Bul. Agron. (34) (1) 46 – 54 (2006)

Pengaruh Perlakuan Rizo-bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman terhadap Viabilitas Benih serta Pertumbuhan Bibit Tanaman Cabai

Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Seed Germination and Seedling Growth of Hot Pepper

Gusti Ayu Kade Sutariati[1], Widodo[2], Sudarsono[3] dan Satriyas Ilyas[3*]

Diterima 7 Oktober 2005/Disetujui 1 Pebruari 2006

ABSTRACT

The objectives of this experiment were to evaluate effects of seed treatment using local isolates of rhizobacteria on seed germination and seedling growth of hot pepper. Hot pepper seeds were treated with rhizobacterium isolates of Bacillus sp., Pseudomonas sp., or Serratia sp. and germinated using standard germination procedures. Subsequently, seedlings were transplanted into plastic pots containing a mixture of potting media. Germination was recorded at 7 and 14 days while seedling growth were recorded at 6 and 8 weeks after transplanting. Results of the experiments showed seed treatments using rhizobacteria significantly increased viability of the treated hot pepper seeds (percentage of increases as compared to untreated seeds in seed germination - up to 27%, PTM 11%, vigor index 31%, SPT 29%, KCT 29%, and reduction of T50 by 0.75 days). Some of the treatments also promoted growth of hot pepper seedlings. Although all of the rhizobacteria synthesized IAA, growth promoting effects of the rhizobacteria may not only be due to the synthesized growth regulator. Other factors may have involved in the possitive effects of the rhizobacteria on hot pepper seed germination and seedling growth.

Key words: Rhizobacteria, indole-acetic acid, PGPR, vigor, viability, seedling growth

PENDAHULUAN

Penggunaan rizo-bakteri pemacu pertumbuhan tanaman atau *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) sebagai pupuk hayati merupakan satu sumbangan bioteknologi dalam usaha peningkatan produktivitas tanaman. Hal tersebut dicapai dengan mobilisasi hara, produksi hormon tumbuh, fiksasi nitrogen atau pengaktifan mekanisme ketahanan terhadap penyakit (Wei *et al*., 1996; Thakuria *et al*., 2004). Berbagai isolat dari *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Enterobacter* sp., *Bacillus* sp. dan *Serratia* sp. diketahui berfungsi sebagai PGPR (Thuar *et al*., 2004).

Inokulasi isolat *Bacillus* sp. dilaporkan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kandungan mineral daun pisang (Jaizme-Vega *et al*., 2004) sedangkan isolat *B. licheniformis* dan *B. pumillus* meningkatkan pertumbuhan bibit tomat dan cabai (Garcia *et al*., 2004). Inokulasi isolat *Bacillus* sp. pada bibit padi meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi hingga 43%, sedangkan inokulasi *P. fluorescens* meningkatkan produksi hingga 100% (Thakuria *et al*., 2004). Untuk itu, evaluasi kemampuan rizo-bakteri lokal sebagai bakteri pemacu pertumbuhan perlu dilakukan. Jika terbukti efektif, rizo-bakteri lokal tersebut dapat digunakan sebagai alternatif pupuk hayati (*biofertilizer*) pada budidaya tanaman di Indonesia.

Peranan PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman diduga ada hubungannya dengan kemampuan mensintesis hormon tumbuh. Isolat *Bacillus* sp. dilaporkan mampu mensintesis asam indol asetat (IAA) (Thakuria *et al*., 2004) dan giberelin (Joo *et al*., 2004). Sedangkan, isolat *P. fluorescens* selain menghasilkan IAA (Thakuria *et al*., 2004; Patten & Glick, 2002) juga menghasilkan sitokinin (Garcia de Salamone & Nelson, 2004).

Dalam penelitian sebelumnya sejumlah isolat rizo-bakteri yang tergolong ke dalam kelompok *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Serratia* sp. telah diisolasi dari perakaran tanaman cabai sehat yang tumbuh diantara pertanaman terserang antraknosa. Sejumlah isolat tersebut diketahui mampu menghambat pertumbuhan koloni berbagai cendawan patogen (Sutariati, 2005).

[1] Jurusan Budidaya Pertanian, Faperta, Universitas Haluoleo, Kendari
[2] Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB
[3] Departemen Agronomi dan Hortikultura Faperta IPB, Jl. Meranti kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Fax (0251) 377557 E-mail: agrspsipb@indo.net.id (* Penulis untuk korespondensi)

Evaluasi kemampuan isolat rizo-bakteri tersebut sebagai PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan bibit tanaman cabai perlu dilakukan. Percobaan yang dilakukan bertujuan mengevaluasi kemampuan isolat rizo-bakteri untuk memproduksi auksin IAA, mengevaluasi pengaruh perlakuan benih dengan rizo-bakteri terhadap perkecambahan benih, dan terhadap pertumbuhan bibit cabai. Regresi antara kemampuan memproduksi auksin dengan bobot biomasa dan tinggi bibit cabai yang diberi perlakuan juga dianalisis untuk menduga hubungan antara produksi auksin dan pemacuan pertumbuhan yang diamati.

BAHAN DAN METODE

Isolat Rizo-bakteri

Isolat rizo-bakteri *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. dan *Serratia* sp. telah diperoleh dari percobaan sebelumnya (Sutariati, 2005). Rizo-bakteri diisolasi dari rizosfer tanaman cabai sehat yang tumbuh diantara tanaman terserang penyakit antraknosa. Dalam percobaan ini dievaluasi 16 isolat *Bacillus* sp., 5 isolat *Pseudomonas* sp. dan 4 isolat *Serratia* sp.

Produksi Asam Indol Asetat (IAA) oleh Isolat Rizo-bakteri

Kemampuan masing-masing isolat rizo-bakteri *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp. dan *Serratia* sp. untuk memproduksi IAA dianalisis dengan metode Glickman dan Dessaux (1995). Isolat *Pseudomonas* sp. ditumbuhkan selama 24 jam dalam medium King's B cair sedangkan *Bacillus* sp. dan *Serratia* sp. dalam *nutrient broth* (Schaad *et al.***,** 2001). Untuk memacu sintesis auksin, ke dalam masing-masing media ditambahkan asam amino triptofan 0.5 g/l.

Kultur bakteri disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit, supernatan dipisahkan dari endapan bakteri, disaring dengan kertas saring millipore (0.2 μm), dan dianalisis kandungan IAA-nya. Kandungan IAA dalam filtrat kultur bakteri dideteksi dengan menggunakan pereaksi $FeCl_3$ 12 g/l dalam H_2SO_4 7.9 M. Pereaksi $FeCl_3$ (1 ml) dan filtrat kultur bakteri (1 ml) ditambahkan ke dalam tabung eppendorf (volume 2 ml), dan campuran diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu 26^0C selama 30 menit. Setelah periode inkubasi, nilai absorban campuran dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm. Kurva standar berdasarkan nilai absorban larutan IAA murni dengan konsentrasi 0, 6.25, 12.5, 25, 50, 75, 100, 150, dan 200 μg/ml digunakan untuk menghitung kandungan IAA dalam filtrat kultur bakteri.

Perlakuan Benih dengan Rizo-bakteri

Isolat rizo-bakteri ditumbuhkan dalam media TSA (*Bacillus* sp. dan *Serratia* sp.) atau King's B (*Pseudomonas* sp.) padat dan diinkubasi selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh disuspensikan dalam medium cair yang sesuai hingga mencapai kerapatan populasi 10^9 cfu/ml (Bai *et al.***,** 2002) atau setara dengan pembacaan nilai absorban OD_{600}=0.164 (*Bacillus* sp.), OD_{600}=0.072 (*Serratia* sp.) dan OD_{600}=0.192 (*Pseudomonas* sp.) menggunakan spektrofotometer.

Benih cabai cv. Tit Super didesinfeksi dengan natrium hipoklorit 2% selama lima menit, dicuci tiga kali dengan air steril, dan dikering-anginkan dalam *laminar air flow cabinet* selama satu jam. Benih yang telah dikering-anginkan (1 g) direndam selama 24 jam dalam suspensi masing-masing isolat rizo-bakteri (50 ml) pada suhu 26^oC. Setelah perlakuan, benih kembali dikering-anginkan dalam *laminar air flow cabinet* dan disimpan hingga siap digunakan.

Pengaruh Perlakuan Benih terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Cabai

Benih cabai yang telah diberi perlakuan rizo-bakteri dikecambahkan dalam bak plastik berukuran 20x15x10 cm (panjang x lebar x tinggi) berisi arang sekam steril sebagai media perkecambahan. Untuk setiap perlakuan ditanam 100 benih, dengan tiga ulangan. Pengaruh perlakuan benih terhadap vigor dan viabilitas benih yang diuji dievaluasi dengan mengamati daya berkecambah (DB: persentase kecambah normal pada hari ke 14 setelah pengecambahan), potensi tumbuh maksimum (PTM: persentase total benih yang berkecambah [normal dan abnornal] pada hari ke 14), indeks vigor (IV: persentase kecambah normal pada hari ke 7), spontanitas tumbuh (SPT: persentase kecambah normal pada hari ke 10), kecepatan tumbuh relatif (K_{CT} relatif: persentase kecambah normal/etmal) dan waktu yang dibutuhkan untuk berkecambah 50% (T_{50}).

Pengaruh Perlakuan Benih terhadap Pertumbuhan Bibit Cabai

Untuk menguji pengaruh rizo-bakteri terhadap pertumbuhan bibit, individu kecambah yang diperoleh dari uji perkecambahan benih dipindah-tanam (*transplant*) ke pot plastik berdiameter 7 cm dan tinggi 10 cm, berisi 500 g media tanam campuran tanah dan pupuk kandang (4:1). Unit percobaan terdiri atas 9 bibit cabai per perlakuan dan untuk setiap perlakuan diulang 3 kali.

Bibit cabai ditumbuhkan di rumah pembibitan dan untuk menjaga pertumbuhan dan perkembangan bibit yang normal dilakukan penyiraman hingga kapasitas lapang setiap pagi dan sore hari serta dilakukan pengendalian hama tungau menggunakan akarisida Kelthane dengan konsentrasi 1 ml/l. Bibit cabai

ditumbuhkan hingga 8 minggu setelah pindah-tanam (msp) dan diamati tinggi tanaman dan jumlah daunnya pada 6 dan 8 msp serta bobot kering biomasanya pada 8 msp.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Produksi IAA oleh Isolat Rizo-bakteri

Hasil percobaan menunjukkan bahwa semua isolat rizo-bakteri yang diuji mampu memproduksi auksin IAA jika ditumbuhkan dalam media dengan penambahan asam amino triptofan. Rizo-bakteri *Bacillus* sp. memproduksi IAA dengan kisaran konsentrasi antara 25.99-34.97 μg/ml filtrat, sedangkan kelompok *Pseudomonas* sp. antara 28.51-100.56 μg/ml filtrat, dan *Serratia* sp. antara 24.16-27.98 μg/ml filtrat (Tabel 1).

Diantara 16 isolat *Bacillus* sp., isolat BG25 (*B. polymixa*), BG05 dan BG03 masing-masing menghasilkan IAA dengan konsentrasi 34.97, 34.75, dan 34.11 μg/ml, lebih tinggi jika dibandingkan dengan isolat *Bacillus* sp. lainnya. Dari lima isolat dalam kelompok *Pseudomonas* sp., isolat PG01 menghasilkan IAA dengan konsentrasi tertinggi (100.56 μg/ml). Sedangkan dari empat isolat dalam kelompok *Serratia* sp., isolat SG01 (*S. liquefaciens*) dan isolat SG03, masing-masing menghasilkan IAA dengan konsentrasi tertinggi 27.98 dan 27.27 μg/ml (Tabel 1).

Tabel 1. Kemampuan berbagai isolat rizo-bakteri dari kelompok *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., atau *Serratia* sp. untuk memproduksi auksin asam indol asetat (IAA) dalam media yang mengandung asam amino triptofan.

Kelompok rizo-bakteri	Isolat	Kandungan IAA (μg/ml filtrat)
***Bacillus* sp.:**		
B. subtilis	BG21	25.99 hi
B. alvei	BG07	27.33 h
B. mycoides	BG11	27.60 h
B. alvei	BG12	27.71 h
B. megaterium	BG27	30.56 fg
B. mycoides	BG18	30.77 fg
B. subtilis	BG13	31.31 f
Bacillus sp.	BG14	32.33 ef
B. cereus	BG35	32.33 ef
B. megaterium	BG20	32.39 ef
Bacillus sp.	BG33	32.44 ef
B. mycoides	BG16	32.55 def
B. subtilis	BG23	32.55 def
Bacillus sp.	BG03	34.11 de
Bacillus sp.	BG05	34.75 de
B. polymixa	BG25	34.97 d
***Pseudomonas* sp.:**		
P. fluorescens	PG25	28.51 gh
P. fluorescens	PG22	34.70 de
P. fluorescens	PG07	39.00 c
P. fluorescens	PG04	45.51 b
P. fluorescens	PG01	100.56 a
***Serratia* sp.:**		
Serratia sp.	SG04	24.16 h
Serratia sp.	SG02	26.31 hi
Serratia sp.	SG03	27.17 h
S. liquefaciens	SG01	27.98 i

Keterangan: Angka pada kolom dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada α=0.05.

Pengaruh Perlakuan Rizo-bakteri terhadap Viabili-tas dan Vigor Benih Cabai

Dibandingkan dengan tanpa perlakuan sebagai standar, perlakuan benih dengan rizo-bakteri nyata meningkatkan DB, PTM, IV, SPT, dan K_{CT} relatif serta menurunkan T_{50} benih cabai yang diuji (Tabel 2). Diantara berbagai isolat *Bacillus* sp. yang digunakan, isolat BG25 (*Bacillus polymixa*) memberikan dampak terbaik terhadap berbagai peubah perkecambahan benih cabai yang diamati (Tabel 2). Sedangkan diantara isolat *Pseudomonas* sp. atau *Serratia* sp. tidak terdapat perbedaan yang nyata antar isolat rizo-bakteri yang digunakan terhadap peubah perkecambahan benih cabai (Tabel 2).

Berdasarkan perhitungan menggunakan data yang diamati, perlakuan rizo-bakteri meningkatkan DB hingga 27%, PTM - 11%, IV - 31%, SPT - 29%, K_{CT} relatif - 29%, dan menurunkan T50 0.75 hari dibandingkan perlakuan standar. Dalam kondisi tanpa perlakuan rizo-bakteri, benih cabai yang diuji mempunyai DB 61%, PTM 88%, IV 41%, SPT 57%, K_{CT} relatif 49%, dan T_{50} 5.19 hari. Perlakuan benih dengan isolat *Bacillus* sp. meningkatkan DB benih yang diuji hingga mencapai 85%-88%, PTM: 94%-99%, IV: 64%-71%, SPT: 81%-85%, K_{CT} relatif: 72%-78%, serta menurunkan T_{50}: 4.45-4.79 hari dibandingkan dengan tanpa perlakuan rizo-bakteri sebagai standar (Tabel 2). Perlakuan benih dengan isolat *Pseudomonas* sp. meningkatkan DB benih yang diuji hingga mencapai 87%-88%, PTM: 97%-99%, IV: 68%-72%, SPT: 84%-86%, K_{CT} relatif: 74%-76%, serta menurunkan T_{50}: 4.44-4.52 hari (Tabel 2) dibandingkan dengan perlakuan standar. Sedangkan perlakuan benih dengan isolat *Serratia* sp. meningkatkan DB benih yang diuji hingga mencapai 87%-88%, PTM: 99%, IV: 71%-72%, SPT: 83%-86%, K_{CT} relatif: 74%-78%, serta menurunkan T_{50}: 4.42-4.52 hari dibandingkan dengan perlakuan standar (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan benih dengan rizo-bakteri dari kelompok *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, atau *Serratia* sp. terhadap daya berkecambah (DB), potensi tumbuh maksimum (PTM), indeks vigor (IV), spontanitas tumbuh (SPT), kecepatan tumbuh relatif (K_{CT}), dan waktu yang dibutuhkan untuk berkecambah 50% (T_{50}) benih cabai cv. Tit Super.

Perlakuan benih	Isolat	DB(%)	PTM(%)	IV(%)	SPT(%)	KCT(%)	T50 (hari)
Standar (tanpa rizo-bakteri)	-	61 b	88 e	41 f	57e	49 h	5.19 a
***Bacillus* sp.:**							
B. subtilis	BG21	86 a	95 bcd	65 de	82 cd	72 efg	4.79 b
B. alvei	BG07	86 a	97 ab	68 bcd	82 cd	72 d-g	4.67 b
B. mycoides	BG11	85 a	95 bcd	66 de	81 d	72 g	4.75 b
B. alvei	BG12	85 a	95 cd	65 de	82 cd	72 efg	4.68 b
B. megaterium	BG27	87 a	97 abc	67 cd	83 a-d	75 cde	4.53 c
B. mycoides	BG18	87 a	97 ab	68 bcd	83 a-d	75 cde	4.53 c
B. subtilis	BG13	86 a	95 bcd	66 de	82 cd	72 efg	4.75 b
Bacillus sp.	BG14	87 a	98 a	68 bcd	84 a-d	75 cd	4.50 c
B. cereus	BG35	87 a	97 ab	67 cd	83 a-d	74 c-f	4.52 c
B. megaterium	BG20	87 a	97 abc	68 bcd	83 a-d	75 cd	4.54 c
Bacillus sp.	BG33	87 a	97 ab	68 bcd	84 a-d	74 c-g	4.51 c
B. mycoides	BG16	87 a	97 ab	68 bcd	83 a-d	75 cd	4.54 c
B. subtilis	BG23	85 a	94 d	64 e	82 cd	72 fg	4.69 b
Bacillus sp.	BG03	87 a	98 a	71 ab	85 abc	74 c-g	4.52 c
Bacillus sp.	BG05	87 a	98 a	69 abc	85 abc	73 c-g	4.55 c
B. polymixa	BG25	88 a	99 a	71 a	85 ab	78 a	4.45 c
Rataan		87	97	67	83	74	4.60
***Pseudomonas* sp.:**							
P. fluorescens	PG25	87 a	97 a	68 bcd	84 a-d	74 c-g	4.52 c
P. fluorescens	PG22	87 a	97 a	68 bcd	84 a-d	74 c-g	4.51 c
P. fluorescens	PG07	87 a	98 a	71 a	85 ab	74 c-g	4.44 c
P. fluorescens	PG04	87 a	99 a	71 a	85 ab	74 c-f	4.48 c
P. fluorescens	PG01	88 a	99 a	72 a	86 a	76 bc	4.44 c
Rataan		87	98	70	85	74	4.48
***Serratia* sp.:**							
Serratia sp.	SG04	87 a	99 a	71 a	83 bcd	74 c-g	4.52 c
Serratia sp.	SG02	87 a	99 a	71 a	83 bcd	74 c-g	4.52 c
Serratia sp.	SG03	88 a	99 a	71 a	85 abc	76 bc	4.45 c
S. liquefaciens	SG01	88 a	99 a	72 a	86 a	78 a	4.42 c
Rataan		88	99	71	84	76	4.48

Keterangan: Angka pada kolom dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada α=0.05.

Pengaruh Perlakuan Rizo-bakteri terhadap Pertumbuhan Bibit

Dibandingkan dengan tanpa perlakuan rizo-bakteri sebagai standar, inokulasi dengan isolat *Pseudomonas* sp., *Serratia* sp., dan sebagian isolat *Bacillus* sp. nyata meningkatkan tinggi bibit cabai dan jumlah daun bibit cabai pada 6 dan 8 msp, serta bobot kering biomasa bibit cabai pada 8 msp (Tabel 3). Diantara isolat *Bacillus* sp. yang digunakan, isolat BG13, BG21, BG23 (*B. substilis*), BG11 (*B. mycoides*), BG12 (*B. alvei*), dan BG27 (*B. megaterium*) tidak nyata berpengaruh positif terhadap pertumbuhan bibit cabai dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Sebaliknya, isolat lain dari *Bacillus* sp. yang diuji nyata meningkatkan pertumbuhan vegetatif cabai dibandingkan dengan perlakuan standar.

Antar isolat *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Serratia* sp. yang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan bibit cabai tidak terlihat adanya perbedaan yang nyata, yang mengindikasikan bahwa berbagai isolat tersebut semuanya berpotensi untuk meningkatkan pertumbuhan bibit cabai. Peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan biomasa bibit yang tertinggi diamati pada perlakuan dengan *Serratia* sp., diikuti *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp. Gambar 1 menunjukkan pertumbuhan bibit cabai CV. Tit Super dengan atau tanpa perlakuan rizo-bakteri.

Berdasarkan perhitungan menggunakan data yang diamati, perlakuan rizo-bakteri meningkatkan tinggi bibit pada 6 dan 8 msp hingga 66 dan 87%, jumlah daun pada 6 dan 8 msp - 39 dan 68%, serta biomasa kering bibit pada 8 msp – 347% dibandingkan perlakuan standar. Dalam kondisi tanpa perlakuan rizo-bakteri, tinggi bibit cabai pada 6 dan 8 msp masing-masing mencapai 6.92 cm dan 7.83 cm, jumlah daunnya mencapai 6.00 daun/bibit (6 msp) dan 6.56 daun/bibit (8 msp). Biomasa kering bibit cabai tanpa perlakuan rizo-bakteri hanya mencapai 0.075 g (Tabel 3). Perlakuan dengan isolat *Bacillus* sp. meningkatkan tinggi bibit yang diuji hingga mencapai 6.76-10.71 cm (6 msp) dan 7.89-13.06 (8 msp), jumlah daun: 6.11-8.11 (6 msp) dan 6.78-9.67 (8 msp), serta bobot biomasa kering: 0.103-0.245 g/bibit cabai (Tabel 3). Perlakuan dengan *Pseudomonas* sp. meningkatkan tinggi bibit yang diuji hingga mencapai 7.61-10.41 (6 msp) dan 8.28-11.5 (8 msp), jumlah daun: 6.89-7.78 (6 msp) dan 7.22-9.33 (8 msp), serta bobot biomasa kering: 0.131-0.227 g/bibit cabai. Sedangkan perlakuan benih dengan isolat *Serratia* sp. meningkatkan tinggi bibit yang diuji hingga mencapai 10.50-11.50 cm (6 msp) dan 10.89-14.61 (8 msp), jumlah daun: 7.67-8.33 (6 msp) dan 9.67-11.00 (8 msp), serta bobot biomasa kering: 0.215-0.355 g/bibit cabai (Tabel 3).

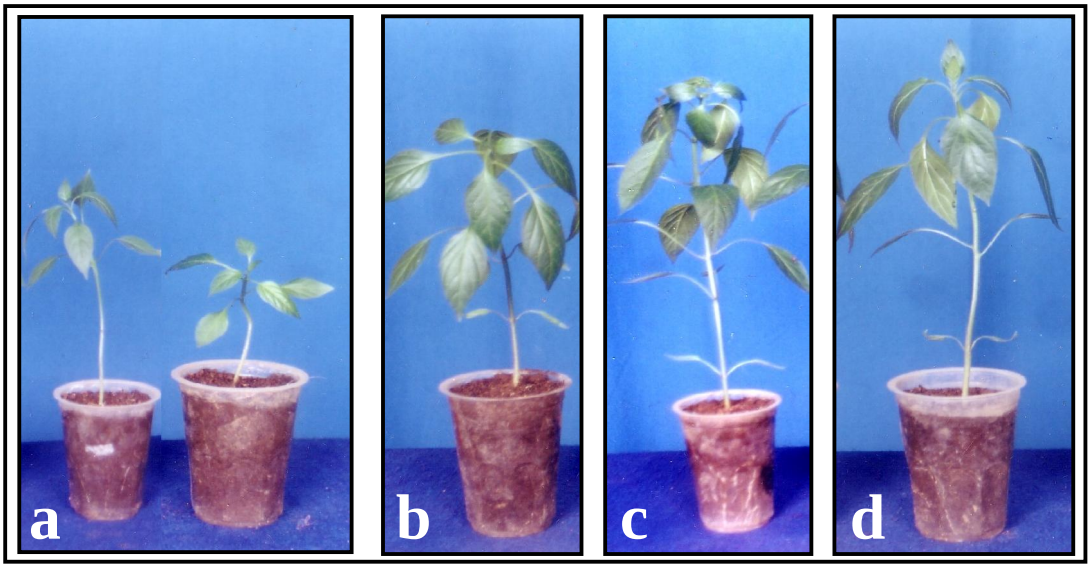
Tabel 3. Pengaruh perlakuan benih dengan rizo-bakteri dari kelompok *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, atau *Serratia* sp. terhadap tinggi bibit dan jumlah daun per bibit pada umur 6 dan 8 minggu setelah tanam (mst) serta terhadap biomasa kering bibit cabai cv. Tit Super.

Perlakuan benih	No. isolat	Tinggi bibit (cm)		Jumlah Daun/bibit		Biomasa bibit (g)
		6 msp	8 msp	6 msp	8 msp	
Tanpa perlakuan		6.92 e	7.83 h	6.00 g	6.56 i	0.075 f
***Bacillus* sp.:**						
B. subtilis	BG21	7.67 fg	8.69 gh	6.78 d-g	7.67 e-i	0.111 ef
B. alvei	BG07	9.17 b-f	10.39 efg	7.67 a-e	8.44 c-g	0.160 c-f
B. mycoides	BG11	8.39 d-g	9.44 fgh	6.56 efg	7.44 f-i	0.126 def
B. alvei	BG12	6.76 g	8.67 gh	6.11 fg	7.22 ghi	0.108 ef
B. megaterium	BG27	8.00 efg	9.56 fgh	7.11 b-f	8.00 d-h	0.160 c-f
B. mycoides	BG18	10.06 a-e	11.03 c-f	8.00 abc	8.67 b-g	0.177 b-f
B. subtilis	BG13	8.32 d-g	9.56 fgh	6.89 c-g	8.11 d-h	0.121 def
Bacillus sp.	BG14	9.64 a-f	11.13 c-f	7.33 a-e	8.89 b-f	0.171 b-f
B. cereus	BG35	9.33 b-f	10.50 d-g	7.67 a-e	8.67 b-g	0.168 b-f
B. megaterium	BG20	9.99 a-e	11.67 b-f	7.56 a-e	9.00 b-e	0.187 b-e
Bacillus sp.	BG33	9.81 a-e	11.30 b-f	7.56 a-e	9.00 b-e	0.195 b-e
B. mycoides	BG16	9.83 a-e	11.22 b-f	7.78 a-d	8.67 b-g	0.182 b-f
B. subtilis	BG23	6.67 g	7.89 h	6.22 fg	6.78 hi	0.103 ef
Bacillus sp.	BG03	10.70 abc	13.06 abc	8.11 ab	9.67 abc	0.201 b-e
Bacillus sp.	BG05	9.72 a-f	11.24 b-f	7.44 a-e	9.22 bcd	0.198 b-e
B. polymixa	BG25	10.71 abc	12.89 a-d	8.00 abc	9.33 bcd	0.245 bc
Rataan		9.05	10.52	7.30	8.42	0.16
***Pseudomonas* sp.:**						
P. fluorescens	PG25	7.61 fg	8.28 gh	6.89 c-g	7.22 ghi	0.131 def
P. fluorescens	PG22	8.72 c-g	10.06 fgh	7.56 a-e	8.67 b-g	0.161 c-f
P. fluorescens	PG07	9.17 b-f	10.39 efg	7.56 a-e	8.33 c-g	0.194 b-d

Tabel 3 (Lanjutan).

Perlakuan benih	No. isolat	Tinggi bibit (cm)		Jumlah Daun/bibit		Biomasa bibit (g)
		6 msp	8 msp	6 msp	8 msp	
P. fluorescens	PG04	9.44 a-f	11.50 b-f	7.78 a-d	9.11 b-e	0.209 b-e
P. fluorescens	PG01	10.41 a-d	11.50 b-f	7.67 a-e	9.33 bcd	0.227 bcd
Rataan		9.07	10.35	7.49	8.53	0.18
***Serratia* sp.:**						
Serratia sp.	SG04	10.89 ab	12.72 a-e	7.67 a-e	9.67 abc	0.230 bcd
Serratia sp.	SG02	10.94 ab	12.61 a-e	7.89 a-d	10.00 ab	0.215 b-e
Serratia sp.	SG03	11.50 a	13.56 ab	8.33 a	11.00 a	0.277 ab
S. liquefaciens	SG01	10.94 ab	14.61 a	7.89 a-d	10.89 a	0.355 a
Rataan		11.07	13.38	7.95	10.39	0.27

Keterangan: Angka pada kolom dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada α=0.05.

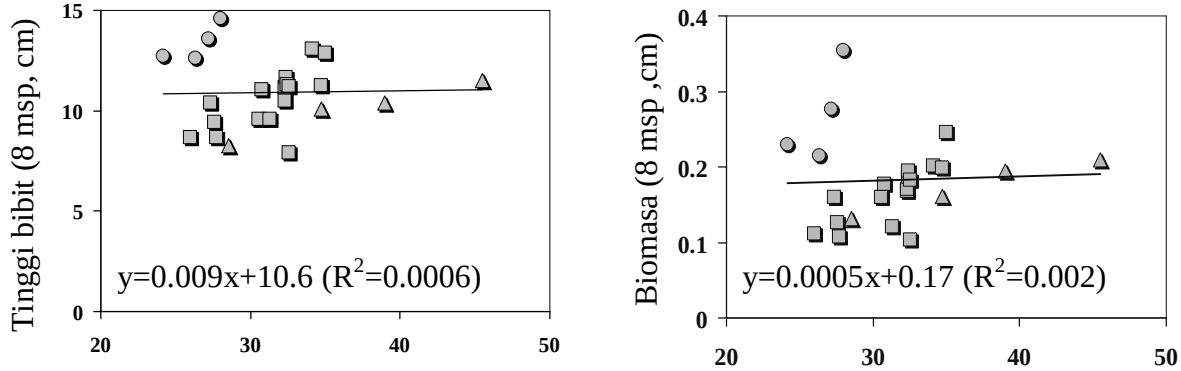


Gambar 1. Pertumbuhan bibit cabai cv. Tit Super dengan atau tanpa perlakuan rizo-bakteri pada umur 6 minggu setelah pindah-tanam. Bibit cabai (a) tanpa perlakuan rizo-bakteri, sebagai standar, (b) diinokulasi *Bacillus* sp. isolat BG25, (c) *Pseudomonas* sp. isolat PfG01, dan (d) *Serratia* sp. isolat SG01.

Hubungan antara Produksi IAA dan Pertumbuhan Bibit

Analisis antara produksi IAA dengan tinggi tanaman atau bobot biomasa bibit cabai pada 8 msp menunjukkan hasil regresi yang tidak nyata. Hal ini mengindikasikan peningkatan produksi auksin oleh rizo-bakteri tidak selalu berakibat pada peningkatan tinggi tanaman dan biomasa bibit cabai pada 8 msp.

Perlakuan benih dengan isolat *Serratia* sp. yang hanya menghasilkan IAA 24.16-27.98 g/ml filtrat bakteri mampu menghasilkan tinggi bibit dan biomasa bibit cabai pada 8 msp yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan standar. Sebaliknya, sejumlah isolat *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang menghasilkan IAA lebih banyak ternyata tidak mampu memacu pertumbuhan bibit cabai sebagaimana yang didapat dari perlakuan dengan *Serratia* sp. (Gambar 2).



Gambar 2. Hasil analisis regresi antara kuantitas auksin asam indol asetat (IAA) yang diproduksi oleh isolat rizo-bakteri dengan respons pertumbuhan bibit cabai cv. Tit Super (tinggi tanaman dan biomasa bibit pada 8 minggu setelah tanam) yang diberi perlakuan dengan masing-masing isolat rizo-bakteri. (q) isolat *Bacillus* sp., (Δ) *Pseudomonas* sp., dan (¦) *Serratia* sp.

Pembahasan

Isolat rizo-bakteri yang diuji (25 isolat) dalam percobaan ini terbukti mampu memproduksi IAA dalam media dengan penambahan asam amino triptofan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan isolat *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Serratia* sp. umumnya mempunyai kemampuan memproduksi auksin (Khalid *et al*., 2005; Patten & Glick, 2004). Diantara isolat rizo-bakteri yang dievaluasi, isolat *P. fluorescens* mampu memproduksi IAA lebih banyak dibandingkan isolat *Bacillus* sp. atau *Serratia* sp. Berbagai isolat *P. fluorescens* dilaporkan mempunyai kemampuan memproduksi IAA lebih banyak dibanding rizo-bakteri yang lain (Ahmad *et al*., 2005). Sementara peneliti lain (Thakuria *et al*., 2004) melaporkan bahwa isolat *Bacillus* sp. menghasilkan IAA lebih banyak dibandingkan isolat *P. fluorescens*. Perbedaan produksi IAA dari berbagai rizo-bakteri diduga bergantung pada isolat yang diuji dan kemampuan masing-masing isolat dalam mengkolonisasi perakaran tanaman (Thakuria *et al*., 2004).

Timmusk & Wagner (2004) melaporkan kemampuan *B. polymixa* (*Paenibacillus polymixa*) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman padi disebabkan oleh kemampuannya memproduksi auksin dan sitokinin. Di samping itu *B. polymixa* juga dapat memfiksasi nitrogen dan dapat melarutkan fosfat.

Perlakuan *P. fluorescens* pada benih meningkatkan 73% bobot basah pucuk selada yang dipanen dibanding perlakuan standar. Selain itu dengan perlakuan *P. fluorescens*, luas daun kubis yang dipanen meningkat 39% dibanding perlakuan standar (Ryder *et al***.,** 1994). Ryder *et al***.** (1994) juga melaporkan bahwa perlakuan *P. fluorescens* pada benih mentimun meningkatkan bobot basah akar kecambah 187% dan tajuk kecambah 40% dibandingkan dengan perlakuan standar. Sedangkan Pal *et al***.** (2004) melaporkan bahwa perlakuan *P. fluorescens* meningkatkan biomasa per tanaman kacang tanah hingga 60% dibandingkan perlakuan standar.

Serratia sp. juga termasuk kedalam kelompok PGPR (Thuar *et al***.,** 2004). Perlakuan *S. marcescens* dilaporkan meningkatkan jumlah daun mentimun 29% dibanding kontrol (Wei *et al***.,** 1991) sedangkan perlakuan *S. plymuthica* meningkatkan jumlah tunas dan bunga stroberi 16.2% dibanding perlakuan standar.

Peningkatan viabilitas dan vigor benih serta pertumbuhan bibit tanaman cabai oleh isolat rizo-bakteri diduga diakibatkan oleh kemampuan isolat rizo-bakteri dalam memproduksi hormon tumbuh. Tetapi dalam penelitian ini, peningkatan pertumbuhan bibit tidak selalu sejalan dengan tingginya konsentrasi IAA yang dihasilkan oleh isolat bakteri yang diuji.

Serratia liquefaciens SG01 menghasilkan rataan bobot kering bibit cabai tertinggi diantara semua isolat bakteri yang diuji, tetapi jumlah IAA yang dihasilkan lebih rendah (29.78 μg/ml) dibanding *P. fluorescens* PG01 (100.56 μl/ml) dan *B. polymixa* BG25 (34.97 μl/ml). Hasil penelitian sebelumnya juga melaporkan tidak ada korelasi yang nyata antara jumlah IAA yang diproduksi isolat rizo-bakteri dengan pertumbuhan bit gula. Sebaliknya, produksi IAA yang berlebihan dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan tanaman akibat terganggunya pertumbuhan akar (Ceson *et al***.,** 2005).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa semua rizo-bakteri yang diuji memiliki kemampuan memproduksi IAA dengan jumlah IAA tertinggi dihasilkan oleh *P. fluorescens*

PG01. Perlakuan benih dengan berbagai isolat rizo-bakteri memberikan dampak positif terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit cabai. Tidak terdapat hubungan antara produksi hormon tumbuh IAA oleh rizo-bakteri dengan pertumbuhan tanaman, diduga faktor lain berperanan dalam peningkatan pertumbuhan bibit cabai yang diberi perlakuan rizo-bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, F., I. Ahmad, M.S. Khan. 2005. Indoleacetic acid production by the indigenous isolates of *Azotobacter* and fluorescent *Pseudomonad* in the presence and absence of tryptophan. Turk J Biol 29:29-34.

Bai, Y., B. Pan, T.C. Charles, D.L. Smith. 2002. Co-inoculation dose and root zone temperature for plant growth promoting rhizobacteria on soybean [*Glycine max* (L.) Merr] grown in soil-less media. Soil Biol Biochem 34:1953-1957.

Ceson, R., F.J.G. Manero, A. Probanza, B. Ramos, J.A.L. Garcia. 2005. Effects of two plant growth-promoting rhizobacteria on the germination and growth of pepper seedlings (*Capsicum annuum*) cv. Roxy. http://taylorandfrancis.metapress.com/app/home/contribution.asp?wasp [1 Peb 2005].

Garcia de Salamone, I.E., L.M. Nelson. 2004. Effects of cytokinin-producing *Pseudomonas* PGPR strains on tobacco callus growth. http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/garciadesalamone.pdf [24 Okt 2004].

Garcia, L., J.A. Probanza, A. Ramos, R.B. Palomino, G.M. Manero. 2004. Effects of inoculation with PGPR on seedling growth of different tomato and pepper varieties in axenic conditions. http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/lucasgarcia.pdf. [25 Okt 2004].

Glickman, E., Y. Dessaux. 1995. A critical examination of specificity of the salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. App. Environ Microbiol 61:793-796.

Jaizme-Vega, M.C., A.S. Rodriguez-Romero, M.S.P. Guerra. 2004. Potential use of rhizobacteria from the *Bacillus* genus to stimulate the plant growth of micropropagated bananas. http://www.edpsciences.org/articles/fruits/pdf/2004/02/ I4008.pdf [27 Okt 2004].

Joo, G.J., Y. Kim, I.J. Lee, K.S. Song, I.K. Rhee. 2004. Growth promotion of red pepper plug seedling and the production of gibberellins by *Bacillus cereus. Bacillus macroides* and *Bacillus pumilus.* http://www.ingentaconnet.com/content/klu/bile/2004/00000026 [4 Peb 2005].

Khalid, A., S. Tahir, M. Arshad, Z.A. Zahir. 2005. Relative efficiency of rhizobacteria for auxin biosynthesis in rhizosphere and non-rhizosphere soils (abstract). Austral J Soil Res 42:921-926. http://www.publish.csiro.au/nid/84/paper/SR4019.htm. [4 Mei 2005].

Pal, K.K., D.R. Bhatt, S.M. Chauhan. 2004. Plant growth promoting fluorescent pseudomonads enhanced peanut growth, yield and nutrient uptake. http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/pal.pdf [27 Okt 2004].

Patten, C.L., B.R. Glick. 2004. Isolation and characterization of indoleacetic acid biosynthesis genes from plant growth-promoting bacteria. http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/patten.pdf [24 Okt 2004].

Patten, C.L., B.R. Glick. 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of the host plant root system. App Environ Microbiol 68: 3795-3801.

Ryder, M.H., P.M. Stephens, G.D. Bowen. Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria. Proc Third International Workshop on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. Adelaide. South Australia. March 7-11, 1994.

Schaad, N.W., J.B. Jones, W. Chun. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Patogenic Bacteria. St Paul, Minnesota: APS Press.

Sutariati, G.A.K. 2005. Perlakuan benih dengan agens biokontrol untuk pengendalian penyakit antraknosa dan peningkatan mutu benih cabai [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor (Belum dipublikasikan).

Thakuria, D., N.C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika, R.C. Boro, M.R. Khan. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. Current Sci 86:978-985.

Thuar, A.M., C.A. Olmedo, C. Bellone. 2004. Greenhouse studies on growth promotion of maize inoculated with plant growth promoting

rhizobacteria (PGPR). http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/thuar.pdf [22 Okt 2004].

Timmusk, S., E.G.H. Wagner. 2004. The plant-growth-promoting rhizo bacterium *Paenibacillus polymixa* induces changes in *Arabidopsis thaliana* gene expression – a possible connection between biotic and abiotic stress responses. http:\www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/pal.pdf [26 Okt 2004].

Wei, G., J.W. Kloepper, S. Tuzun. 1991. Induction of systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by selected strain of plant growth promoting rhizobacteria. Phytopathol 81:1508-1512.

Wei, G., J.W. Kloepper, S. Tuzun. 1996. Induced of systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. Phytopathol 86:221-224.