

**PERAN JMA DAN BAKTERI PENGHASIL ACC DEAMINASE TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN HASIL BAWANG MERAH PADA CEKAMAN
SALINITAS**

***THE ROLE OF AMF AND ACC DEAMINASE-PRODUCING BACTERIA ON
GROWTH AND YIELD OF SHALLOT ON SALINITY STRESS***

Islamey Amri Semy Akhwan¹, Endang Sulistyaningsih², Jaka Widada²

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran JMA dan bakteri penghasil ACC deaminase terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium cepa* L. Kelompok Aggregatum) pada cekaman salinitas. Uji pendahuluan dilaksanakan di rumah kaca Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian pada tanggal 14 Maret sampai 19 Maret 2011. Penelitian dilaksanakan di Lendah, Kulonprogo, Yogyakarta pada bulan Juni sampai Agustus 2011.

Penelitian menggunakan rancangan faktorial (2x5)+2 kontrol yang diatur dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 3 blok sebagai ulangan. Faktor Pertama yaitu kultivar bawang merah terdiri dari 2 macam, yaitu : 'Biru' dan 'Tiron'; faktor kedua adalah inokulasi kondisi salin terdiri dari 5 macam yaitu tanpa inokulasi + SP36, tanpa inokulasi + Guano, inokulasi +JMA+Guano, inokulasi+bakteri+Guano, inokulasi+JMA+bakteri +Guano ; dan 2 kontrol pada kondisi non salin yaitu Kultivar 'Biru' tanpa inokulasi+SP36 dan Kultivar 'Tiron' tanpa inokulasi+SP36.

Hasil Penelitian menunjukkan bakteri penghasil ACC deaminase memberikan pengaruh lebih baik bagi pertumbuhan dan hasil bawang merah seperti yang teramati pada berat kering akar, luas daun, laju pertumbuhan tanaman (LPT), berat kering total, tinggi tanaman, berat kering oven umbi, diameter umbi, indeks panen, berat segar umbi, susut bobot umbi, dan berat umbi jemur matahari. Jamur mikoriza arbuskular hanya memberikan pengaruh lebih baik pada berat kering akar tanaman namun tidak memberikan pengaruh lebih baik pada variabel pertumbuhan lain dan hasil tanaman.

Kata kunci : bawang merah, JMA, bakteri, salinitas, lahan pasir pantai

ABSTRACT

*The Objective of this research were to study the role of AMF and the ACC deaminase-producing bacteria on the growth and yield of shallot (*Allium cepa* L. Aggregatum group) on salinity stress. Preliminary test was conducted at green house of Departement of Agronomy, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University on March 14th to March 19th 2011.*

The experiment was conducted in Lendah, Kulonprogo, Yogyakarta from June to August, 2011. A (2x5) + 2 check treatments were arranged in a Randomized Complete Block Design, with 3 replications. The first factor was shallot cultivars with 2 kinds, i.e.: 'Biru' and 'Tiron', the second factor was the inoculation of saline condition consisted of 5 kinds, i.e.: without inoculated+SP36, without inoculated+Guano, inoculated with AMF+Guano, inoculated with bacteria+Guano, inoculated with AMF+bacteria+Guano.

¹Alumni Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Fakultas Pertanian Gadjah Mada, Yogyakarta

Results of the research showed that inoculated with ACC deaminase-producing bacteria gave better effect to the growth and yield of shallot just like analyzed in dry of root, leaf area, crop growth rate (CGR), total dry weight, plant height, oven dry weight of bulbs, diameter of bulbs, harvest index, fresh weight of bulbs, weight loss of bulbs, and drying sun weight of bulbs. Arbuskular mycorrhizal fungi (AMF) only give a better effect on plant in dry weight of roots, but did not give a better effect on other growth variables and crop yields.

Key words: shallot, AMF, bacteria, salinity, coastal sandy soil

PENDAHULUAN

Diantara tanaman hortikultura, bawang merah (*Allium cepa* L. Kelompok Aggregatum) merupakan komoditas hortikultura unggulan karena memiliki banyak manfaat dan bernilai ekonomis tinggi serta mempunyai prospek pasar yang menarik. Pengembangan komoditas ini sangat penting terutama pada peningkatan produksi mengingat terjadi fenomena penyusutan lahan yang mengancam produksi bawang merah nasional khususnya di DIY. Peningkatan produksi dapat dilakukan dengan perluasan lahan pertanian (ekstensifikasi) ke lahan marginal seperti lahan pasir pantai yang membentang luas di pesisir selatan Propinsi DIY. Namun terdapat permasalahan di lahan pasir pantai yang dapat menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman diantaranya salinitas tanah.

Salinitas merupakan keadaan saat terjadi akumulasi garam - garam terlarut dalam tanah. Garam - garam yang terlarut di dalam tanah merupakan unsur yang esensial bagi pertumbuhan tanaman, akan tetapi kehadiran larutan garam yang berlebih di dalam tanah, dapat meracuni tanaman (Kurniasih, 2002). Garam-garam laut di daerah perakaran dapat menurunkan penyerapan air dan ion-ion esensial oleh tanaman. Cekaman garam menyebabkan konsentrasi K, Ca, dan Mg di dalam sel tanaman menurun (Boursier & Lauchi, 1990). Selain itu dengan adanya cekaman garam/salinitas dalam tanah yang tinggi menyebabkan tanaman menjadi stres sehingga biosintesis hormon etilen dalam tubuh tanaman meningkat. Etilen merupakan hormon yang juga dikenal sebagai hormon stres karena timbulnya disebabkan respon fisiologis oleh tubuh tanaman yang terkena bermacam-macam stres termasuk stres garam (Wang *et al.*, 2000). Hormon etilen sebenarnya menguntungkan tanaman namun apabila biosintesis etilen terlalu tinggi akibat cekaman lingkungan justru menghambat pertumbuhan akar tanaman dan melemahkan ketahanan tanaman terhadap berbagai stresor (Glick, 1995).

Mengatasi dampak negatif bagi tanaman yang ditimbulkan oleh konsentrasi garam yang tinggi pada lahan budidaya, perlu adanya pemanfaatan teknologi budidaya pertanian untuk mengatasi lahan yang bermasalah akibat kadar garam yang tinggi diantaranya pemanfaatan JMA (jamur mikoriza arbuskular) dan bakteri penghasil ACC (*aminocyclopropan-1 carboxylate*) deaminase. Pemanfaatan JMA dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman kadar garam tinggi karena hifa JMA mampu melakukan penetrasi lebih dari 7 cm ke dalam rhizosfer sehingga tanaman dapat mengabsorpsi air dari larutan tanah yang mempunyai tekanan osmotik berbeda dengan tekanan osmotik permukaan akar. Peningkatan penyerapan air ini dapat mempunyai pengaruh positif terhadap keseimbangan air dalam tubuh tanaman yang terkena cekaman garam (Ojala *et al.*, 1983).

ACC deaminase adalah enzim sitoplasma yang diproduksi beberapa bakteri tanah untuk mendegradasi ACC (prekursor hormon etilen pada tanaman) menjadi amonia dan α -ketobutirat yang merupakan sumber N dan karbon bagi bakteri (Jacobsen *et al. cit.* Glick, 1995). Degradasi ACC oleh enzim ACC deaminase akhirnya akan mengurangi biosintesis etilen dalam tubuh tanaman dan kerusakan tanaman dapat direduksi (Grichko & Glick, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran JMA dan bakteri penghasil ACC deaminase terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah pada cekaman salinitas. Diduga (1) inokulasi JMA dan bakteri penghasil ACC deaminase dapat memberikan pertumbuhan dan hasil lebih baik dibanding tanpa inokulasi pada kondisi salinitas dan (2) pemberian inokulasi JMA dan bakteri penghasil ACC deaminase secara bersamaan memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah terbaik saat terjadi salinitas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian menggunakan polibag dengan media tanam berupa pasir pantai yang dilaksanakan pada bulan Juni-Agustus 2011 di Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulonprogo. Bahan yang digunakan antara lain bibit tanaman bawang merah Kultivar 'Tiron' dan 'Biru', polibag, pupuk ZA, KCl, KNO₃, Guano, SP36, *fine compos*, JMA, bakteri *Pseudomonas putida* penghasil ACC deaminase, pasir pantai selatan, air laut selatan, Lactofenol *tryphan blue*, HCl 1%, KOH 10%, insektisida Prevathon 50 SC. Peralatan yang digunakan antara lain cangkul,

penggaris, oven, *leaf area meter* Baxall, timbangan elektrik, kamera digital, mikroskop Bausch and Lomb, EC meter, gelas ukur, pengayak pasir, gelas benda, alat semprot pestisida, termohigrometer dan *lux meter*.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) 2 faktor dengan 3 blok sebagai ulangan. Faktor pertama yaitu kultivar bawang merah dan faktor kedua yaitu kombinasi aplikasi jamur mikoriza asbukular (JMA) dan bakteri penghasil ACC deaminase. Perlakuan yang dilakukan meliputi :

➤ **Faktor pertama** = Kultivar bawang merah

V1 = Kultivar 'Biru'

V2 = Kultivar 'Tiron'

➤ **Faktor kedua** = Pemberian JMA dan bakteri ACC deaminase

P0 = perlakuan kontrol (tanpa inokulasi + SP36 + **tanpa cekaman salinitas**)

P1 = perlakuan kontrol (tanpa inokulasi + SP36)

P2 = perlakuan kontrol (tanpa inokulasi)

P3 = perlakuan inokulasi JMA

P4 = perlakuan inokulasi bakteri

P5 = perlakuan inokulasi JMA+bakteri



Tata laksana pengkondisian salinitas yaitu penyiraman air laut yang diencerkan hingga DHL 22,8 dS/m ke media pasir sesuai perlakuan dengan volume 300 ml/polibag kemudian pada hari berikutnya disiram air biasa (kran) dengan volume sama (300ml) selama 3 hari berturut-turut. Pada hari ke empat kembali disiram air laut dengan DHL sama dan hari berikutnya disiram dengan air biasa selama 3 hari berturut-turut. Perlakuan air laut ini dilakukan berulang seperti langkah tersebut selama 3 minggu (3 MST - 6 MST). Simulasi dikaitkan dengan terjadinya pasang naik dan pasang surut air laut bulanan sehingga cekaman salinitas tidak terjadi terus menerus pada tanah/pasir.

Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, luas daun, panjang akar, berat kering tajuk, akar dan umbi, laju asimilasi bersih, laju pertumbuhan tanaman, indeks panen, klorofil total, persentase akar terinfeksi JMA, berat segar umbi, jumlah umbi, diameter umbi, berat jamur umbi.

Untuk mengetahui tingkat salinitas pada tanah dilakukan pengamatan daya hantar listrik tanah dan pH tanah. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis dengan analisis varian dimana perlakuan non salin dan salin dibandingkan menggunakan analisis kontras ortogonal dan antar inokulasi

kondisi salin menggunakan analisis faktorial 2 faktor. Untuk menguji besarnya perbedaan antar perlakuan dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan multiple range test*) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan nilai DHL tanah menunjukkan bahwa salinitas meningkatkan nilai DHL tanah secara nyata terlihat pada perlakuan salin, nilai DHL tanah lebih tinggi dibandingkan tanah yang tidak terkena salin (non salin) (tabel 1). Meningkatnya DHL tanah mengindikasikan terjadi peningkatan kadar garam dalam tanah karena bertambahnya konsentrasi ion-ion seperti Cl, Ca, Mg, Na yang banyak terkandung dalam air laut/garam. penyiraman air biasa pada hari berikutnya dengan harapan tanaman bawang merah tidak mati karena terlalu stres akibat kadar garam berlebih pada tanah.

Tabel 1. Daya hantar listrik (DHL) dan pH tanah

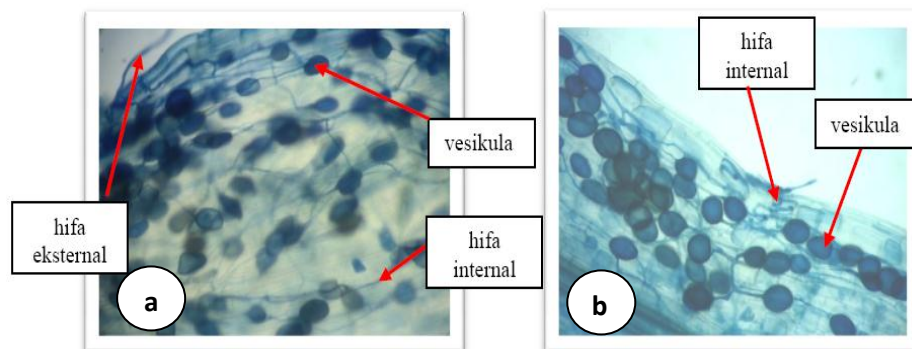
Perlakuan	DHL 25 HST (dS/m)	DHL 33 HST (dS/m)	DHL 41 HST (dS/m)	DHL 47 HST (dS/m)	pH H ₂ O 47 HST
Kontras					
Non Salin	1.49 p	1.03 p	1.33 p	1.30 p	7.08 p
Salin	12.27 q	13.18 q	13.84 q	3.03 q	7.31 q
Inokulasi Kondisi Salin					
Tanpa (kontrol)+SP36	11.52 a	12.83 a	13.16 a	2.97 a	7.32 a
Tanpa (kontrol)+Guano	13.39 a	13.63 a	14.46 a	3.30 a	7.32 a
JMA+Guano	12.14 a	13.26 a	14.64 a	2.81 a	7.28 a
Bakteri+Guano	12.66 a	12.70 a	12.44 a	3.22 a	7.36 a
JMA+bakteri+Guano	11.61 a	13.52 a	13.83 a	2.84 a	7.29 a
Kultivar Bawang Merah					
Biru	12.56 m	12.78 m	13.47 m	2.96 m	7.28 m
Tiron	11.97 m	13.58 m	13.94 m	3.09 m	7.34 m
Interaksi Antar Perlakuan	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95 %. (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan

Semua perlakuan inokulasi kondisi salin dan perlakuan kultivar tidak menunjukkan perbedaan nyata pada nilai DHL tanah (tabel 1) karena konsentrasi DHL air laut yang diberikan sama yaitu berkisar 21,4 dS/m - 22,8 dS/m. Pada nilai pH H₂O tanah (tabel 1) terlihat perlakuan salin secara nyata lebih tinggi dibanding perlakuan non salin. Air laut banyak mengandung ion-ion seperti Ca, Mg, Na yang dalam konsentrasi tinggi menyebabkan tanah menjadi basa. Antar inokulasi kondisi salin terlihat tidak beda nyata pada nilai pH H₂O 47 HST

dikarenakan nilai DHL tanah umur 47 HST antar perlakuan kondisi salin tidak menunjukkan beda nyata (tabel1). Tidak terdapat interaksi antara inokulasi kondisi salin dengan kultivar bawang merah pada nilai DHL dan pH tanah (tabel 1).

Akar yang terinfeksi JMA ditandai terdapatnya struktur JMA baik hifa (internal dan atau eksternal), arbuskula dan atau vesikula (Gambar 1). Akar tanaman pada perlakuan tanpa inokulasi JMA (gambar 1b) juga terlihat ada struktur JMA yang sangat banyak, karena diduga pasir pantai yang digunakan telah mengandung JMA alami sehingga perlakuan tanpa inokulasi JMA dari luar (eksogenous) ikut terinfeksi JMA alami.



Gambar 1. (a) Penampang melintang akar tanaman bawang merah dengan diinokulasi JMA eksogenous dan (b) tanpa diinokulasi JMA eksogenous.

Semua perlakuan tidak menunjukkan beda nyata pada persentase akar terinfeksi JMA umur 3 MST dan 6 MST (tabel 2) kecuali pada persentase akar terinfeksi 6 MST dimana terjadi interaksi antara perlakuan salin dan non salin dengan kultivar bawang merah. Kultivar 'Biru' pada perlakuan salin secara nyata memiliki persentase akar terinfeksi lebih rendah dibanding perlakuan non salin, sedangkan Kultivar 'Tiron' tidak berbeda nyata. Persentase akar terinfeksi JMA umur 3 MST dan 6 MST pada semua perlakuan menunjukkan tingkat infeksi tinggi menurut Yuhai *et al.* (2008).

Berat kering akar tanaman (tabel 3) antara perlakuan salin dan non salin umur 3 MST (sebelum terjadi salinitas) tidak menunjukkan beda nyata namun saat umur 6 MST (setelah terjadi salinitas) pada perlakuan salin memiliki berat kering akar lebih rendah dibanding perlakuan non salin. Salinitas menyebabkan pertumbuhan akar terhambat. Glick (1995) menjelaskan bahwa pengaruh biosintesis etilen yang berlebih akibat stres lingkungan (salinitas) dapat menghambat perkembangan akar tanaman. Pengaruh inokulasi saat umur 3

MST maupun 6 MST terlihat nyata meningkatkan berat kering akar. Umur 3 MST terlihat inokulasi JMA+bakteri secara nyata mampu meningkatkan berat kering akar. Inokulasi JMA dan bakteri mampu bersinergi untuk sama-sama meningkatkan berat kering akar walaupun belum terjadi salinitas. Bakteri penghasil ACC deaminase juga mampu mensekresi hormon IAA (*Indole acetic acid*) / AIA (Patten & Glick, 2002). Inokulasi bakteri, dan inokulasi JMA+bakteri tidak berbeda nyata pada berat kering akar namun ketiga perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan tanpa inokulasi pada pupuk sama (Guano) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa inokulasi+SP36 pada kondisi salin. Enzim ACC deaminase yang dihasilkan bakteri mampu menurunkan kadar ACC yang meningkat akibat stres salinitas sehingga produksi etilen dapat ditekan (Glick, 1998). Produksi etilen berkurang menyebabkan pertumbuhan akar lebih baik saat terjadi salinitas. Sementara peran JMA telah dilaporkan Thomas *et al.* (1993) dapat meningkatkan berat kering akar lebih tinggi pada akar yang terinokulasi JMA. Kultivar 'Biru' terlihat memiliki berat kering akar 3 MST lebih tinggi dibanding 'Tiron' karena saat ditanam Kultivar 'Biru' lebih awal melewati masa dormansi bibit dibanding 'Tiron' Tidak terdapat interaksi antara semua perlakuan dengan kultivar bawang merah pada berat kering akar 3 MST.

Tabel 2. Persentase Akar Terinfeksi JMA pada Tanaman Bawang Merah Umur 3 dan 6 MST

Variabel	Perlakuan	Kultivar		Rerata		
		'Biru'	'Tiron'			
Infeksi JMA Umur 3 MST (%)	Kontras	Non Salin	83.33	73.33	78.33 p	
		Salin	79.33	74.00	76.67 p	
	Inokulasi Kondisi Salin	Tanpa inokulasi+(SP36)	78.33	71.67	75.00 a	
		Tanpa inokulasi+(G)	81.67	70.00	75.84 a	
		Inokulasi JMA+(G)	81.67	73.33	77.50 a	
		Inokulasi bakteri+(G)	80.00	80.00	80.00 a	
		Inokulasi JMA+bakteri+(G)	75.00	75.00	75.00 a	
	Rerata		79.33 m	74.00 m	(-)	
	Infeksi JMA Umur 6 MST (%)	Kontras	Non Salin	93.33 x	75.00 p	84.17
			Salin	75.34 y	73.67 p	74.15
Inokulasi Kondisi Salin		Tanpa inokulasi+(SP36)	66.67	71.67	69.17 a	
		Tanpa inokulasi+(G)	76.67	71.67	74.17 a	
		Inokulasi JMA+(G)	71.67	76.67	74.17 a	
		Inokulasi bakteri+(G)	80.00	70.00	75.00 a	
		Inokulasi JMA+bakteri+(G)	81.67	78.33	80.00 a	
Rerata		75.34 m	73.67 m	(-)		

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95 %. (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan

Tabel 3. Berat Kering Akar dan Panjang Akar Umur 3 MST dan 6 MST

Perlakuan	BK Akar (g)		Panjang Akar (cm)	
	3 MST	6 MST	3 MST	6 MST
Kontras				
Non Salin	0.115 p	1.41 p	19.48 p	28.06 p
Salin	0.145 p	0.69 q	18.76 p	27.65 p
Inokulasi Kondisi Salin				
Tanpa (kontrol)+SP36	0.132 b	0.64 ab	18.88 a	26.28 a
Tanpa (kontrol)+Guano	0.122 b	0.53 b	18.86 a	27.66 a
JMA+Guano	0.126 b	0.73 a	18.71 a	28.68 a
Bakteri+Guano	0.158 ab	0.75 a	20.00 a	27.87 a
JMA+bakteri+Guano	0.172 a	0.76 a	17.36 a	27.74 a
Kultivar Bawang Merah				
Biru	0.20 m	0.82 m	21.24 m	27.45 m
Tiron	0.09 n	0.55 n	16.29 n	27.84 m
Interaksi Antar Perlakuan	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95 %. (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan

Tabel 4. Jumlah daun, luas daun 3 MST dan 6 MST dan Klorofil daun total 6 MST

Perlakuan	Jumlah daun		Luas Daun (cm ²)		Klorofil 6 MST
	3 MST	6 MST	3 MST	6 MST	
Kontras					
Non Salin	21.50 p	44.50 p	180.30 p	908.97 p	0.50 p
Salin	18.75 p	26.13 q	178.35 p	332.67 q	0.49 p
Inokulasi Kondisi Salin					
Tanpa (kontrol)+SP36	19.00 a	28.50 a	186.38 a	425.42 a	0.53 a
Tanpa (kontrol)+Guano	18.33 a	25.84 a	166.32 a	273.82 c	0.49 a
JMA+Guano	17.83 a	25.50 a	167.98 a	280.25 c	0.47 a
Bakteri+Guano	19.50 a	24.92 a	185.42 a	350.07 b	0.48 a
JMA+bakteri+Guano	19.08 a	25.92 a	185.67 a	333.82 bc	0.51 a
Kultivar Bawang Merah					
Biru	21.23 m	26.63 m	209.21 m	343.63 m	0.54 m
Tiron	16.27 n	25.63 m	147.49 n	321.72 m	0.45 n
Interaksi Antar Perlakuan	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95 %. (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan

Pada jumlah daun dan luas daun (tabel 4) perlakuan salin terlihat lebih rendah dibanding perlakuan non salin pada 6 MST (setelah terjadi salinitas). Adanya Na dan Cl ekstraseluler berlebih akibat salinitas menghambat penyerapan nitrat (NO₃) oleh akar sehingga turut berpengaruh bagi pertumbuhan daun (Yuniati, 2004). Perlakuan inokulasi hanya terlihat nyata pada luas daun 6

MST dimana inokulasi bakteri secara nyata meningkatkan luas daun tanaman dibanding tanpa inokulasi dan inokulasi JMA pada pupuk sama (Guano), namun secara nyata masih lebih rendah dibanding perlakuan tanpa inokulasi+SP36. Kandungan P₂O₅ yang lebih tinggi pada SP36 (36%) dibanding Guano (14%-18%), meningkatkan luas daun tertinggi. Antar kultivar bawang terlihat hanya berbeda nyata pada jumlah daun dan luas daun umur 3 MST. Perbedaan lama dormansi bibit saat ditanam, menyebabkan pertumbuhan daun juga berbeda.

Tabel 5. Laju Pertumbuhan Tanaman (LPT) 6 MST, Laju Asimilasi Bersih (LAB) 6 MST, dan Berat Kering Total 6 MST.

Variabel	Perlakuan	Kultivar		Rerata	
		'Biru'	'Tiron'		
LAB 6 MST (mg/cm ² /minggu)	Kontras	Non Salin	6.22 x	4.74 p	5.48
		Salin	5.26 y	4.01 p	4.63
	Inokulasi Kondisi Salin	Tanpa inokulasi+(SP36)	5.53 a	2.93 d	4.23
		Tanpa inokulasi+(G)	4.53 abc	4.00 cd	4.27
		Inokulasi JMA+(G)	5.38 ab	4.20 bc	4.79
		Inokulasi bakteri+(G)	5.64 a	4.14 c	4.89
	Inokulasi JMA+bakteri+(G)	5.21 abc	4.76 abc	4.98	
Rerata		5.26	4.01	(+)	
LPT 6 MST (mg/cm ² /minggu)	Kontras	Non Salin	14.45	7.94	11.20 p
		Salin	6.32	3.95	5.14 q
	Inokulasi Kondisi Salin	Tanpa inokulasi+(SP36)	8.25 a	3.14 g	5.70
		Tanpa inokulasi+(G)	4.89 cde	3.24 fg	4.07
		Inokulasi JMA+(G)	5.61 bcd	3.76 efg	4.69
		Inokulasi bakteri+(G)	6.58 b	4.65 def	5.62
	Inokulasi JMA+bakteri+(G)	6.29 bc	4.96 cde	5.62	
Rerata		6.32	3.95	(+)	
Berat Kering Total 6 MST(g)	Kontras	Non Salin	11.08	5.95	8.51 p
		Salin	5.47	3.33	4.40 q
	Inokulasi Kondisi Salin	Tanpa inokulasi+(SP36)	6.88 a	2.73 f	4.81
		Tanpa inokulasi+(G)	4.40 cd	2.78 f	3.59
		Inokulasi JMA+(G)	4.88 bc	3.24 ef	4.06
		Inokulasi bakteri+(G)	5.54 b	3.88 de	4.71
	Inokulasi JMA+bakteri+(G)	5.63 b	4.03 cde	4.83	
Rerata		5.47	3.33	(+)	

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95 %. (+) menunjukkan ada interaksi antara kedua faktor perlakuan

Semua perlakuan tidak menunjukkan beda nyata pada klorofil total daun (tabel 4). Klorofil total perlakuan salin terlihat tidak beda nyata dibanding perlakuan non salin setelah terjadi salinitas (6 MST). Namun luas daun dan jumlah daun perlakuan salin yang nyata lebih rendah (tabel 4) menentukan klorofil total per individu tanaman lebih sedikit dibanding perlakuan non salin.

Laju asimilasi bersih (LAB) terdapat interaksi pada uji kontras ortogonal dan antar perlakuan kondisi salin (tabel 5). Salinitas menyebabkan LAB lebih rendah pada Kultivar 'Biru' namun tidak berbeda nyata pada Kultivar 'Tiron'. Pada perlakuan inokulasi kondisi salin, pada Kultivar 'Biru' semua perlakuan tidak berbeda nyata namun Kultivar 'Tiron' pada perlakuan tanpa inokulasi+SP36 memiliki LAB paling rendah. Luas daun yang besar (tabel 4) belum tentu efisien dalam menghasilkan berat kering karena diduga dipengaruhi tebal tipisnya daun.

Laju pertumbuhan tanaman (LPT) 6 MST sangat dipengaruhi LAB tanaman, dimana LPT 6 MST perlakuan tanpa inokulasi+SP36 pada Kultivar 'Tiron' paling rendah namun pada Kultivar 'Biru' paling tinggi. LAB 6 MST mempengaruhi LPT tanaman. LPT 6 MST akan mempengaruhi berat kering total umur 6 MST (tabel 5). Terlihat berat kering total terjadi interaksi seperti pada interaksi LPT (tabel 5).

Tabel 6. Tinggi tanaman 3 MST dan 6 MST

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	
	3 MST	6 MST
Kontras		
Non Salin	26.24 p	34.55 p
Salin	26.60 p	23.82 q
Inokulasi Kondisi Salin		
Tanpa (kontrol)+SP36	26.30 a	28.72 a
Tanpa (kontrol)+Guano	25.84 a	20.54 c
JMA+Guano	26.26 a	21.85 bc
Bakteri+Guano	27.91 a	24.33 b
JMA+bakteri+Guano	26.66 a	23.64 b
Kultivar Bawang Merah		
Biru	27.56 m	24.05 m
Tiron	25.63 n	23.58 m
Interaksi Antar Perlakuan	(-)	(-)

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95 %. (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan.

Salinitas terlihat menghambat pertumbuhan tajuk tanaman terlihat dari tinggi tanaman 6 MST (setelah terjadi salinitas) yang lebih kecil dibanding perlakuan non salin (tabel 6). Asimilat yang lebih rendah berupa berat kering total (tabel 5) menghambat pertumbuhan tajuk pada perlakuan salin. Perlakuan tanpa inokulasi+SP36 terlihat memiliki tinggi tanaman terbaik. Inokulasi bakteri dan bakteri+JMA hanya meningkatkan tinggi tanaman secara nyata dibanding tanpa

inokulasi dipupuk sama (Guano) namun tidak mampu mensubsitusi kekurangan hara P bila dibanding dengan SP36.

Tabel 7. Jumlah Umbi, Berat Kering Oven Umbi, Diameter Umbi dan Indeks Panen Umur 10 MST

Perlakuan	Jumlah Umbi	Berat Kering Oven Umbi (g)	Diameter Umbi (cm)	Indeks Panen 10 MST
Kontras				
Non Salin	9.00 p	8.72 p	2.66 p	0.70 p
Salin	7.62 p	3.48 q	1.75 q	0.69 p
Inokulasi Kondisi Salin				
Tanpa (kontrol)+SP36	7.25 a	5.54 a	2.09 a	0.77 a
Tanpa (kontrol)+Guano	8.34 a	2.64 c	1.55 c	0.65 c
JMA+Guano	7.58 a	2.53 c	1.56 bc	0.64 c
Bakteri+Guano	7.75 a	3.48 b	1.78 b	0.72 ab
JMA+bakteri+Guano	7.17 a	3.23 bc	1.77 b	0.69 bc
Kultivar Bawang Merah				
Biru	7.33 m	3.69 m	1.83 m	0.69 m
Tiron	7.90 m	3.27 m	1.67 n	0.70 m
Interaksi Antar Perlakuan	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95 %. (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan.

Tabel 8. Berat segar umbi, susut bobot umbi dan berat jamur umbi

Perlakuan	Berat Segar Umbi (g)	Susut Bobot Umbi 10 MST (g)	Berat Jamur Umbi (g)
Kontras			
Non Salin	76.18 p	24.44 p	57.60 p
Salin	27.23 q	39.79 q	17.07 q
Inokulasi Kondisi Salin			
Tanpa (kontrol)+SP36	39.30 a	27.54 a	28.67 a
Tanpa (kontrol)+Guano	22.33 bc	48.78 c	11.76 c
JMA+Guano	20.63 c	46.70 bc	11.05 c
Bakteri+Guano	27.42 b	37.65 b	17.21 b
JMA+bakteri+Guano	26.49 b	38.26 b	16.64 b
Kultivar Bawang Merah			
Biru	29.32 m	35.64 m	19.47 m
Tiron	25.15 n	43.93 n	14.66 n
Interaksi Antar Perlakuan	(-)	(-)	(-)

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95 %. (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan.

Pada komponen hasil tanaman (tabel 7) terlihat salinitas menurunkan berat kering oven umbi dan diameter umbi dikarenakan LPT (tabel 5) lebih rendah dibanding perlakuan non salin. Pengaruh inokulasi kondisi salin terlihat

tanpa inokulasi dipupuk SP36 meningkatkan berat kering oven umbi, diameter umbi dan IP dibanding perlakuan dipupuk Guano. Inokulasi dipupuk Guano tidak mampu mensubsitusi kekurangan P pada pupuk Guano yang lebih rendah dibanding SP36. Pada pupuk sama (Guano), inokulasi bakteri secara nyata meningkatkan berat kering oven umbi, diameter umbi, dan IP dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan inokulasi JMA+bakteri. LPT 6 MST yang lebih baik mempengaruhi komponen hasil tanaman seperti berat kering oven umbi, diameter umbi dan IP.

Salinitas menyebabkan penurunan hasil seperti pada berat segar umbi dan berat jamur umbi (tabel 8). Asimilat berupa berat kering oven umbi (tabel 7) yang lebih sedikit menyebabkan berat segar umbi dan berat jamur umbi pada perlakuan salin lebih rendah dibanding perlakuan non salin. Perlakuan dipupuk SP36 nyata lebih tinggi pada berat segar umbi dan berat jamur umbi 10 MST dibanding semua perlakuan dipupuk Guano artinya inokulasi dipupuk Guano (P rendah) tidak mampu mengganti kekurangan hara P. Antar perlakuan Guano (G) kondisi salin terlihat perlakuan inokulasi bakteri dan inokulasi JMA+bakteri secara nyata meningkatkan berat segar umbi dan berat jamur umbi tanaman.

Perlakuan non salin memiliki persentase susut bobot umbi (tabel 7) secara nyata lebih rendah dibanding perlakuan salin artinya perkembangan umbi perlakuan non salin lebih baik karena didukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan salin. Perlakuan dipupuk SP36 memiliki susut bobot umbi paling baik dibanding semua perlakuan dipupuk Guano pada kondisi salin. Antar perlakuan dipupuk Guano terlihat perlakuan inokulasi bakteri dan bakteri+JMA secara nyata memiliki susut bobot umbi lebih baik dikarenakan translokasi padatan ke umbi lebih besar dan kadar air umbi lebih rendah saat panen dibanding perlakuan tanpa inokulasi.

Pada variabel berat segar umbi, susut bobot umbi, berat jamur umbi 10 MST terlihat secara nyata Kultivar 'Biru' lebih baik dibanding Kultivar 'Tiron' (tabel 8). Pengaruh faktor genetik mempengaruhi kemampuan tiap-tiap kultivar bawang merah untuk membentuk umbi.

KESIMPULAN

1. Tanaman bawang merah yang tercekam salinitas pertumbuhan dan hasilnya lebih terhambat dibanding tanaman bawang merah yang tidak tercekam salinitas.
2. Saat tercekam salinitas, tanaman bawang merah yang diinokulasi dengan bakteri penghasil ACC deaminase memiliki pertumbuhan dan hasil lebih baik dibanding tanaman bawang merah tanpa inokulasi.
3. Tanaman bawang merah yang diinokulasi dengan JMA menunjukkan pertumbuhan dan hasil yang sama dengan tanaman tanpa diinokulasi saat tercekam salinitas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Endang Sulistyarningsih, M.Sc dan Dr. Ir. Jaka Widada M.P. yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dari awal usulan penelitian ini hingga selesai penulisan skripsi ini serta Ir. Sriyanto Waluyo, M.Sc. selaku penguji yang telah memberikan masukan saat ujian guna mengurangi kekurangan pada penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penelitian ini namun penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi bagi pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Boursier, P. and Lauchi.1990. Growth responses and mineral nutrient relators of salt-stressed sorgum. *Crop Sci.* 30 : 123 – 128.
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 4: 109-117.
- Glick, B.R. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentration by plant growth promoting bacteria. *J. Theor. Biol.*, 190: 63 – 68.
- Grichko, V.P. and B.R. Glick. 2001. Amelioration of flooding stress by ACC deaminase containing plant growth promoting bacteria. *Physiol.* 113 : 981-985.
- Jacobson, C.B., J.J. Pasternak, and B.R. Glick. 1994. Partial purification and characterization of ACC deaminase from the plant growth promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR12-2. *Can. J. Microbiol.* 40: 1019-1022.
- Kurniasih, B. 2002. Hasil dan Sifat Perakaran Varietas Padi Gogo pada Beberapa Tingkat Salinitas. *Ilmu Pertanian* 9 (1) : 1–10.
- Ojala, J.C., W.M. Jarrel, J.A. Menge dan E.L.V. Johnson. 1983. Influence of Mycorrizal Fungi on the Mineral Nutrition and Yield of Onion in Saline Soil. *Agron. J.* 75 : 255 – 259.

- Patten C.L. and B.R. Glick. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *J. Microbiol* 42: 207-220.
- Robson, A. D., L.K. Abbot and N. Malajczuk. 1994. Management of Mycorrhizas in Agriculture, Horticultura, and Forestry. Kluwer Academic Publisher, London.
- Thomas, R.S., R.L. Franson and G.J. Bethlenfalvay. 1993. Separation of VAM fungus and Root Effect on Soil Agregation. *Soil Sci. Am. J.* 57:77-81.
- Wang, C., E. Knill, B.R. Glick, and D. Defago. 2000. Effect of transferring 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase gene into *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0 and its *gacA* derivative CHA96 on their growth-promoting and disease-suppressive capacities. *Can. J. Microbiol.* 46: 898-907.
- Yuhai Y., C. Yanning, and L. Weihong. 2008. Arbuscular mycorrhiza fungi infection in desert riparian forest and its environmental impications : a case study in the lower reach of tarim river. *Progress in Natural Science* 18: 983-991.
- Yuniati, R. 2004. Penapisan galur kedelai (*Glycine max*) toleran terhadap NaCl untuk penanaman di lahan salin. *Makara Sains* 8: 21-24.