobacteria isolates was able to reduce grain voidness by 15% and suppress the intensity of leaf blight disease by 12.4%.

Keywords : bacterial leaf blight, rice, *Rhizobacteria*, rice, saline, yield

Disubmit : 22 September 2021; **Diterima :** 22 Maret 2022; **Disetujui :** 22 Februari 2023

PENDAHULUAN

Komoditas padi memiliki peranan penting dan strategis bagi masyarakat Indonesia, utamanya sebagai bahan makanan pokok, pendorong sektor perekonomian nasional, maupun dalam aspek ketahanan pangan nasional (Mariyani et al, 2017). Beras menjadi sebagai sumber sumber karbohidrat utama dalam pola



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

konsumsi harian masyarakat Indonesia (Susilawati et al, 2016). (Kementan, 2020) mencatat bahwa beberapa tahun terakhir telah terjadi penurunan luas panen 6,15% dan produksi padi nasional juga mengalami penurunan sebesar 7,76%. Disisi lain luasan lahan sawah di Indonesia mengalami penurunan sebesar 8,39% (BPS, 2018).

Penurunan luasan sawah baku dapat mengancam ketahanan pangan kedepan. Strategi kedepan dalam meningkatkan produksi padi nasional adalah pemanfaatan sumberdaya lahan substitusi, khususnya potensi lahan marginal. Lahan salin merupakan lahan sub optimal yang berpotensi untuk budidaya padi di Indonesia (Suhartini dan Harjosudarmo, 2017). Indonesia memiliki luasan total area lahan salin sebesar 11,03 juta ha dengan luas potensial untuk budidaya pertanian sebesar 9,31 juta ha. Namun, pemanfaatan lahan salin untuk bidang pertanian masih berada di kisaran 32% (2,98 juta ha) dari luas potensial (Sarwani, 2013). Lahan salin memiliki karakter tanah dengan kadar kegaraman tinggi disebabkan karena intrusi dari air laut (Kusrachdiyanti et al. 2020). Tanah dengan salinitas tinggi memiliki nilai daya hantar listrik (DHL) di atas 4 dS.m⁻¹ akibat tingginya kadar ion garam berupa Na, Ca, dan Mg dalam tanah (Athallah et al., 2018). Kondisi tersebut membuat tanaman yang hidup di lahan salin mengakumulasi ion-ion garam (Na) secara berlebihan (Yunita et al., 2018), sehingga tanaman mengalami cekaman osmotik. Serapan hara pada akar tanaman dapat terhambat akibat persaingan antara ion Na⁺ dari NaCl yang masuk jaringan tanaman dengan kation dari hara dalam tanah (Kaya, 2013). Rendahnya serapan hara berdampak terganggunya proses fisiologis tanaman, pertumbuhan dan menurunkan produktivitas tanaman. Karakter tanah dengan salinitas tinggi berpotensi menimbulkan kehilangan hasil sebesar 50% (Pranata dan Kurniasih, 2019).

Pendekatan biologi dalam pemanfaatan lahan salin dapat dilakukan dengan penanaman varietas tahan atau toleran salin. Varietas Inpari Unsoed 79 Agritan merupakan padi yang memiliki karakter toleran terhadap cekaman salinitas tinggi hingga nilai DHL sebesar ± 12 dS.m⁻¹. Namun, varietas ini memiliki rerata hasil panen rendah berkisar $\pm 4,9$ ton.ha⁻¹ dan rentan akan serangan hawar daun bakteri (HDB) (Kementan, 2020). Upaya peningkatan produktivitas padi dan menekan perkembangan HDB padi di lahan salin dapat dilakukan secara biologis melalui penggunaan *Rhizobacteria* halotoleran sebagai agensia hayati. (Maulina et al., 2015) melaporkan bahwa PGPR dapat sebagai agensia hayati yang secara tidak langsung dapat menekan serangan HDB. Mekanisme PGPR dalam mengendalikan serangan penyakit tanaman dapat melalui produksi metabolit sekunder, antibiotik, siderofor, kompetisi hara, antagonisme dan induksi ketahanan tanaman (Nurkartika et al., 2017).

Rhizobacteria toleran salin (halotoleran) mampu mengkolonisasi perakaran tanaman dengan populasi tinggi dengan tanaman melepas eksudat akar (Kusrachdiyanti et al., 2020). *Rhizobacteria* memiliki habitat di tanah sekitar perakaran tanaman dan berasosiasi dengan akar tanaman yang berdampak positif memacu pertumbuhan tanaman melalui peningkatan fiksasi nitrogen, melarutkan fosfat dan memacu produksi IAA (*Indole Acetyl Acid*) pada akar (Abbas et al., 2019). Hormon IAA mampu meningkatkan serapan hara pada akar, pertumbuhan vegetatif tanaman dan ketahanan kondisi salinitas tinggi melalui produksi osmolit yang berperan sebagai *osmoprotektan* dalam kondisi cekaman osmotik (Zainudin et al., 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat agronomi dan fisiologi tanaman padi yang terinfeksi hawar daun bakteri yang dinokulasi *Rhizobacteria* indigenus lahan salin.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di *Screen House* Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, pada ketinggian ± 100 m dpl, mulai bulan Maret sampai dengan bulan Juni 2021. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tiga kali ulangan. Perlakuan yang dicoba adalah isolat *Rhizobacteria* indigenus lahan salin Pantai Jetis yang inokulasikan pada tanaman padi. Isolat yang dicoba terdiri dari isolat JA1, JB1, JB2, JD1, JE1, R08, R011 dan kontrol (tanpa inokulasi *Rhizobacteria*). Total unit percobaan sebanyak 24 unit percobaan dengan jumlah setiap unit

percobaan terdiri dari 6 rumpun tanaman padi. Inokulasi *Xanthomonas oryzae* (*Xoo*) dilakukan pada umur 45 hst dengan metode pengguntingan daun. Pengguntingan dilakukan dengan cara menggunting sepanjang 1 cm dari ujung daun dengan gunting steril yang sudah dicelupkan kedalam suspensi *Xoo*. Setelah daun digunting kemudian disungkup menggunakan plastik. Inokulasi isolate *Rhizobacteria* dilakukan dengan menambahkan sebanyak 1 ml/l media dengan kerapatan bakteri diatas 10^7 cfu/ml. Varietas yang digunakan adalah Inpari Unsoed 79 Agritan yang dibudidayakan pada medium cair AB Mix dalam sistem hidroponik apung dengan kadar salinitas (DHL) air nutrisi sebesar 5,5 dS.m⁻¹.

Variabel yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah anakan per rumpun, bobot kering tanaman panjang akar total (Bohn, 1979), luas daun (Gomez, 1976), luas daun spesifik (LDS) (Yudono & Muljanto, 1998), laju asimilasi bersih (LAB) (Yudono & Muljanto, 1998), indeks stomata (lebar bukaan dan bentuk), kadar klorofil (Arnon, 1949) dan intensitas serangan HDB ((Yuriyah et al., 2016). Variabel hasil dan komponen hasil yang diamati antara lain jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah per malai, bobot 1000 biji, bobot gabah per rumpun, persentase gabah hampa dan indeks panen (IP). Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan ANOVA, dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan DMRT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inokulasi isolat *Rhizobacteria* asal tanah salin mampu menurunkan intensitas serangan hawar daun bakteri pada tanaman kondisi salinitas tinggi (Tabel 1). Tanaman padi dengan perlakuan inokulasi isolat JB2, R11, dan R08 menunjukkan intensitas serangan yang lebih rendah dibandingkan kontrol diinfeksi dengan *Xanthomonas oryzae* (*Xoo*) dan perlakuan lainnya berturut-turut sebesar 42,96%; 42,83%; dan 39,31%; sedangkan pada perlakuan kontrol diinfeksi *Xoo* sebesar 55,09%. Perlakuan inokulasi isolat JA2, JB1, JD1, dan JE1 memiliki intensitas *Xoo* yang tidak berbeda dengan perlakuan kontrol diinfeksi *Xoo*. Inokulasi PGPR isolat JB2, R11, dan R08 mampu meningkatkan kemampuan menekan intensitas serangan HDB hingga 12,4% terhadap perlakuan kontrol infeksi *Xoo* pada masa inkubasi 8 msi dalam kondisi salinitas tinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh inokulasi *Rhizobacteria* indigenous lahan salin terhadap intensitas serangan hawar daun bakteri (HDB) tanaman padi (*Oryza sativa* L. cv. Inpari Unsoed 79 Agritan)

Perlakuan	Intensitas Serangan <i>Xoo</i> (%)
K (<i>Xoo</i>)	55,09 a
JA2	45,87 ab
JB1	48,63 ab
JB2	42,69 b
JD1	48,17 ab
JE1	47,52 ab
R08	39,31 bc
R11	42,83 b

Keterangan : msi (minggu setelah inokulasi); Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom variabel dan perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT 5% dengan data intensitas serangan *Xoo* ditransformasikan ke dalam bentuk Arcsin (x).



Gambar 1. Perbandingan intensitas serangan dan gejala HDB padi (*Oryza sativa* L.); (a) Perlakuan kontrol *Xoo* tanpa inokulasi isolat PGPR; (b) Tanaman padi dengan perlakuan inokulasi isolat JB2; (c) Gejala bercak hijau kelabu memanjang dan kering pada daun masa inkubasi 6 msi fase pengisian bulir.

Perbedaan intensitas serangan hawar daun bakteri yang signifikan antara perlakuan inokulasi isolat *Rhizobacteria* dengan kontrol diinfeksi *Xoo* mengindikasikan terjadinya peningkatan ketahanan tanaman terhadap infeksi bakteri *Xoo* pada perlakuan inokulasi *Rhizobacteria* (Gambar 1). *Rhizobacteria* dapat berperan memediasi pengendalian penyakit tanaman secara biologis dengan memunculkan respon induksi ketahanan sistemik pada tanaman terhadap infeksi penyakit (Udayashankar et al., 2011). Induksi resistensi sistemik adalah fenomena yang meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen setelah stimulus eksternal. Ketahanan ini merupakan respon alami perlindungan tanaman, bukan untuk mengeliminasi patogen, melainkan aksi mekanisme pertahanan tanaman, yang dapat distimulasi dengan menghubungkan akar dengan bakteri PGPR (Khaeruni et al., 2014). PGPR mampu memicu ISR pada tanaman dengan memperkuat struktural dinding sel tanaman atau dengan mengubah reaksi fisiologis dan biokimia inang yang menyebabkan tanaman memproduksi sinyal kimia pertahanan seperti kitinase, peroksidase, dan inhibitor proteinase (Kannoja et al., 2019). (Elusamy et al., 2013) menambahkan PGPR dapat sebagai agen biokontrol penyakit hawar daun bakteri. Hasil riset (Agustiansyah et al., 2013) melaporkan bahwa isolat bakteri PGPR menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang secara tidak langsung dapat menghambat pertumbuhan *Xoo* pada uji aplikasi skala rumah kaca. Selain itu, (Zamzami et al., 2014) melaporkan dalam hasil risetnya bahwa aplikasi *Rhizobacteria* sebagai agen hayati mengendalikan keparahan HDB pada padi mulai dari 10%.

Tabel 2. Pengaruh inokulasi *Rhizobacteria* indigenous lahan salin terhadap perakaran dan biomassa tanaman padi (*Oryza sativa* L. cv. Inpari Unsoed 79 Agritan)

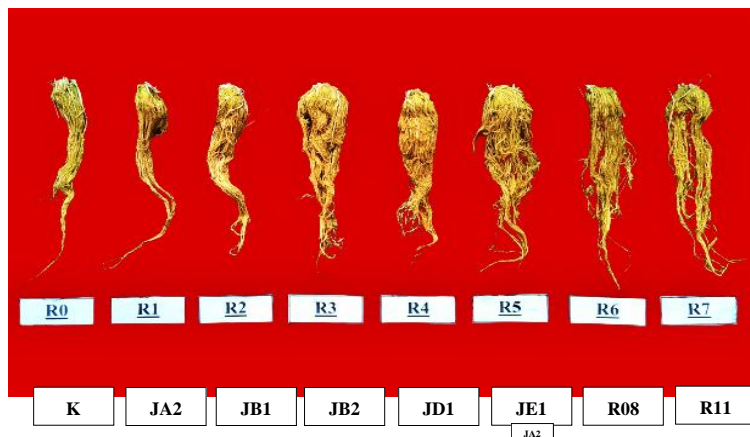
Perlakuan	Biomassa Akar (g)		Biomassa Tajuk (g)		Biomassa Total (g)		Panjang Akar Total 8 mst (cm)
	5 mst	8 mst	5 mst	8 mst	5 mst	8 mst	
K (<i>Xoo</i>)	0,067 b	0,438 d	0,403 b	1,993 b	0,470 b	2,432 c	3324,6 c
JA2	0,080 b	0,407 d	0,540 b	2,088 b	0,620 b	2,495 c	3713,7 bc
JB1	0,090 b	0,438 d	0,447 b	1,885 b	0,537 b	2,323 c	3178,4 c
JB2	0,147 a	0,820 ab	0,815 a	3,800 a	0,962 a	4,619 a	5694,0 a
JD1	0,100 ab	0,763 abc	0,590 b	3,592 a	0,690 b	4,355 ab	5552,0 ab
JE1	0,103 ab	0,507 cd	0,570 b	2,568 ab	0,673 b	3,076 bc	4463,0 abc
R08	0,093 b	0,616 bcd	0,560 b	2,767 ab	0,653 b	3,383 abc	4687,4 abc
R11	0,110 ab	0,946 a	0,597 b	3,795 a	0,707 b	4,741 a	5418,2 ab

Keterangan : mst (minggu setelah tanam); Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom variabel dan perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata dalam DMRT 5% dengan data variabel panjang akar total 8 mst ditransformasikan ke dalam bentuk \sqrt{x} .

Inokulasi *Rhizobacteria* asal tanah salin mampu meningkatkan biomassa akar dan panjang akar total padi pada kondisi cekaman salinitas tinggi (Tabel 2). Biomassa akar tanaman pada umur 8 mst pada perlakuan inokulasi isolat JB2, JD1, dan R11 memiliki biomassa akar lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya dengan biomassa masing-masing sebesar 0,820, 0,763, dan 0,946 gram, sedangkan pada

perlakuan kontrol sebesar 0,438 gram. Perlakuan inokulasi isolat JA2, JB1, JE1, dan R08 memiliki biomassa yang tidak berbeda dengan kontrol yang diinfeksi *Xoo*. Inokulasi isolat JB2, JD1, dan R11 mampu meningkatkan biomassa akar tanaman secara berurutan sebesar 87,2%; 74,2%; dan 115,9% terhadap perlakuan kontrol infeksi *Xoo* pada fase puncak vegetatif 8 mst (Tabel 2).

Panjang akar total tanaman pada umur 8 mst menunjukkan inokulasi isolat JB2, JD1, dan R11 memiliki panjang akar total lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya dengan panjang akar total masing-masing sebesar 5694, 5552, dan 5418,2 cm, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 3324,6 cm. Perlakuan inokulasi isolat JB1 memiliki biomassa yang tidak berbeda dengan kontrol yang diinfeksi *Xoo* ataupun tanpa infeksi. Hasil secara keseluruhan perlakuan inokulasi isolat bakteri JB2, JD1 dan R11 pada perakaran padi mampu meningkatkan panjang akar total secara berurutan sebesar 71,2%, 67,1% dan 62,9% terhadap perlakuan kontrol yang diinfeksi *Xoo* pada kondisi salinitas tinggi dengan rerata akar terpanjang sebesar 5694 cm pada inokulasi isolat JB2 (Tabel 2). Hasil penelitian tersebut selaras dengan pernyataan (Junianti, Proklamasiningsih and Purwanto, 2020) pada pengaplikasian isolat penelitian sebelumnya bahwa inokulasi isolat PGPR asal tanah salin dapat meningkatkan panjang akar hingga 108 % dan bobot kering akar hingga 149 %.



Gambar 2. Perbandingan akar tanaman padi (*Oryza sativa* L.) umur 8 mst antar perlakuan isolat *Rhizobacteria* indigenous lahan salin; (R0) kontrol infeksi *Xoo*; (R1) isolat JA2; (R2) isolat JB1; (R3) isolat JB2; (R4) isolat JD1; (R5) isolat JE1; (R6) isolat R08; (R7) isolat R11.

Biomassa tajuk tanaman padi pada fase vegetatif puncak umur 8 mst dengan perlakuan inokulasi isolat JB2, JD1, R11, JE1 dan R08 menunjukkan biomassa yang lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya dengan biomassa tajuk masing-masing sebesar 3,800, 3,592, 3,795, 2,568, dan 2,767 gram, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 1,993 gram. Perlakuan antara inokulasi isolat JA2 dan JB1 memiliki biomassa yang tidak berbeda dengan tanaman kontrol yang diinfeksi *Xoo*. Inokulasi isolat JB2, JD1 dan R11 secara berurutan mampu meningkatkan biomassa tajuk umur tanaman 8 mst hingga 90,6%, 80,2%, dan 90,4% pada perlakuan kontrol infeksi *Xoo* kondisi salinitas tinggi (Tabel 2).

Biomassa total umur 8 mst menunjukkan hasil tertinggi pada inokulasi isolat JB2, JD1 dan R11 yang masing-masing secara berurutan mampu meningkatkan biomassa total sebesar 136,3%, 122,8%, dan 142,5% terhadap perlakuan kontrol, sedangkan terhadap perlakuan kontrol infeksi *Xoo* secara berurutan meningkatkan biomassa total sebesar 89,9%, 79,1%, dan 94,9% pada kondisi salinitas tinggi (Tabel 2). Hasil tersebut sesuai pernyataan (Junianti, Proklamasiningsih and Purwanto, 2020) bahwa inokulasi PGPR asal tanah salin meningkatkan bobot kering tajuk sebesar 131% dan bobot brangkas total tanaman sebesar 130% pada kondisi salinitas tinggi. Perlakuan inokulasi isolat *Rhizobacteria* pada tanaman padi menunjukkan visual tajuk tanaman yang berbeda pada kondisi cekaman salinitas tinggi.

Inokulasi PGPR asal tanah salin meningkatkan luas daun padi pada kondisi cekaman salinitas tinggi. Perlakuan inokulasi PGPR isolat JB2, R08 dan R11 memberikan luas daun lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya dengan luas daun masing-masing sebesar 66,50; 58,97; dan 64,10 cm², sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 47,71 cm². Perlakuan antara inokulasi isolat JA2, JD1 dan JE1 memiliki luas daun tanaman yang tidak berbeda, sementara isolat JB1 memiliki luas daun yang tidak berbeda dengan kontrol *Xoo* (Tabel 3). Inokulasi isolat JB2, R08 dan R11 mampu meningkatkan luas daun padi secara berurutan sebesar 39,3%, 23,6%, dan 34,3% terhadap perlakuan kontrol infeksi *Xoo* dengan luas daun padi tertinggi sebesar 66,55 cm² pada perlakuan inokulasi isolat JB2 (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh inokulasi *Rhizobacteria* indigenous lahan salin terhadap karakter daun tanaman padi (*Oryza sativa* L. cv. Inpari Unsoed 79 Agritan)

Perlakuan	Luas Daun Umur 8 mst (cm ²)	LDS Umur 8 mst (cm ² .g ⁻¹)	Lebar Bukaan Stomata (µm)
K (<i>Xoo</i>)	47,71 bcd	365,3 a	4,98 a
JA2	51,57 abcd	404,1 a	5,69 a
JB1	44,15 dc	366,1 a	5,41 a
JB2	66,55 a	435,6 a	5,84 a
JD1	56,93 abcd	441,9 a	5,70 a
JE1	51,49 abcd	395,4 a	5,27 a
R08	58,97 abc	432,4 a	5,56 a
R11	64,10 ab	421,1 a	5,56 a

Keterangan : mst (minggu setelah tanam); Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom variabel dan perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata dalam *DMRT* 5%.

Inokulasi isolat *Rhizobacteria* tidak berpengaruh terhadap peningkatan luas daun spesifik (LDS) (Tabel 3). Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa inokulasi isolat PGPR memberikan bobot daun yang tidak berbeda meskipun antar perlakuan isolat memiliki luasan daun yang tidak sama. Luas daun spesifik (LDS) tanaman menggambarkan efisiensi asimilat yang dihasilkan oleh daun dalam berfotosintesis (Nasrudin and Firmansyah, 2020). Peningkatan LDS mengindikasikan daun semakin tipis (Setyowati et al., 2014). Hal serupa juga terdapat pada pengamatan stomata daun yang menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap lebar bukaan stomata daun padi (Tabel 3). Hal ini diduga akibat kesamaan faktor pengaturan kadar salinitas yang diterapkan dalam media tumbuh antar perlakuan isolat PGPR pada skala salinitas 5,5 dSm⁻¹. Selain itu, faktor lingkungan seperti kadar CO₂ di udara, intensitas cahaya, kelembapan, suhu dapat mempengaruhi lebar bukaan stomata daun tanaman.

Tabel 4. Pengaruh inokulasi *Rhizobacteria* indigenous lahan salin terhadap fisiologis tanaman padi (*Oryza sativa* L. cv. Inpari Unsoed 79 Agritan)

Perlakuan	Kandungan Klorofil Daun (mg.g ⁻¹)			Kehijauan Daun (SPAD)	LAB (g.dm ⁻² .minggu ⁻¹)
	a	b	Total		
K (<i>Xoo</i>)	1,864 bc	0,796 a	2,660 b	47,10 ab	1,857 bc
JA2	1,797 c	0,807 a	2,604 b	49,07 a	1,604 c
JB1	2,321 ab	1,093 a	3,414 ab	47,07 ab	1,638 c
JB2	1,866 bc	1,026 a	2,891 ab	48,50 a	2,632 a
JD1	2,210 abc	1,252 a	3,461 ab	48,13 a	2,688 a
JE1	1,711 c	0,897 a	2,609 b	48,80 a	1,944 b
R08	2,105 abc	1,170 a	3,274 ab	49,07 a	1,946 b
R11	2,377 a	1,306 a	3,682 a	49,23 a	2,690 a

Keterangan : mst (minggu setelah tanam); LAB (umur padi 3 – 8 mst); Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom variabel dan perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata dalam *DMRT* 5%.

Inokulasi isolat JB1, JD1, R08 dan R11 memberikan kadar klorofil a yang lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya dengan kandungan klorofil a daun secara berurutan sebesar 2,321; 2,210;

2,105 dan 2,377 mg.g⁻¹, sedangkan pada kontrol sebesar 1,864 mg.g⁻¹ (Tabel 4). Perlakuan inokulasi isolat JA2, JE1 dan JB2 memiliki kandungan klorofil a yang tidak berbeda dengan perlakuan kontrol yang diinfeksi Xoo. Inokulasi isolat JB1 dan R11 mampu meningkatkan kandungan klorofil a daun masing-masing hingga 24,5% dan 27,5% terhadap perlakuan kontrol infeksi Xoo dalam kondisi salinitas tinggi dengan klorofil a tertinggi sebesar 2,377 mg.g⁻¹ pada inokulasi isolat R11 (Tabel 4).

Kandungan klorofil total daun tanaman dengan inokulasi isolat JB1, JB2, JD1, R08, dan R11 memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lain masing-masing sebesar 3,414; 2,891; 3,461; 3,274 dan 3,682 mg.g⁻¹, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 2,660 mg.g⁻¹. Perlakuan inokulasi isolat JA2 dan JE1 memiliki kandungan klorofil total yang tidak berbeda dengan kontrol yang diinfeksi Xoo (Tabel 4). Inokulasi isolat JB1, JB2, JD1, R08, dan R11 mampu meningkatkan klorofil total daun masing-masing sebesar 28,3%, 8,7%, 30,1%, 23,1% dan 38,4% terhadap perlakuan kontrol yang diinfeksi Xoo dengan kandungan klorofil total tertinggi sebesar 3,682 mg.g⁻¹ pada isolat R11 (Tabel 4). Hasil tersebut selaras dengan pernyataan (Nababan, Sudana and Singarsa, 2020) bahwa inokulasi PGPR berpengaruh pada peningkatan kandungan klorofil daun padi. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan kandungan klorofil b tidak berbeda nyata antar perlakuan inokulasi isolat PGPR maupun dengan perlakuan kontrol. Daun tanaman memiliki kandungan klorofil b lebih rendah dibandingkan kandungan klorofil a dan total (Tabel 4).

Hasil analisis kandungan klorofil daun berbanding lurus dengan nilai SPAD kehijauan daun padi yang menunjukkan inokulasi isolat R11, R08, JA2, JD1, JB2, dan JE1 memiliki kehijauan daun lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya. Inokulasi *Rhizobacteria* indigenus lahan salin mampu meningkatkan kehijauan daun padi hingga 8% terhadap perlakuan kontrol dalam kondisi salinitas tinggi dengan nilai SPAD tertinggi sebesar 49,23 pada inokulasi isolat R11 (Tabel 4). Hal tersebut selaras dengan pernyataan (Junianti, Proklamasiningsih and Purwanto, 2020) bahwa inokulasi isolat PGPR meningkatkan kehijauan daun sebesar 19% pada kondisi media salinitas tinggi. Peningkatan kehijauan daun menunjukkan kadar klorofil tanaman semakin tinggi.

Berdasarkan hasil analisis laju asimilasi bersih menunjukkan inokulasi isolat *Rhizobacteria* mampu meningkatkan laju asimilasi bersih tanaman padi hingga 64,7% pada umur tanaman 3 – 8 mst dalam kondisi cekaman salinitas tinggi. Hasil penelitian menunjukkan inokulasi isolat R11, JD1 dan JB2 menghasilkan laju asimilasi bersih (LAB) lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya masing-masing sebesar 2,632; 2,688 dan 2,690 g.dm⁻².minggu⁻¹, sedangkan pada kontrol sebesar 1,857 g.dm⁻².minggu⁻¹. Inokulasi isolat JA2, JB1, JE1 dan R08 menunjukkan laju asimilasi bersih (LAB) yang tidak berbeda dengan kontrol perlakuan yang diinfeksi Xoo (Tabel 4). Inokulasi isolat JB2, JD1 dan R11 mampu meningkatkan LAB tanaman secara berurutan sebesar 41,7%, 44,7% dan 43,4% terhadap perlakuan kontrol infeksi Xoo dengan LAB tertinggi sebesar 2,690 g.dm⁻².minggu⁻¹ pada inokulasi isolat R11 (Tabel 4).

Tabel 5. Pengaruh inokulasi *Rhizobacteria* indigenus lahan salin terhadap tinggi dan jumlah anakan per rumpun tanaman padi (*Oryza sativa* L. cv. Inpari Unsoed 79 Agritan)

Perlakuan	Tinggi Tanaman Umur (cm)			Jumlah Anakan per Rumpun Umur		
	4 mst	6 mst	8 mst	4 mst	6 mst	8 mst
K (Xoo)	38,44 abc	62,11 abc	83,78 b	3,00 a	3,33 c	5,33 bc
JA2	39,40 abc	62,95 abc	89,32 ab	3,00 a	4,00 abc	5,33 bc
JB1	35,71 c	56,84 bc	85,51 b	3,00 a	3,67 bc	5,33 bc
JB2	40,68 a	71,26 a	104,02 a	3,00 a	4,67 ab	7,00 a
JD1	40,17 a	69,69 a	95,29 ab	3,00 a	4,00 abc	5,67 abc
JE1	40,10 ab	69,74 a	95,72 ab	3,00 a	4,67 ab	5,67 abc
R08	40,05 ab	67,05 ab	97,38 ab	3,00 a	4,33 abc	5,33 bc
R11	41,07 a	71,83 a	101,88 a	3,00 a	5,00 a	6,67 ab

Keterangan : mst (minggu setelah tanam); Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom variabel dan perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata dalam *DMRT* 5%.

Inokulasi *Rhizobacteria* asal tanah salin meningkatkan tinggi tanaman padi yang terinfeksi hawar daun bakteri pada kondisi salinitas tinggi. Inokulasi dengan isolat JA2, JB2, JD1, JE1, R08 dan R11 menghasilkan tajuk tanaman yang lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya masing-masing sebesar 89,32; 104,02; 95,29; 95,72; 97,38 dan 101,88 cm, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 83,78 cm. Perlakuan inokulasi isolat JB1 memiliki tinggi tanaman yang tidak berbeda dengan kontrol yang diinfeksi *Xoo* (Tabel 5).

Inokulasi isolat JB2, JD1, JE1, R08 dan R11 mampu meningkatkan tinggi tanaman padi secara berurutan sebesar 24,2%, 13,7%, 14,2%, 16,2% dan 21,6% terhadap perlakuan kontrol yang infeksi *Xoo* dalam kondisi salinitas tinggi dengan tanaman padi tertinggi sebesar 104,02 cm pada perlakuan inokulasi isolat JB2 (Tabel 5). Hal tersebut diperkuat dengan hasil penelitian (Junianti, Proklamasingih and Purwanto, 2020) bahwa inokulasi isolat PGPR asal tanah salin meningkatkan tinggi tanaman hingga 21 % pada pertumbuhan vegetatif maksimum padi umur 8 mst. Amri, Bahri dan Nadilla, (2021) melaporkan bahwa inokulasi PGPR dapat meningkatkan tinggi tanaman padi gogo.

Hasil pengamatan jumlah anakan padi umur 8 mst menunjukkan inokulasi isolat JB2, JD1, JE1 dan R11 mampu menghasilkan anakan lebih banyak dibandingkan kontrol dan perlakuan isolat lainnya dengan rerata jumlah anakan secara berurutan sebesar 7,00, 5,67, 5,67 dan 6,67 anakan, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 5,33 anakan. Perlakuan inokulasi isolat JA2, JB1 dan R08 menghasilkan jumlah anakan yang tidak jauh berbeda dengan tanaman kontrol yang diinfeksi *Xoo* (Tabel 5). Inokulasi isolat JB2, JD1, JE1 dan R11 mampu meningkatkan jumlah anakan secara berurutan sebesar 61,7%; 30,9%; 30,9% dan 54,1% terhadap perlakuan kontrol infeksi *Xoo* dalam kondisi salinitas tinggi dengan jumlah anakan maksimum terbanyak 7 anakan per rumpun pada perlakuan inokulasi isolat JB2 (Tabel 5).

Tabel 6. Pengaruh inokulasi *Rhizobacteria* indigenous lahan salin terhadap produktivitas dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L. cv. Inpari Unsoed 79 Agritan)

Perlakuan	Jumlah anakan produktif	Panjang malai (cm)	Jumlah gabah per malai (bulir)	Bobot 1000 biji (g)	Bobot gabah per rumpun (g)	Gabah hampa (%)	Indek panen (IP) (%)
K (<i>Xoo</i>)	3,33 a	21,74 a	85,37 a	19,700 b	2,889 bc	38,48 a	48,85 c
JA2	3,33 a	20,50 a	70,88 a	21,183 a	2,956 bc	27,33 cd	53,24 bc
JB1	3,08 a	21,67 a	64,52 a	20,683 ab	2,535 c	30,37 abcd	54,45 bc
JB2	3,58 a	24,59 a	95,94 a	20,917 ab	4,385 ab	32,90 abc	55,30 abc
JD1	3,50 a	23,94 a	81,32 a	21,750 a	4,642 a	28,80 bcd	63,11 a
JE1	3,16 a	22,69 a	89,95 a	21,150 a	3,385 abc	36,25 abc	52,62 bc
R08	3,33 a	21,14 a	85,54 a	21,467 a	3,425 abc	23,89 d	60,04 ab
R11	3,75 a	24,10 a	98,06 a	20,567 ab	3,457 abc	37,61 ab	51,13 bc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom variabel dan perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata dalam *DMRT* 5% dengan data variabel persentase gabah hampa ditransformasikan ke dalam bentuk Arcsin (x).

Berdasarkan hasil penelitian inokulasi isolat *Rhizobacteria* indigenous lahan salin tidak berpengaruh terhadap jumlah anakan produktif, panjang malai dan jumlah gabah per malai padi yang terserang HDB dalam kondisi salinitas tinggi (Tabel 6). Hal ini diduga akibat faktor cekaman salinitas tinggi pada media tumbuh pada taraf sama sebesar 5,5 dSm⁻¹ yang dapat mengakibatkan transformasi proses fisiologis tanaman dalam menjaga keseimbangan alokasi asimilat hasil fotosintesis antara perkembangan tanaman (fase primordial bunga) dan *survive* tanaman dalam kondisi cekaman salinitas tinggi. Salinitas tinggi menyebabkan tanaman mengalami keracunan ion Na⁺ dan Cl⁻ menyebabkan cekaman osmotik dan ionik pada sel sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Arifiani, Kurniasih and Rogomulyo, 2018). Ion-ion

garam yang terakumulasi dalam tajuk tanaman akan menjadi toksik apabila melebihi ambang batas toleransi galur padi. Menurut (Jha and Subramanian, 2014) toksisitas ion garam berdampak menurunkan fungsi fisiologis dan metabolisme tanaman seperti metabolisme, pembelahan sel, produksi hormon, dan aktivitas enzimatis.

Berdasarkan variabel hasil, inokulasi *Rhizobacteria* asal tanah salin meningkatkan bobot 1000 biji padi Inpari Unsoed 79 Agritan. Tanaman padi dengan perlakuan inokulasi isolat JB1, JB2, JD1, JE1, R08, JA2 menghasilkan bobot 1000 biji lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol dengan bobot 1000 biji masing-masing sebesar 20,68; 20,92; 21,75; 21,15; 21,48; 21,18 dan 21,18 g, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 19,70 g. Semua perlakuan inokulasi isolat *Rhizobacteria* menghasilkan bobot 1000 biji lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yang diinfeksi *Xoo*. Inokulasi isolat *Rhizobacteria* mampu meningkatkan bobot 1000 biji hingga 10% pada padi Inpari Unsoed 79 Agritan yang terinfeksi hawar daun bakteri dalam kondisi cekaman salinitas tinggi (Tabel 6). Hal yang sama diungkapkan Ika dan Sumarni, (2019) dimana inokulasi *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. meningkatkan bobot 1000 biji lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa *Rhizobacteria*.

Inokulasi *Rhizobacteria* asal tanah salin meningkatkan bobot gabah per rumpun kadar air gabah 14% padi Inpari Unsoed 79 Agritan. Perlakuan inokulasi isolat JD1 dan JB2 memberikan bobot gabah per rumpun lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan isolat lainnya dengan bobot gabah per rumpun masing-masing sebesar 4,38 dan 4,64 gram, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 2,89 gram (Tabel 6). Perlakuan inokulasi isolat JA2 dan JB1 memiliki bobot gabah per rumpun yang tidak berbeda dengan kontrol yang diinfeksi *Xoo*. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan inokulasi isolat PGPR pada tanaman padi mampu meningkatkan bobot gabah per rumpun hingga 47,5% dari perlakuan kontrol pada tanaman padi yang terserang HDB dalam kondisi salinitas tinggi (Tabel 6). Hasil tersebut selaras dengan pendapat Nafiah dan Suryanto, (2019) dimana inokulasi PGPR jenis bakteri *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Azospirillum* meningkatkan serapan hara, pertumbuhan, dan hasil gabah bernas per malai pada tanaman padi.

Persentase gabah hampa pada padi Inpari Unsoed 79 Agritan dengan perlakuan inokulasi isolat *Rhizobacteria* mampu menurunkan kehampaan gabah hingga 15% dalam kondisi cekaman salinitas tinggi. Tanaman padi dengan perlakuan inokulasi isolat JA2, JD1 dan R08 memiliki kehampaan gabah yang lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol yang diinfeksi *Xoo* dan perlakuan isolat PGPR lainnya dengan kehampaan gabah masing-masing sebesar 27,3%, 28,8% dan 23,8%, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 38,5%. Perlakuan inokulasi isolat JB2 dan JE1 memiliki persentase kehampaan gabah yang tidak berbeda dengan kontrol tanpa infeksi, namun lebih tinggi daripada kontrol yang diinfeksi *Xoo* (Tabel 6). Hal tersebut selaras dengan pendapat (Damayanti dan Santosa, 2018) yang melaporkan jumlah gabah hampa mengalami menurun pada perlakuan inokulasi isolat PGPR. Peningkatan pertumbuhan pada fase vegetatif dan laju asimilat bersih tanaman menginterpretasikan laju fotosintesis tanaman. Laju fotosintesis tanaman yang meningkat akan berdampak pada produksi asimilat tanaman yang akan disimpan pada *sink* saat pengisian bulir padi.

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan inokulasi isolat *Rhizobacteria* mampu meningkatkan nilai indek panen (IP) tanaman padi dalam kondisi cekaman salinitas tinggi. Tanaman padi dengan perlakuan inokulasi isolat JB2, JD1 dan R08 memiliki nilai indek panen (IP) lebih tinggi dibandingkan tanpa inokulasi dan inokulasi isolat lainnya dengan IP tanaman masing-masing sebesar 55,30%, 63,11% dan 60,04%, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 48,85% (Tabel 6). Perlakuan inokulasi isolat JA2, JB1, JE1 dan R11 memiliki indek panen yang tidak berbeda dengan tanaman kontrol yang diinfeksi *Xoo*. Inokulasi isolat *Rhizobacteria* indigenous lahan salin mampu meningkatkan indek panen (IP) padi Inpari Unsoed 79 Agritan yang terserang HDB hingga 18,5% terhadap kontrol pada kondisi cekaman salinitas tinggi (Tabel 6).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah inokulasi isolat Rhizobakteri asal tanah salin dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi yang terinfeksi patogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Inokulasi isolat JB2, JD1 dan R11 menunjukkan pengaruh terbaik dalam menstimulasi pertumbuhan dan hasil serta dapat menurunkan intensitas keracunan bakteri busuk daun hingga 12,4%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, R., Rasul, S., Aslam, K., Baber, M., Shahid, M., Mubeen, F. & Naqqash, T., 2019. Halotolerant PGPR: A hope for cultivation of saline soils. *Journal of King Saud University - Science*, 31(4), pp. 1195–1201. doi: 10.1016/j.jksus.2019.02.019.
- Agustiansyah, Ilyas, S., Sudarsono & Machmud, M., 2013. Karakterisasi rizobakteri yang berpotensi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. *J. HPT Tropika*, 13(1), pp. 42–51.
- Amri, Y., Bahri, S. & Nadilla, F., 2021. Response of seed Bio-invigoration with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on growth and productivity of gogo rice. *Bioeduscience*, 5(1), pp. 57–61.
- Arifiani, F.N., Kurniasih, B. & Rogomulyo, R., 2018. Pengaruh bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.) tercekam salinitas. *Vegetalika*, 7(3), pp. 30–40.
- Arnon, D., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxides in beta vulgaris. *Plant Physiology*, Volume 24, pp. 1–15.
- Athallah F.N.F., Dinar, U., Fitriatin, B.N. & Simarmata, T., 2018. Synergism bioassay of selected indigenous halotolerant phosphorhizobacteria from rice rhizosphere on saline soil ecosystem. In: *In International Conference on agribusiness, Food Agro-Technology*. IOP Publishing.
- Aw, X., Li, Z., Li, W. & Ye, Z., 2020. The effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) on arsenic accumulation and the growth of rice plants (*Oryza sativa* L.). *Chemosphere*, 242, pp. 1–8. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.125136.
- Bohn, W. 1979. *Methods of studying root systems*. New York: Springer-Verlag.
- BPS. 2018. *Luas Lahan Sawah Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Damayanti, D.I. & Santosa, M., 2018. Pengaruh biourine sapi dan PGPR pada pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas ciherang. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(5), pp. 808–814.
- Elusamy, P.V, Mmanuel, J.E.B.I. & Nanamanickam, S.S.G., 2013. Rhizosphere bacteria for biocontrol of bacterial blight and growth promotion of rice. *Rice Science*, 20(5), pp. 356–362. doi: 10.1016/S1672-6308(13)60143-2.
- Fauzan, I. 2018. Keragaman Bakteri Penghasil *Indole Acetic Acid* (IAA) di Persawahan Pantai Jetis (Skripsi). Fakultas Biologi. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Gomez. 1976. *Statistical procedures for agricultural research with emphasis on rice*. Los Banos, Philippines: International Rice Research Institute.
- Ha-tran, D.M., Nguyen, T.T.M., Hung, S.H., Huang, E. & Huang, C.C., 2021. Roles of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) in stimulating salinity stress defense in plants: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), pp. 1–38. doi: 10.3390/ijms22063154.
- Ika, A. & Sumarni, T., 2019. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk kandang pada pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(9), pp. 1602–1610.

- Jha, Y. & Subramanian, R.B., 2014. PGPR regulate caspase-like activity, programmed cell death, and antioxidant enzyme activity in paddy under salinity. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 20(2), pp. 201–207. doi: 10.1007/s12298-014-0224-8.
- Junianti, E., Proklamasiningsih, E. & Purwanto, P., 2020. Efek inokulasi PGPR terhadap pertumbuhan tanaman padi fase vegetative di media salinitas tinggi. *Jurnal Agro*, 7(2), pp. 193–202. doi: 10.15575/8057.
- Kannoja, P., Choudhary, K.K., Srivastava, A.K., & Singh, A.K. 2019. *PGPR Bioelicitors : Induced Systemic Resistance (ISR) and Proteomic Perspective on Biocontrol, PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-815879-1.00004-5.
- Kaya, E. 2013. Pengaruh Kompos Jerami dan Pupuk NPK Terhadap N-Tersedia Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) (Skripsi). Fakultas Pertanian. Universitas Pattimura. Maluku.
- Kementan. 2020. *Statistik Pertanian 2020*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Khaeruni, A., Abdul R., Syair & Adriani., 2014. Induksi ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi di lapangan menggunakan rizobakteri indigenos. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 14(1), pp. 57–63. doi: 10.23960/j.hptt.11457-63.
- Kusrachdiyanti, N.M., Khumairah, F.H., Hindersah, R. & Simarmata, T., 2020. Penjarangan dan uji hayati isolat rizobakteri penambat nitrogen pemacu tumbuh dari ekosistem tanah salin. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(2), pp. 116–125.
- Mariyani, S., Prasmatiwati, F.E. & Adawiyah, R., 2017. Ketersediaan pangan dan faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan pangan rumah tangga petani padi anggota lumbung pangan di Kecamatan Ambarawa Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Agribisnis*, 5(3), pp. 304–311.
- Maulina, N., Khalimi, K., Wirya, G. & Suprpta, D., 2015. Potensi rizobakteri yang diisolasi dari rizosfir tanaman gramineae non-padi untuk memacu pertumbuhan bibit padi. *J. Agric.Sci and Biotechmol*, 4(1), pp. 1–8.
- Nababan, T., Sudana, I.M. & Singarsa, I.D.P., 2020. Pengaruh jenis formula media pembawa dan bakteri PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dalam memacu pertumbuhan dan menekan penyakit blas (*Blast*) pada tanaman padi beras merah lokal jatiluwih. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 9(4), pp. 290–298.
- Nafiah, V.I. & Suryanto, A., 2019. Kajian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) pada berbagai tingkat aplikasi nitrogen terhadap padi gogo (*Oryza sativa* L.) varietas situ bagendit. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(7), pp. 1588–1596. Available at: <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/815>.
- Nasrudin, N. & Firmansyah, E., 2020. Analisis pertumbuhan tanaman padi varietas IPB 4S pada media tanam dengan tingkat cekaman kekeringan berbeda. *Jurnal Galung Tropika*, 9(2), pp. 154–162. doi: 10.31850/jgt.v9i2.604.
- Nurkartika, R., Ilyas, S. & Machmud, M., 2017. Aplikasi agens hayati untuk mengendalikan hawar daun bakteri pada produksi benih padi biological agents applications to control bacterial leaf blight in rice seed production. *J. Agron. Indonesia*, 45(3), pp. 235–242.
- Pranata, M. & Kurniasih, B., 2019. Pengaruh pemberian pupuk kompos jerami padi terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.) pada kondisi salin. *Vegetalika*, 8(2), pp. 95–107. doi: 10.22146/veg.45907.

- Purwanto, Agustono, T., Widjonarko, B.R. & Widiatmoko, T., 2019. Indol acetic acid production of indigenous plant growth promotion rhizobacteria from paddy soil. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 7(1), pp. 1–7. doi: 10.18196/pt.2019.087.1-7.
- Sarwani, M., 2013. Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7(1), pp. 47–55. doi: 10.2018/jsdl.v7i1.6429.
- Setyowati, M., Hidayatun, N., Sutoro & Kurniawan, H., 2014. Evaluasi karakter morfo-fisiologi sumber daya genetik padi berumur genjah. *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 2(2), pp. 66–73. doi: 10.18196/pt.2014.025.66-73.
- Suhartini, T. & Harjosudarmo, T.Z.P., 2017. Toleransi plasma nutfah padi lokal terhadap salinitas (tolerance of local rice germplasm to salinity). *Bul. Plasma Nutfah*, 23(1), pp. 51–58. Available at: <http://103.213.119.214/index.php/bpn/article/view/7987>.
- Susilawati, A., Nursyamsi, D. & Syakir, M., 2016. Optimalisasi penggunaan lahan rawa pasang surut mendukung swasembada pangan nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(1), pp. 51–64. doi: 10.2018/jsdl.v10i1.6211.
- Tolib, R., Kusmiyati, F. & Lukiwati, D.R., 2017. Pengaruh sistem tanam dan pupuk organik terhadap karakter agronomi turi dan rumput benggala pada tanah salin. *Journal of Agro Complex*, 1(2), pp. 57–64. doi: 10.14710/joac.1.2.57-64.
- Udayashankar, A.C., Nayaka, S.C., Reddy, M.S. & Srinivas, C., 2011. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria mediate induced systemic resistance in rice against bacterial leaf blight caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Biological Control*, 59(2), pp. 114–122. doi: 10.1016/j.biocontrol.2011.06.010.
- Yudono P. & Muljanto D., 1998. Kemampuan tumbuh kembali pucuk tanaman the yang dipangkas setelah tanaman mengalami cekaman kekeringan. *Ilmu Pertanian*, 6(2), pp. 28–33.
- Yunita, R., Khumaida, N., Sopandi, D. & Mariska, I., 2018. Analysis of stress saline mutant rice at in vitro condition. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 2(1), pp. 25–34.
- Yuriyah, S., Utami, D.W. & Hanarida, I., 2016. Uji ketahanan galur-galur harapan padi terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) ras III, IV, dan VIII. *Buletin Plasma Nutfah*, 19(2), pp. 53–60. doi: 10.21082/blpn.v19n2.2013.p53-60.
- Zainudin, A.L., Abadi & Aini, L.Q. 2014. Pengaruh pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (*Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*) terhadap penyakit bulai pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal HPT*, 2(1), pp. 11–18.
- Zamzami, A., Ilyas, S. & Machmud, M., 2014. Perlakuan agens hayati untuk mengendalikan hawar daun bakteri dan meningkatkan produksi benih padi sehat. *J. Agron. Indonesia*, 42(1), pp. 1–8.