

Peran bakteri fungsional tahan salin (PGPR) pada pertumbuhan padi di tanah berpasir salin

The role of Functional Bacteria Resistant Saline (PGPR) on the growth of rice in sandy soil saline

SRI WIDAWATI*

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-21-8765066/+62-21-8765062, *Email: widadomon@yahoo.com

Manuskrip diterima: 14 Agustus 2015. Revisi disetujui: 2 Oktober 2015.

Abstrak. Widawati S.2015. Peran bakteri fungsional tahan salin (PGPR) pada pertumbuhan padi di tanah berpasir salin. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1856-1860*. Bakteri fungsional tahan salin sangat penting dalam meningkatkan kualitas tanah secara biologis dan kimiawi serta berperan penting dalam siklus rantai makanan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana bakteri tahan salin berpengaruh pada pertumbuhan padi di media tanam yang bersifat salin. Penelitian dilakukan dalam rumah kaca di Puslit Biologi LIPI, Cibinong science center. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 ulangan dalam 26 kombinasi perlakuan. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa bakteri tunggal (*Azospirillum lipoferum* strain KWiL1103C) dan kombinasi ABCDE (*Bacillus megaterium* strain KWiL1.1; *Bacillus thuringiensis* strain KWiL1.2; *Bacillus pantothenicus* strain KWiL1.3; *Azospirillum lipoferum* strain KWiL1103C; *Azotobacter crococcum* strain KWiL14103) telah berperan nyata dalam pertumbuhan dan produksi padi pada tanah berpasir tergenang bersifat salin skala rumah kaca.

Kata kunci: Bakteri Fungsional, PGPR, salinitas, padi, tanah berpasir

Abstract. Widawati S.2015. The role of Functional Bacteria Resistant Saline (PGPR) on the growth of rice in sandy soil saline. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1856-1860*. Functional saline resistant bacteria is very important in improving the quality of soil biological and chemical as well as play an important role in the food chain cycle. This study was conducted to determine the extent of the saline resistant bacterial effect on the growth of rice planting medium is saline. The study was conducted in a greenhouse at the Research Center for Biology LIPI Cibinong science center. Research using completely randomized design with four replications in 26 combined treatment (A, B, C, D, E, AB, AC, AD, AE, BC, BD, BE, CD, CE, DE, ABC, ABD, ABE, BCD, BDE, CDE, ABCD, ABCE, BCDE, ABCDE, Control). Code A= *Bacillus megaterium* strain KWiL1.1; B= *Bacillus thuringiensis* strain KWiL1.2; C= *Bacillus pantothenicus* strain KWiL1.3; D= *Azospirillum lipoferum* strain KWiL1103C; E= *Azotobacter crococcum* strain KWiL14103). Results showed that a single bacterium (*Azospirillum lipoferum* strain KWiL1103C) and ABCDE combination (*Bacillus megaterium* strain KWiL1.1; *Bacillus thuringiensis* strain KWiL1.2; *Bacillus pantothenicus* strain KWiL1.3; *Azospirillum lipoferum* strain KWiL1103C; *Azotobacter crococcum* strain 14103) has a significant role in the growth and production of rice on sandy soil waterlogged and saline, scale greenhouses.

Keywords: Functional, PGPR, salinity, saline, rice, sandy soil

PENDAHULUAN

Produksi padi (beras) saat ini belum terpenuhi seperti yang diharapkan. Lahan persawahan sebagai pendukung ketahanan pangan nasional semakin lama semakin tergusur lokasinya hingga ke kawasan tepi pantai (pesisir pantai). Perluasan lahan sawah baru (ekstensifikasi) berlangsung sangat lambat (Aguz et al. 2006), sehingga hanya mampu menaikkan hasil panen kurang dari 1% pertahun (Wahyunto 2009). Pada periode Oktober 2014 sampai Maret 2015, menurut menteri pertanian Andi Amran Sulaiman akan ada tambahan areal lahan pertanian seluas 700 ribu hektar untuk dapat menghasilkan padi minimal sekitar 4 juta ton per tahun (Kompas, 21 April 2015). Namun penambahan areal tersebut sebagian besar terjadi

diluar jawa, sedangkan di Jawa dan Bali areal persawahan masih tetap tergusur hingga ke pesisir pantai. Diketahui bahwa lahan tepi pantai tanahnya bersifat salin, basa, kurang subur miskin hara khususnya hara esensial seperti N dan P, diperlukan trik dan teknik tertentu untuk dapat menanam khususnya tanaman padi di lahan tersebut. Salah satu cara sederhana adalah dengan pemupukan. Areal tepi pantai sebagian besar ada di wilayah perkotaan sehingga harus memelihara ekosistemnya, maka diperlukan pupuk yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan bakteri potensial *biofertilizer*. Salah satunya adalah bakteri fungsional. Bakteri tersebut harus mempunyai kemampuan beradaptasi pada tanah salin, memproduksi hormon tumbuh dan dapat menyediakan unsur N dan P.

Bakteri fungsional berpotensi sebagai *biofertilizer* dan merupakan bakteri yang dapat memperbaiki kualitas tanah secara biologis (Wijebandara et al. 2009) dan memainkan peran penting dalam rantai makanan yang secara fungsional merupakan bagian penting dari siklus biogeokimia seperti siklus karbon, sulfur, nitrogen dan fosfor (Banig et al. 2008). Beberapa bakteri dapat hidup di lahan yang mengandung garam dan bersifat basa, dapat menyediakan unsur hara terutama unsur nitrogen dan fosfat, serta dapat memproduksi hormon tumbuh untuk membantu pertumbuhan tanaman. Bakteri fungsional tahan salin seperti itu dikelompokkan dalam *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR).

Bakteri fungsional yang dikelompokkan dalam bakteri PGPR diantaranya adalah: Genus *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* yang merupakan bakteri penambat nitrogen serta genus *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Bacterium*, dan *Mycobacterium* yang merupakan bakteri pelarut fosfat (Biswas et al. 2000). Kelompok Bakteri PGPR bersifat memupuk dan menghasilkan hormon tumbuh sehingga mampu memperbaiki kesuburan tanah dan memacu pertumbuhan tanaman. Seperti kemampuan bakteri penambat nitrogen “*Azospirillum*”. Bakteri tersebut mampu menyediakan unsure N, serta mampu merombak bahan organik selulosa, amilosa, dan bahan organik yang mengandung sejumlah lemak dan protein di dalam tanah (Nurosid 2008). Bakteri tersebut juga mampu memproduksi hormon pertumbuhan seperti IAA dan melarutkan P terikat pada $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Widawati 2014). Secara tidak langsung bakteri PGPR dapat menghambat pathogen melalui sintesis senyawa antibiotik, sebagai kontrol biologis (Saraswati dan Sumarno 2008). Bakteri lain yang dapat memproduksi IAA adalah bakteri pelarut fosfat (BPF) seperti genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Cerratia* (Widawati 2014). Bakteri pelarut fosfat merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang terjerap permukaan oksida-oksida besi dan aluminium sebagai senyawa Fe-P dan Al-P (Hartono 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana peranan bakteri fungsional tahan salin yang merupakan kelompok PGPR potensial biofertilizer jika diinokulasikan secara tunggal dan campuran (mix) pada pertumbuhan dan produksi padi pada tanah berpasir bersifat salin tergenang skala rumah kaca.

BAHAN DAN METODE

Material mikroba dan tanaman

Bakteri berasal dari hasil isolasi material pasir di bukit Kurulu, Wamena, Papua. Isolasi dan pemurnian mengikuti metode Park et al. (2011). Identifikasi isolat koloni tunggal murni mengikuti metode Woo (2008) berdasarkan urutan gen 16S rRNA dan masing-masing teridentifikasi sebagai *Bacillus megaterium* strain KWil1; *Bacillus thuringiensis* strain KWil2; *Bacillus pantothenicus* strain KWil3; *Azospirillum lipoferum* strain KWil1103C; dan *Azotobacter crococcum* strain KWil14103. Seluruh bakteri fungsional yang teridentifikasi merupakan kandidat “Plant Growth Promoting Rhizobacteria” (PGPR) yang telah teruji

ketahanan terhadap garam (NaCl 3%), kemampuan melarutkan fosfat secara kualitatif dan kuantitatif, kemampuan memproduksi enzim fosfomonoesterase (PMEase), dan kemampuan memproduksi hormon tumbuh “Indol Acetic Acid” (IAA). Komoditi tanaman sebagai bahan pengujian bakteri PGPR digunakan tanaman padi yang berasal dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Departemen Pertanian.

Pembuatan inokulan

Inokulan cair dari bakteri *Bacillus megaterium* strain KWil1; *Bacillus thuringiensis* strain KWil2; *Bacillus pantothenicus* strain KWil3; *Azospirillum lipoferum* strain KWil1103C; dan *Azotobacter crococcum* strain KWil14103, digunakan media steril yang mengandung 5g polypepton + 5 g ekstrak ragi + 5 g glukosa + 1 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 1 L Aquadest. Masing-masing bakteri dibiakan dalam 200 mL media dalam tabung Erlenmeyer dan di shaker dengan kecepatan 120 rpm selama 5 hari. Kemudian pertumbuhannya dilihat dengan menggunakan metode *plate count* (Vincent 1982) dan jika populasinya sudah mencapai 10^9 cfu kemudian sebanyak 60 mL disuntikan kedalam 100 g bahan pembawa (carrier) berupa kompos steril. Inokulan tersebut merupakan inokulan padat yang akan diinokulasikan pada benih padi setelah inkubasi satu minggu (populasi bakteri sudah mencapai 10^9 cfu).

Percobaan rumah kaca

Benih padi terpilih direndam dalam air hangat kuku selama 10-15 menit, kemudian disebar pada bak (baki) berisi pasir steril. Transfer anakan padi (2 tanaman/pot) ke dalam pot besar berisi tanah berpasir (1,5 kg pasir steril dan 3,5 kg tanah steril) yang telah mengandung inokulan padat (10 g/pot). Selanjutnya diberi akuadest steril yang mengandung larutan hara “Hoagland” (Hoagland and Arnon, 1933) dan larutan 4 g/L NaCl hingga pot tergenang setinggi 1cm. Penyiraman dilakukan hingga tanaman padi dipanen. Percobaan tersebut dilakukan dalam rumah kaca Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi, LIPI, Cibinong selama 99 hari, yaitu pada bulan Juni sampai September 2013. Rancangan percobaan digunakan rancangan Acak Lengkap dengan 4 ulangan dalam 26 kombinasi perlakuan (A, B, C, D, E, AB, AC, AD, AE, BC, BD, BE, CD, CE, DE, ABC, ABD, ABE, BCD, BDE, CDE, ABCD, ABCE, BCDE, ABCDE, Kontrol). Kode A= *Bacillus megaterium* strain WIL1.1; B= *Bacillus thuringiensis* strain WIL1.2; C= *Bacillus pantothenicus* strain WIL1.3; D= *Azospirillum lipoferum* strain 1103C; E= *Azotobacter crococcum* strain 14103 dan kode selanjutnya merupakan kombinasi dari ke lima bakteri tersebut. Parameter yang diukur meliputi: Berat basah tanaman/pot; berat kering tanaman/pot; tinggi tanaman/pot; jumlah tanaman/pot; berat basah malai/pot; berat kering malai/pot, berat kering gabah/pot; dan jumlah gabah/pot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan peran bakteri fungsional tahan salin pada pertumbuhan padi (*oryza sativa* linn.) di media tanah berpasir dapat dilihat pada Tabel 1.

Terlihat bahwa bakteri penambat nitrogen yang diberikan secara tunggal (Kode A= *Bacillus megaterium* strain WIL1.1; B= *Bacillus thuringiensis* strain WIL1.2; C= *Bacillus pantothenicus* strain WIL1.3; D= *Azospirillum lipoferum* strain 1103C; E= *Azotobacter crococcum* strain 14103), pengaruhnya terhadap pertumbuhan padi sama. Sedangkan isolate campuran (AB, AC, AD, AE, BC, BD, BE, CD, CE, DE, ABC, ABD, ABE, BCD, BDE, CDE, ABCD, ABCE, BCDE, ABCDE) terlihat semakin banyak isolat dicampur, pengaruhnya semakin baik pada bobot tanaman (Tabel 1). Berat basah dan berat kering tanaman tertinggi di peroleh oleh tanaman yang diinokulasi dengan campuran isolat *Bacillus megaterium* strain WIL1.1; *Bacillus thuringiensis* strain WIL1.2; *Bacillus pantothenicus* strain WIL1.3; *Azospirillum lipoferum* strain 1103C; *Azotobacter crococcum* strain 14103

(ABCDE). Peran terbaik isolat tunggal diperlihatkan oleh inokulan C= *Bacillus pantothenicus* strain WIL1.3; D= *Azospirillum lipoferum* strain 1103C; E= *Azotobacter crococcum* strain 14103, meskipun secara statistik tidak ada perbedaan yang berarti (19.97 g; 19.23 g; 19.56 g untuk berat basah dan 10.70 g; 10.76 g; 11.25 g untuk berat kering).

Pada Tabel 1, tinggi tanaman terbaik terdapat pada pot no 27 yaitu tanaman padi yang diinokulasi dengan 5 macam isolat yang diberikan (ABCDE). Pada jumlah tanaman semuanya bertambah. Semula hanya 2 anakan padi dan bertambah menjadi 5-8 tanaman/rumpun. Sedangkan tanaman kontrol satu mati sedangkan kontrol 2 hidup. Peran isolat isolat tunggal tidak berbeda nyata dengan kontrol 2 (5 rumpun), peran campuran 2 dan 3 isolat menambah jumlah rumpun menjadi 6 kecuali tanaman yang diinokulasi dengan campuran isolate ABC ada 7 rumpun. Jumlah 7 rumpun juga didapatkan pada tanaman yang diinokulasi dengan campuran 3-4 isolat.

Tabel 1. Peran bakteri fungsional pada berat basah dan berat kering tanaman, tinggi tanaman dan jumlah tanaman per pot, berat basah dan berat kering malai, berat kering gabah dan jumlah gabah

Perlakuan	Berat basah tanaman/pot (g)	Berat kering tanaman/pot (g)	Tinggi tanaman/pot (Cm)	Jumlah tanaman / pot	Berat basah malai/pot (g)	Berat kering malai/pot (g)	Berat kering gabah/pot (g)	Jumlah gabah/pot (butir)
K1 = Tanpa bakteri + 4 g NaCl/L	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
K2 = Tanpa bakteri + tanpa 4 g NaCl/L	15.69 bc	9.80 b	80 b	5 b	8.71 b	6.78 b	5.47 b	322.5 b
A= <i>Bacillus megaterium</i> strain WIL1.1	17.79 bc	9.88 b	80.5 bc	5.5 bc	9.66 bc	7.30 bc	6.48 bcd	372 bc
B = <i>Bacillus thuringiensis</i> strain WIL1.2	18.31 bcd	10.10 b	84.5 bcde	5.5 bc	10.58 bcde	7.31 bc	6.22 bc	378 bc
C = <i>Bacillus pantothenicus</i> strain WIL1.3	19.23 bcd	10.70 bc	83 bcd	5.5 bc	10.21 bcd	7.92 bcd	6.21 bc	403.5 cd
D = <i>Azospirillum lipoferum</i> strain 1103C	19.97 bcd	10.76 bc	87 bcdef	6.5 cde	10.86 bcdef	7.95 bcd	6.58 bcd	408.5 cd
E = <i>Azotobacter crococcum</i> strain 14103	19.56 bcd	11.25 bcde	86.5 bcdef	6 bcd	10.09 bcd	7.93 bcd	6.56 bcd	407.5 cd
AB	22.03 bcd	10.91 bc	87.5 cdef	6 bcd	10.79 bcdef	7.79 bcd	6.89 bcde	429 cde
AC	21.98 bcd	11.11 bcd	84 bcd	6 bcd	11.41 bcdefg	8.03 bcde	6.84 bcde	438 cde
AD	21.99 bcd	11.77 bcdefg	84.5 bcde	6 bcd	11.70 cdefgh	8.05 bcde	7.07 bcdef	400.5 cd
AE	22.62 bcd	11.43 bcdef	87.5 cdef	6 bcd	11.05 bcdefg	8.22 bcde	7.71 cdefgh	433.5 cde
BC	21.97 bcd	11.25 bcde	84.5 bcde	6 bcd	11.36 bcdefg	8.25 bcde	7.53 cdefgh	435.5 cde
BD	22.60 bcd	11.36 bcdef	88 def	6 bcd	11.93 cdefgh	8.53 bcdef	7.46 cdefgh	438.5 cde
BE	24.06 cde	12.66 bcdefgh	84.5 bcde	6 bcd	11.12 bcdefg	8.77 bcdef	7.22 bcdefg	449.5 cdef
CD	23.04 bcd	11.93 bcdefg	83.5 bcd	6 bcd	11.03 bcdefg	8.53 bcdef	8.05 cdefgh	483 def
CE	24.06 cde	13.42 cdefghi	83 bcd	6 bcd	13.38 fgh	8.53 bcdef	8.03 cdefgh	481 def
DE	26.50 def	14.09 defghi	89 def	6 bcd	13.20 efgh	8.69 bcdef	8.04 cdefgh	463.5 def
ABC	24.45 cde	14.22 efghi	89 def	7 de	12.05 cdefgh	8.68 bcdef	8.12 defgh	481 def
ABD	25.12 cdef	13.41 cdefghi	89 def	6.5 cde	11.35 bcdefg	9.08 cdef	8.13 defgh	467 def
ABE	32.19 fg	13.50 cdefghi	89.5 def	6.5 cde	12.04 cdefgh	9.04 cdef	8.17 defgh	482 def
BCD	31.65 efg	15.12 hi	92 efg	6.5 cde	13.21 efgh	9.37 cdef	8.27 defgh	492 ef
BDE	35.74 gh	14.56 ghi	90.5def	7.5 e	13.39 fgh	9.85 def	8.57 efgh	491.5 ef
CDE	34.90 gh	14.36 fghi	90 def	7.5 e	12.05 cdefgh	9.78 def	8.58 efgh	492.5 ef
ABCD	38.45 ghi	15.11 hi	90 def	7.5 e	12.65 defgh	9.54 def	9.06 gh	495 ef
ABCE	39.98 hi	14.55 ghi	92.5 fg	7.5 e	13.26 efgh	10.08 ef	8.91fgh	493.5 ef
BCDE	39.99 hi	15.83 i	97.5 gh	7.5 e	13.64 gh	10.39 f	9.09 h	528.5 fg
ABCDE	43.28 i	23.09 j	100 h	7.5 e	14.11 h	10.45 f	9.20 h	591 g

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf5%.

Tabel 1 merupakan inti hasil percobaan peran bakteri fungsional bersifat PGPR pada pertumbuhan tanaman padi. Terlihat bahwa hasil berat basah dan berat kering malai perlakuan isolat tunggal dan campuran berbeda nyata dengan kontrol 2 dan sangat berbeda nyata dengan kontrol 1. Hasilnya memperlihatkan bahwa pengaruh isolat tunggal dan campuran nilainya berkisar antara 9.66-14.11 g berat basah dan 7.30-10.45 g berat kering malai. Ada kenaikan yang nyata dari angka 0 (kontrol 1) dan 8.71 g dan 6.78 g ke 14.11 g dan 10.45 g sebesar 61.99% dan 54.13%.

Pada Tabel 1, memperlihatkan hasil berat kering gabah per pot, yaitu sebanyak rumpun yang ada di pot tersebut beserta jumlah bulirnya. Berat kering gabah pada tanaman dengan isolat tunggal dan isolat ganda ada perbedaan meskipun tidak mencolok, tetapi dengan tanaman yang diisolasi dengan isolat triple, kwarter dan mix semua isolat sangat berbeda nyata. Rata-rata kenaikan berat kering gabah dan jumlah bulir dari tanaman yang diberi isolat tunggal, ganda, triple, kwarter dan seluruh isolat tertinggi diperoleh tanaman yang diinokulasikan oleh: isolat D (*Azospirillum lipoferum* strain 1103C) = 20.29% dan 26.6%; isolat CD = 47.17% dan 49.77%; isolat CDE = 56.86% dan 52.71%; isolat ABCD = 65.63% dan 53.49%; serta isolat ABCDE = 68.19 dan 83.26%.

Kenaikan pertumbuhan dan produksi padi skala pot di rumah kaca, ternyata $\pm 50\%$ nya dipengaruhi oleh pemberian bakteri fungsional toleran salin bersifat PGPR dan potensial sebagai biofertilizer yang diinokulasikan ke tanaman tersebut. Pada percobaan ini tanaman yang diinokulasi dengan bakteri tunggal maupun mix memperlihatkan pertumbuhan yang lebih baik dari pada tanaman kontrolnya dan hal yang sama terjadi pada hasil penelitian Tiwari et al. (2011), yaitu tanaman yang diinokulasi menunjukkan peningkatan pertumbuhan akar, tunas panjang, biomassa, dan tingkat biokimia seperti klorofil, karotenoid, dan protein. Salah satu bakteri tunggal yang diberikan cukup menonjol pengaruhnya pada tanaman padi yaitu bakteri "*Azospirillum lipoferum* strain 1103C". Bakteri jenis ini beberapa dapat memproduksi enzim fosfatase sehingga dapat menyediakan unsur P bagi tanaman, dapat menyediakan unsur N bagi tanaman dan memproduksi hormon tumbuh IAA yang dapat memacu pertumbuhan, dan dapat hidup pada kondisi stress seperti kondisi salin (Widawati dan Muharam 2014). Sarangi et al. (2013) juga memanfaatkan bakteri *Azospirillum* dan bakteri pelarut fosfat dalam percobaannya (metode SRI) pada tanaman padi di tanah salin, hasilnya menunjukkan ada peningkatan jumlah anakan per rumpun dari 23 menjadi 37.

Menurut Bacillio et al. (2004) dan Hayat et al. (2010), bakteri toleran salin sangat penting untuk dapat dikembangkan lebih baik lagi sebagai fasilitator pertumbuhan tanaman di tanah salin. Mengapa harus dikembangkan, karena menurut Tripathi et al. (2002), bakteri toleran salin dapat membangun mekanisme molekuler untuk bertahan hidup dan tumbuh dengan semakin meningkatnya salinitas. Pernyataan tersebut mendukung percobaan ini untuk membuktikan sejauh mana peranan bakteri fungsional tahan salin berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman. Mengingat dampak dari salinitas

cukup serius sehingga pencarian dan pembuktian bakteri fungsional tahan salin terus dilakukan.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa salinitas telah menghambat perkecambahan (K1) sehingga anakan padi mati dan salinitas juga membuat pertumbuhan padi terhambat (K2). Hal ini disebabkan stress salin mengganggu homeostatis dalam air dan distribusi ionik serta menyebabkan stress oksidatif dan peningkatan produksi etilen (Tester dan Davenport 2003). Dikemukakan oleh Grattan et al. (2002), Akbarimoghaddam et al. (2011) serta Rad et al. (2012), bahwa salinitas menghambat perkecambahan dan produksi padi serta berpengaruh signifikan terhadap pembentukan anakan, malai, dan bulir padi per tanaman. Hasil tidak optimal juga disebabkan penyerapan fosfor oleh tanaman berkurang karena ion P akan terikat pada Ca (Bano dan Fatima 2009).

Optimalisasi produk akhir yang tidak memuaskan para peneliti mencoba hingga ketinggian pengembangan rekayasa genetika (Wang et al. 2003), tetapi tidak ada hasil sehingga para peneliti seperti Rangarajan et al. (2003), Sapsirisopa et al. (2009), Singh et al. (2011), Nautiyal et al. (2013), Nia et al. (2012), dan Ramadoss et al. (2013) kembali menggunakan pupuk organik dengan memanfaatkan bakteri PGPR/PGPB (*plant growth promoting bacteria*) pada tanaman padi di lahan salin serta masih mencoba menginvestigasi pada interaksi PGPB dengan mikroba lainnya untuk mengetahui efeknya pada respon fisiologis tanaman di tanah salin. Yao et al. (2010), telah membuktikan bahwa bakteri PGPB membantu pertumbuhan tanaman yang tumbuh di tanah salin. Hasil percobaan ini membuktikan, bahwa bakteri fungsional bersifat PGPR tahan salin sangat membantu pertumbuhan dan produksi padi di tanah salin dengan hasil baik, terutama pada tanaman yang diberi inokulan campuran (ABCDE = *Bacillus megaterium* strain WIL1.1; *Bacillus thuringiensis* strain WIL1.2; *Bacillus pantothenicus* strain WIL1.3; *Azospirillum lipoferum* strain 1103C; *Azotobacter crococcum* strain 14103). Beberapa penelitian masih terus menggalikan manfaat bakteri PGPR sebagai alternatif untuk mengatasi salinitas. Menurut Dodd dan Perez-Alfocea (2012) bakteri yang masuk dalam kelompok PGPR mempunyai toleransi terhadap cekaman abiotik. Kohler et al. 2006 menunjukkan menghasilkan tiga PGPR isolat P. *Alcaligenes* PsA15, *Bacillus polymyxa* BcP26 dan *Mycobacterium phlei* MbP18 yang mampu mentolerir suhu dan salinitas tinggi serta beberapapotensial bertahan hidup di tanah gersang dan salin seperti tanah calcisol (Egamberdiyeva 2007).

Jadi dapat disimpulkan bahwa bakteri fungsional tahan salin dari kelompok PGPR potensial biofertilizer dapat menjadi cara atau alat yang efektif untuk membantu pertumbuhan tanaman di tanah salin. Inokulasi pada tanaman padi dengan bakteri tersebut telah mengurangi sensitivitas tanaman pada stress salinitas. Oleh karenanya diperlukan penelitian lebih ekstensif dalam penggunaan bakteri PGPR dan mikroorganisme simbiotik lainnya, sebagai biofertilizer yang akan bermanfaat dalam pengembangan strategi untuk memfasilitasi pertanian berkelanjutan di tanah salin.

Hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa bakteri fungsional tahan salin kelompok PGPR (*Bacillus megaterium* strain WIL1.1; *Bacillus thuringiensis* strain WIL1.2; *Bacillus pantothenicus* strain WIL1.3; *Azospirillum lipoferum* strain 1103C; *Azotobacter crococcum* strain 14103) yang diberikan secara tunggal maupun mix 50% berperan nyata dalam pertumbuhan dan produksi padi di tanah berpasir bersifat salin. Bakteri tunggal *Azospirillum lipoferum* strain 1103C dan mix (ABCDE = *Bacillus megaterium* strain WIL1.1; *Bacillus thuringiensis* strain WIL1.2; *Bacillus pantothenicus* strain WIL1.3; *Azospirillum lipoferum* strain 1103C; *Azotobacter crococcum* strain 14103) mempunyai peran terbaik pada pertumbuhan dan produksi padi pada media tanah berpasir bersifat salin skala rumah kaca.

DAFTAR PUSTA

- Akbarimoghaddam H, Galavi M, Ghanbari A, Panjehkeh N. 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia J Sci* 9 (1) 43-50.
- Bacillio M, RodriguezH, MorenoM, HernandezJP and BashanY.2004. Mitigation of salt stress in wheat seedlings by a gfp-tagged *Azospirillum lipoferum*. *Biol Fertil Soils* 40: 188-193.
- Banig AE, Aly EA, Khaled AA, Amel KA. 2008. Isolation, characterization and application of bacterial population from agricultural soil at Sohag Province, Egypt. *Malaysian J Microbiol* 4 (2): 42-50.
- Bano A, FatimaM. 2009. Salt tolerance in *Zea mays* (L.) following inoculation with *Rhizobium* and *Pseudomonas*. *Biol Fertility Soils* 45:405-413.
- Biswas JC, Ladha JK, Dazzo FB. 2000. Rhizobial inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. *Soil Sci SocAm J* 64: 1644-1650
- Dodd IC, Perez-AlfoceaF.2012. Microbial amelioration of crop salinity stress. *J Exp Bot* 63 (9):3415-3428
- Egamberdiyeva D.2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. *Appl Soil Ecol* 36:184-189.
- Grattan SR, Zeng L, Shannon MC, Roberts SR. 2002. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. *Calif Agr* 56: 189-195.
- Hartono A. 2000. Pengaruh pupuk fosfor, bahan organik, dan kapur terhadap pertumbuhan jerapan P pada tanah masam latosol Darmaga. *Gakuryoku* 6 (1): 73-78.
- HayatR, AliS, AmaraU, KhalidR, AhmedI.2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Ann Microbiol* 60:579-598.
- Kohler J, CaravacaF, CarrascoL, RoldanA.2006. Contribution of *Pseudomonas mendocina* and *Glomus intraradices* to aggregates stabilization and promotion of biological properties in rhizosphere soil of lettuce plants under field conditions. *Soil Use Manag* 22:298-304.
- Nautiyal CS, Srivastava S, Chauhan PS, Seem K, Mishra A, Sopor SK. 2013. Plant growth-promoting bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* NBRISN13 modulates gene expression profile of leaf and rhizosphere community in rice during salt stress. *Plant Physiol Biochem* 66: 1-9.
- Nia SH, ZareaMJ, RejaliF, VarmaA.2012. Yield and yield components of wheat as affected by salinity and inoculation with *Azospirillum* strains from saline or non-saline soil. *J Saudi SocAgric Sci* 11:113-121.
- Nurosid, Oedjijono, Lestari P. 2008. Kemampuan *Azospirillum* sp. JG3 dalam Menghasilkan Lipase pada Medium Campuran Dedak dan Onggok dengan Waktu Inkubasi berbeda, Universitas Soedirman, Purwokerto.
- Park J, Bolan N, Mallavarapu M, Naidu R. 2011. Isolation of phosphate solubilizing bacteria and their potential for lead immobilization in soil. *J Hazard Mater* 185 (2-3): 829-836.
- Rad HE, Aref F, Rezaei M. 2012. Evaluation of salinity stress affects rice growth and yield components in northern Iran. *Am J Sci Res* 54: 40-51.
- Ramadoss D, Lakkineni VK, BoseP, AliS, AnnapurnaK.2013 Mitigation of salt stress in wheat seedlings by halotolerant bacteria isolated from saline habitats *Springer Plus* 2 (6):1-7.
- Rangarajan S, Saleena LM, Vasudevan P, Nair S. 2003. Biological suppression of rice diseases by *Pseudomonas* spp. under saline soil conditions. *Plant Soil* 251: 73-82.
- Sapsirisopa S, Chookietwattana K, Maneewan K, Khangkhan P. 2009. Effect of salt-tolerant *Bacillus inoculum* on rice KDML 105 cultivated in saline soil. *As J Food Ag-Ind* 2: S69-S74.
- Saraswati R, Sumarsono. 2008. Pemanfaatan mikroba penyubur tanah sebagai komponen teknologi pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* 3(1): xx.
- Singh JS, Pandey VC, Singh DP. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agr Ecosyst Environ* 140: 339-353.
- Tester M, Davenport R. 2003. Na tolerance and Na transport in higher plant. *Ann Bot* 91: 503-507.
- Tripathi AK, Verma SC and RonEZ. 2002. Molecular characterization of a salt-tolerant bacterial community in the rice rhizosphere. *Res Microbiol* 153: 579-584.
- Tiwari S, SinghP, TiwariR, MeenaKK, YandigeriM, SinghDP, AroraDK.2011. Salt-tolerant rhizobacteria-mediated induced tolerance in wheat (*Triticum aestivum*) and chemical diversity in rhizosphere enhance plant growth. *Biol Fert Soils* 47: 907-916.
- Wahyunto. 2009. Lahan Sawah di Indonesia Sebagai Pendukung Ketahanan Pangan Nasional. BBS DLP, Bogor. *Informatika Pertanian* 18 (2):133-152.
- WangW, VinocurB, AltmanA.2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218:1-14.
- Widawati S, Muharam A. 2012. Uji laboratorium *Azospirillum* sp. yang diisolasi dari beberapa ekosistem. *J Hortikultura* 22 (3): 258-267.
- Widawati S. 2014. The effect of salinity to activity and effectivity phosphate solubilizing bacteria on growth and production of paddy. In: Pratiwi R, Nurlaely S, Maryani, Retnoaji B, Nuringtyas TR, Susandarini R (eds). *Advances in Biological Science: Biological Approach for Sustainable Development of Tropical Biodiversitas for Human Prosperity*. Proceeding of the International Conference on Biological Science Faculty of Biology. Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Wijebandara DM, Iranie D, Dasog GS, Patil PL, Hebbar M. 2009. Response of rice to nutrients and biofertilizers under conventional and system of rice intensification methods of cultivation in Tungabhadra command of Karnataka. *Karnataka J Agric Sci* 22 (4): 741-750.
- Woo PCY, Lau SKP, Teng JLL, Tse H, Yuen KY. 2008. Then and now: use of 16S rDNA gene sequencing for bacterial identification and discovery of novel bacteria in clinical microbiology laboratories. *Clin Microbiol Infect* 14: 908-934
- Yao L, Wu Z, Zheng Y, Kaleem I, Li C. 2010. Growth promotion and protection against salt stress by *Pseudomonas putida* Rs-198 on cotton. *Eur J Soil Biol* 46: 49-54.