

KARAKTERISASI DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI RIZOSFER LAHAN ULTISOL SEBAGAI PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN DAN AGENSIA HAYATI CENDAWAN PATOGEN TULAR TANAH SECARA *IN VITRO*

Andi Khaeruni¹, Gusti Ayu Kade Sutariati¹ & Sri Wahyuni²

ABSTRACT

Characterization and activities assay of rhizosphere bacteria from ultisol land for plant-growth promoting and biocontrol agents of soil-borne fungus pathogens under in vitro test. Although many studies have been conducted to identify the specific traits of the plant growth-promoting and bioprotecting rhizobacteria (PGPBR), they were limited to studying specific PGPBR isolates from ultisol lands. We selected 273 isolates from bulk soil and plant rhizosphere and examined them for a wide array traits that might inhibit the growth of plant pathogens and increase early cucumber growth in ultisol soil. A subsample of 25 isolates, all positively produce chitinase and cellulose enzymes, 18 positively produce protease and 7 were fluorescens on KB medium under UV lighting. All isolates could produce IAA and be able to solubilize phosphor in vitro test, 10 exhibited low level of nitrogenase activity. Further test showed that out of 25 isolates, 12 inhibited *F. oxysporum*, *P. capsici*, *R. solani* and *S. rolfsii* in vitro. All isolates increased seed germination, but only 5 isolates significantly increased early cucumber growth in ultisol soil. The results suggest that rhizobacteria be able to produce extracellular enzymes, siderophore, ACC deaminase, and IAA or those which are able to solubilize phosphor in vitro may be potential to be used as biofertilizer and biological control agents in ultisol land.

Key words: rhizosphere bacteria, soil borne pathogens, biofertilizer and bioprotecting

PENDAHULUAN

Provinsi Sulawesi Selatan dan Tenggara merupakan wilayah potensial untuk perluasan areal pertanian di Indonesia, namun hal tersebut seringkali menghadapi kendala berupa lahan ultisol, yang mendominasi kedua wilayah tersebut. Tanah ultisol dicirikan oleh: miskin unsur hara, aktivitas mikroba rendah dan bersifat masam (Soeprahardjo, 1976). Selain masalah hara yang miskin, pada lahan ultisol sering ditemui masalah cendawan patogen tular tanah: *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Phytophthora* sp.

Penggunaan rizobakter sebagai agensia pemacu pertumbuhan tanaman dan pengendali hayati (*Plant Growth-Promoting and Bioprotecting Rhizobacteria/PGPBR*) merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan daya dukung lahan ultisol sehingga produktivitas tanaman dapat meningkat. Penggunaan PGPBR akan sangat bermanfaat jika isolat-isolat indigenus dilakukan sedikit modifikasi, sehingga dengan mudah mampu beradaptasi apabila diaplikasikan ke

lingkungan alamnya. Dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia, penggunaan PGPBR memiliki beberapa keuntungan antara lain: (i) penggunaannya tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan, (ii) tidak mengandung bahan beracun yang dapat menimbulkan residu pada rantai makanan, (iii) tidak memerlukan aplikasi berulang, karena mikroba dapat memperbanyak diri selama lingkungan mendukung perkembangannya, (iv) tidak menimbulkan efek samping terhadap organisme yang bermanfaat pada tanaman, dan (v) dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen (Gloud *et al.*, 1990).

Mekanisme PGPBR sebagai pemacu pertumbuhan dan agensia pengendali hayati belum sepenuhnya dimengerti, namun diduga erat kaitannya dengan beberapa mekanisme seperti (i) kemampuan menghasilkan atau mengubah konsentrasi hormon tumbuh seperti *indole acetic acid* (IAA), *gibberellic acid*, *cytokinins*, dan *ethylene*; (ii) fiksasi N₂ secara bebas (asymbiotic N₂ fixation); (iii) bersifat antagonis melalui: produksi siderofor, β-1,3-glukanase, kitinase,

¹ Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Haluoleo, Kampus Bumi Tridharma, Andounohu-Kendari Sulawesi Tenggara 93232. E-mail : akhaeruni@yahoo.com

² Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP Universitas Haluoleo, Andounohu-Kendari

antibiotik dan sianida, dan (iv) kemampuan melarutkan mineral fosfat dan hara lainnya (Cattelan *et al.*, 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi, mengisolasi dan mengkarakterisasi sifat fisiologi dan biokimia bakteri rizosfer dari beberapa lokasi lahan ultisol di Sulawesi Selatan dan Tenggara serta menguji potensinya sebagai agensia pengendali hayati patogen tanaman secara *in vitro* dan pemacu pertumbuhan tanaman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Unit Agronomi dan Laboratorium Unit Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Haluoleo Kendari, yang berlangsung dari bulan April sampai November 2008.

Pengambilan Sampel dan Isolasi Bakteri Rizosfer. Pengambilan sampel dilakukan di 20 lokasi lahan ultisol yang ditanami jagung, kedelai, dan kacang hijau di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Bakteri diisolasi dari rizosfer tanaman sehat dengan mengambil sekitar 100 g tanah dan akar tanaman. Kemudian sebanyak 10 g akar tanaman dan butiran tanah yang melekat di permukaan akar dimasukkan dalam labu Erlenmeyer berisi 100 ml akuades steril (pengenceran 10^{-1}) dan dikocok dengan pengocok (*rotary shaker*) dengan kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Suspensi yang diperoleh terlebih dahulu diukur pHnya lalu diencerkan hingga 10^{-10} dan diinkubasikan dalam media: *tryptic soy agar* (TSA) 10%, King's B 10%, dan *nutrient agar* (NA). Setiap koloni tunggal yang tumbuh direisolasi dan dibuat biakan murninya kemudian dikarakterisasi sesuai dengan prosedur uji standar seperti bentuk dan warna koloni serta uji Gram sebagaimana yang dikembangkan oleh Schaad *et al.* (2001). Untuk penggunaan jangka pendek, pemeliharaan isolat dilakukan pada media agar miring TSA dan King's B dan diinkubasi pada suhu ruangan ($\pm 28^\circ\text{C}$), sedangkan untuk penyimpanan jangka panjang bakteri disimpan dalam larutan gliserol steril 15% pada suhu -70°C .

Pengujian Sifat Fisiologi dan Biokimia Bakteri Rizosfer Ultisol. Pengujian sifat fisiologi dan biokimia lebih difokuskan pada sifat-sifat yang berhubungan dengan kemampuan bakteri rizosfer sebagai agensia pengendali hayati cendawan tular tanah dan pemacu pertumbuhan tanaman sebagai berikut:

Kemampuan Mensekresikan Enzim Ekstraseluler. Pengujian kemampuan mensekresikan enzim ekstraseluler seperti kitinase, selulase, dan proteinase dilakukan secara kualitatif (Renwick *et al.*, 1991). Produksi kitinase diuji dengan menggunakan media agar kitin yang mengandung koloidal kitin 0,2%. Media dilubangi dengan pelubang gabus berdiameter 6 mm dan diisi 0,2 ml suspensi bakteri rizosfer yang diuji dan diinkubasi pada suhu $24-28^\circ\text{C}$. Analisis aktivitas selulase secara kualitatif dilakukan dengan menggunakan substrat *Carboxymethylcellulose* (CMC) berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Andro *et al.* (1984). Analisis aktivitas proteinase secara kualitatif dilakukan dengan menggunakan media yang diberi substrat gelatin yang telah dilarutkan dalam akuades steril ($4\text{ g } (50\text{ ml}^{-1})$) sebelum diautoklaf. Media dalam cawan Petri dilubangi dengan pelubang gabus dan diisi dengan 0,2 suspensi bakteri rizosfer dan diinkubasi pada suhu 28°C selama 3 hari. Setelah diinkubasi, di atas permukaan media ditetesi 5 ml larutan amonium sulfat jenuh. Aktivitas proteinase ditandai dengan adanya halo (zona bening) di sekitar lubang suspensi bakteri (Munif, 2001).

Kemampuan menghasilkan Indole Asetic Acid (IAA). Kemampuan suatu isolat memproduksi IAA dianalisis menggunakan metode Glickman & Dessaux (1995). Masing-masing isolat ditumbuhkan pada media Luria cair (10 g pepton , $10\text{ g yeast extract}$, dan 15 g NaCl) yang diberi $0,5\text{ g l}^{-1}$ suplemen asam amino triptofan sebagai pemacu sintesis auksin. Kultur bakteri disentrifugasi untuk mendapatkan supernatan yang akan dianalisis kandungan IAAnya dengan mencampurkan pereaksi FeCl_3 dalam filtrat kultur dan diinkubasi pada suhu 26°C selama 30 menit pada kondisi gelap. Setelah selesai periode inkubasi, nilai absorbansi kandungan IAA dianalisis dengan membaca absorbansi pada panjang gelombang 550 nm.

Kemampuan Melarutkan Fosfat. Untuk menguji kemampuan bakteri rizosfer dalam melarutkan fosfat digunakan media uji Pikovskaya's agar dengan penambahan *tri-calsium phosfate* (TCP) sebagai sumber fosfat (Thakuria *et al.*, 2004). Media uji dituang ke dalam cawan Petri dan dibuat lubang dengan pelubang gabus berdiameter 6 mm dan diisi dengan suspensi isolat bakteri rizosfer yang diuji. Media uji diinkubasi selama 3 hari dalam ruang inkubasi pada suhu 28°C . Kemampuan melarutkan fosfat setiap isolat dievaluasi secara kualitatif berdasarkan terbentuknya halo disekitar lubang yang berisi suspensi isolat uji.

Kemampuan Memfiksasi Nitrogen. Untuk menguji kemampuan bakteri memfiksasi nitrogen secara *in vitro* digunakan media yang mengandung ACC deaminase tanpa nitrogen (Cattelan *et al.*, 1999). Isolat bakteri rizosfer yang diuji disubkulturkan secara berulang pada media yang sama, hingga didapatkan isolat yang stabil pertumbuhannya. Kemampuan memfiksasi nitrogen ditandai dengan kemampuan bakteri mereduksi *acetylene* menjadi *etylen* pada media yang mengandung *yeast extract*.

Uji Daya Hambat Bakteri Rizosfer Ultisol terhadap Patogen Tular Tanah secara *In Vitro*. Pengujian ini dilakukan untuk menyeleksi isolat-isolat yang berpotensi sebagai agensia hayati terhadap berbagai cendawan patogen tular tanah. Patogen yang diuji ialah empat jenis cendawan patogen tular tanah yang sering menjadi masalah pada lahan-lahan podsolik merah kuning seperti *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Phytophthora capsici*. Pengujian dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode ujiantang antara patogen dan isolat kandidat agensia hayati pada media *potato dextrose agar* (PDA) untuk melihat daya hambat bakteri rizosfer terhadap patogen. Masing-masing isolat uji (bakteri rizosfer dan patogen) diinokulasi pada media PDA dengan jarak masing-masing 3 cm secara berlawanan dari tepi cawan Petri berdiameter 9 cm dan diinkubasi pada suhu ruang selama 6 hari. Setiap jenis bakteri rizosfer diuji dengan pengulangan 3 kali. Pengamatan terhadap persentase daya hambat bakteri rizosfer (DH) dilakukan dengan rumus :

$$DH = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

R1 adalah jari-jari pertumbuhan patogen ke arah tepi cawan Petri, R2 adalah patogen ke arah bakteri.

Pengaruh Perlakuan Bakteri Rizosfer Ultisol pada Benih terhadap Pertumbuhan Tanaman. Pengujian pertumbuhan ini menggunakan benih mentimun yang direndam dalam suspensi isolat bakteri rizosfer dengan konsentrasi 10^7 - 10^9 cfu ml⁻¹ selama semalam. Untuk kontrol, dilakukan perendaman benih dengan akuades steril. Benih kemudian dikecambahkan dalam bak plastik berukuran 30 x 20 x 10 cm, berisi tanah bercampur pasir steril (1:1) sebagai media perkecambahan. Setiap perlakuan disemai 50 benih, dengan tiga ulangan. Satu minggu setelah semai dilakukan perhitungan daya perkecambahan benih (%) dan dilanjutkan penanaman bibit ke pot plastik berdiameter 10 cm yang berisi campuran tanah dan pupuk kandang (4:1). Media tanam tersebut diletakkan dalam rumah plastik dan disusun

berdasarkan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan meliputi 25 isolat bakteri rizosfer ultisol dan kontrol. Setiap unit percobaan terdiri atas 10 tanaman diulang 3 kali. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan pada 4 dan 6 minggu setelah pindah tanam. Data dianalisis dengan menggunakan analisis ragam. Apabila dalam analisis ragam terdapat pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pada taraf kepercayaan 0,05%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil isolasi bakteri rizosfer dari tanah dan perakaran tanaman dari 20 lahan ultisol di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara diperoleh 273 isolat bakteri rizosfer. Setelah dilakukan skrining secara bertahap terhadap karakter fisiologi dan biokimia ditetapkan 25 isolat yang digunakan pada pengujian ini. Isolat tersebut terdiri atas 12 isolat asal Sulawesi Tenggara dan 13 isolat asal Sulawesi Selatan, dengan kisaran pH sampel tanah antara pH 4,1-5,8. Hasil uji reaksi gram menunjukkan 15 isolat bereaksi gram negatif dan 10 isolat bereaksi gram positif (Tabel 1).

Sifat Fisiologi dan Biokimia Bakteri Rizosfer Ultisol. Semua isolat yang diuji memperlihatkan aktivitas kitinase yang ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar lubang yang diisi dengan suspensi bakteri rizosfer. Dari 25 isolat yang diuji terdapat 7 isolat yang memiliki aktivitas kitinase yang sangat kuat, yaitu ST06d, ST21b, SS1b, SS7c, SS8a, SS17b dan SS18d. Aktivitas selulase juga didapatkan pada semua isolat yang diuji, 5 diantaranya menunjukkan aktivitas yang sangat kuat yaitu ST11b, ST21e, ST24c, SS28a dan SS29a. Sementara pada pengujian aktivitas protease dari 25 isolat yang diuji terdapat 18 isolat yang menunjukkan aktivitas protease, 12 isolat diantaranya yang menunjukkan aktivitas yang sangat kuat. ST11b, ST26c, SS28a dan SS29a merupakan isolat-isolat yang memiliki kemampuan mensekresikan ketiga enzim yang diuji dengan aktivitas yang kuat hingga sangat kuat (Tabel 2).

Penumbuhan pada media King's B menunjukkan 7 isolat yaitu SS1b, SS7c, SS8a, SS10c, SS12b, SS17b, dan SS18d yang berpendar setelah dipapar sinar ultra violet, hal ini mengindikasikan bahwa ketujuh isolat tersebut tergolong bakteri *Pseudomonas* kelompok *fluorescens*, yang memproduksi siderofor. Semua isolat yang diuji mampu melarutkan fosfat dengan indeks kemampuan berkisar antara 1,4-4,6. Semakin tinggi nilai indeks, semakin kuat isolat tersebut dalam melarutkan fosfat. Isolat ST21b dan SS18d memiliki kemampuan melarutkan fosfat yang tinggi dengan indeks masing-

Tabel 1. Kode, reaksi Gram dan asal isolat bakteri rizosfer yang digunakan dalam penelitian ini

Kode Isolat	Reaksi Gram	Asal Isolat (Desa, Kecamatan, Kabupaten, Propinsi)	pH Tanah
ST03h	(-)	Lamomea, Konda, Konsel, Sultra	4,5
ST04a	(+)	Lamomea, Konda, Konsel, Sultra	4,6
ST06d	(-)	Lawoila, Konda, Konsel, Sultra	4,1
ST11b	(+)	Belatu, Pondidaha, Konawe, Sultra	5,1
ST17c	(-)	Anggodara, Laeya, Konsel, Sultra	5,4
ST18c	(+)	Anggodara, Laeya, Konsel, Sultra	4,5
ST21a	(-)	Laeya, Laeya, Konsel, Sultra	5,8
ST21b	(-)	Laeya, Laeya, Konsel, Sultra	5,8
ST21e	(+)	Laeya, Laeya, Konsel, Sultra	5,8
ST24c	(+)	Wondoke, Tiworo Tengah, Muna, Sultra	5,5
ST26c	(-)	Bolo, Lohia, Muna, Sultra	5,9
ST27d	(-)	Kompobalang, Sawerigading, Muna, Sultra	4,6
SS1b	(-)	Mata Allo, Bajeng, Gowa, Sulsel	5,7
SS2b	(-)	Pa'buddukang, P.Bangkeng Sel, Takalar, Sulsel	4,6
SS2c	(+)	Pa'buddukang, P.Bangkeng Sel, Takalar, Sulsel	4,6
SS7c	(-)	Togo-togo, Bangkalan Tengah, Jeneponto, Sulsel	5,4
SS8a	(-)	Balimanurung, Tawarang, Jeneponto, Sulsel	5,5
SS10c	(-)	Manjangloe, Tamalate, Jeneponto, Sulsel	4,8
SS12b	(-)	Camba-camba, Bgk. Tengah, Jeneponto, Sulsel	5,3
SS15b	(-)	Balang Baru, Tarowang, Jeneponto, Sulsel	4,9
SS16c	(+)	Baltar, Tarowang, Jeneponto, Sulsel	5,8
SS17b	(-)	Bontomanai, Bisappu, Bantaeng, Sulsel	4,6
SS18d	(-)	Lengkese, Margarati, Jeneponto, Sulsel	5,5
SS28a	(+)	Lawallu, Soppengriaja, Soppeng, Sulsel	5,4
SS29a	(+)	Mattirobulu, Mattirobulu, Pinrang	5,3

masing 4,0 dan 4,6. Semua isolat juga memperlihatkan kemampuan dalam memproduksi IAA. Produksi IAA tertinggi dihasilkan oleh isolat SS18d dan SS21b masing-masing dengan produksi 86,29 dan 59,44 ppm. Ketika ke-25 isolat ditumbuhkan pada media minimalis yang tidak mengandung sumber nitrogen, diperoleh 10 isolat yang mampu hidup, 4 diantaranya yaitu SS8a, SS10c, SS15b dan SS16c, memiliki koloni sel yang cukup tebal. Hal ini mengindikasikan bahwa isolat-isolat tersebut mampu memfiksasi N₂ secara bebas dari lingkungannya.

Daya Hambat Bakteri Rizosfer Ultisol terhadap Patogen Tular Tanah secara *In Vitro*. Dari 25 isolat yang diuji, semuanya mampu menghambat perkembangan cendawan patogen *F. oxysporum* dan *P. capsici*, 21 isolat yang mampu menghambat *R. solani* dan 16 isolat yang mampu menghambat *S. rolfisii*. Terdapat 12 isolat yang sekaligus mampu menghambat perkembangan keempat cendawan patogen uji tersebut

di atas, empat diantaranya yaitu ST03h, SS1b, SS7c dan SS15b yang memiliki daya hambat lebih dari 30% terhadap keempat patogen uji (Tabel 3).

Kemampuan daya hambat yang tinggi secara *in vitro* mengindikasikan bahwa isolat-isolat tersebut memiliki sifat antagonis yang kuat terhadap berbagai jenis cendawan patogen tumbuhan. Kemampuan antagonis tersebut diduga erat kaitannya dengan kemampuan isolat-isolat tersebut memproduksi enzim ekstraseluler seperti kitinase, protease dan selulase. Kitinase mendegradasi kitin yang merupakan komponen penyusun dinding sel cendawan seperti *F. oxysporum*, *R. solani* dan *S. rolfisii*, sedangkan selulase dapat mengurai selulosa yang merupakan salah satu komponen utama penyusun dinding sel *Phytophthora capsici* (Raaijmaker *et al.*, 2008). Selain produksi enzim ekstraseluler, kemampuan antagonis suatu bakteri rizosfer juga dipengaruhi oleh kemampuan memproduksi siderofor. Sifat antagonis dari bakteri rizosfer melalui

Tabel 2. Karakter fisiologi dan biokimia bakteri rizosfer ultisol sebagai agensia hayati dan pemacu pertumbuhan tanaman

Kode Isolat	Produksi enzim ekstraselluler*			Berpendar pada Media King's B [#]	Produksi IAA(ppm)	Pelarut Fosfat [§]	Fiksasi N ₂ **
	Kitinase	Sellulase	Proteinase				
ST03h	+	+	++	-	44,15	2,0	-
ST04a	+	++	+++	-	42,50	1,8	-
ST06d	+++	+	-	-	37,96	3,5	-
ST11b	++	+++	+++	-	44,57	2,5	-
ST17c	++	+	+++	-	33,83	1,8	+
ST18c	++	++	+	-	47,87	2,8	-
ST21a	++	+	-	-	26,80	2,0	-
ST21b	+++	+	+++	-	59,44	4,0	+
ST21e	+	+++	+++	-	33,00	1,4	+
ST24c	+	+++	+++	-	37,96	1,4	-
ST26c	++	++	+++	-	31,35	2,0	-
ST27d	++	+	-	-	49,94	2,0	-
SS1b	+++	+	+	+	32,12	3,7	+
SS2b	++	+	+	-	44,15	2,7	-
SS2c	++	+	+++	-	33,41	2,6	-
SS7c	+++	++	-	+	33,41	3,5	-
SS8a	+++	+	+++	+	32,59	3,5	++
SS10c	++	+	-	+	32,59	2,5	++
SS12b	++	+	+++	+	40,44	2,8	-
SS15b	++	+	++	-	36,31	2,4	++
SS16c	++	++	++	-	32,17	2,0	++
SS17b	+++	+	-	+	32,17	3,0	-
SS18d	+++	+	-	+	86,29	4,6	+
SS28a	++	+++	+++	-	28,87	2,2	-
SS29a	++	+++	+++	-	28,87	2,5	+

Keterangan : ^{*)} +++ = aktivitas sangat kuat (ϕ :>3cm), ++ = aktivitas kuat (ϕ :2-3cm), + = aktivitas lemah (ϕ :<2cm).

^{#)} + = berpendar pada media King's B di bawah lampu UV sebagai indikasi produksi siderofor, - = tidak berpendar.

^{§)} indek kemampuan melarutkan fosfat pada media TCP.

^{**)} ++ = pertumbuhan koloni agak tebal, + = pertumbuhan koloni tipis.

produksi siderofor, β -1,3-glukanase, kitinase, antibiotik dan sianida, merupakan salah satu mekanisme yang berperan dalam penghambatan pertumbuhan koloni cendawan patogen (Cantelan *et al.*, 1999; Luz, 2001). Beberapa bakteri penghasil enzim kitinolitik yang telah dilaporkan mampu mengendalikan cendawan patogen antara lain: *Paenibacillus* sp. 300 dan *Streptomyces* sp. 358 mampu mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman mentimun (Singh *et al.*, 1999), *Serratia plymuthica* C48 menghambat perkecambah spora *Botrytis cinerea* (Frankowski *et al.*, 2001) dan *S. marcescens* menghambat pertumbuhan *Sclerotia rolfsii* (Ordentlich *et al.*, 1988).

Pengaruh Bakteri Rizosfer Ultisol terhadap Pertumbuhan Tanaman Mentimun

Daya tumbuh benih mentimun yang mendapat perlakuan bakteri rizosfer ultisol berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol, tetapi antar perlakuan bakteri rizosfer ultisol tidak berbeda nyata satu sama lainnya dengan kisaran daya tumbuh 93,33-100%. Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman mentimun 5 isolat yaitu ST17c, ST21e, SS16c, SS2b dan SS1b mampu memacu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman yang ditandai dengan pertambahan tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Kelima isolat tersebut memiliki dua atau lebih sifat yang

Tabel 3. Daya hambat bakteri rizosfer ultisol terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* (Fo), *Rhizoctonia solani* (Rs), *Sclerotium rolfsii* (Sr) dan *Phytophthora capsici* (Pc) *in vitro*

Kode Isolat	Daya hambat (%) terhadap patogen (6 hari setelah uji)			
	Fo	Rs	Sr	Pc
ST03h	70,37	60,00	31,43	33,33
ST04a	50,37	23,33	3,33	39,39
ST06d	62,22	0,00	0,00	33,92
ST11b	55,55	30,37	33,33	13,33
ST17c	57,77	81,48	23,70	51,11
ST18c	37,07	0,00	0,00	50,00
ST21a	59,26	11,11	65,55	10,00
ST21b	59,26	18,52	63,33	21,67
ST21e	49,62	70,37	18,89	15,68
ST24c	59,26	11,11	17,78	11,76
ST26c	45,92	0,00	0,00	65,00
ST27d	45,92	0,00	5,55	8,89
SS1b	60,74	25,07	45,55	40,00
SS2b	62,22	0,00	16,67	61,69
SS2c	41,48	25,18	16,67	55,55
SS7c	46,66	29,63	44,44	48,00
SS8a	60,74	0,00	26,66	15,00
SS10c	62,96	3,70	25,00	45,45
SS12b	40,74	65,18	0,00	12,00
SS15b	64,44	81,48	50,85	73,33
SS16c	40,00	22,96	0,00	55,00
SS17b	40,00	37,03	0,00	25,00
SS18d	24,44	25,92	0,00	23,33
SS28a	62,96	59,25	0,00	41,67
SS29a	48,14	25,92	0,00	50,00

berhubungan dengan karakter fisiologi dan biokimia bakteri pemacu pertumbuhan tanaman, antara lain berupa kemampuan melarutkan fosfat, menghasilkan hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dan menfiksasi N_2 secara bebas. Beberapa jenis agensia hayati yang diisolasi dari rizosfer tanaman, juga dilaporkan mampu meningkatkan bobot basah dan bobot kering biomassa tanaman mentimun (Estrada *et al.*, 2004). Kemampuan isolat bakteri rizosfer sebagai pemacu pertumbuhan tanaman ditunjukkan dengan kemampuan dalam menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu pertumbuhan tanaman (Kloepper, 2003; Timmusk & Wagner, 2004)

Adanya karakter yang dimiliki maka isolat bakteri rizosfer tersebut berpotensi untuk dikembangkan lebih

lanjut sebagai bahan untuk pengembangan perlakuan benih secara hayati, pupuk hayati dan pestisida hayati yang dapat diintroduksi dalam suatu paket bioteknologi yang ramah lingkungan dalam suatu sistem pertanian yang berkesinambungan dan berwawasan lingkungan. Pemanfaatan bakteri rizosfer sebagai agensia hayati dan pemacu pertumbuhan tanaman sangat menguntungkan tanaman karena tidak bersifat toksik bagi tanaman, efektif dalam mengendalikan patogen dan meningkatkan ketahanan tanaman, serta tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Bakteri rizosfer juga efektif selama masa hidup tanaman dan dapat menghasilkan senyawa tertentu yang berfungsi sebagai hormon tumbuh, penyedia dan memobilisasi unsur hara sehingga memberi manfaat ganda sebagai *biofertilizer* dan *bioprotecting*.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan bakteri rizosfer ultisol terhadap daya tumbuh, tinggi tanaman dan jumlah daun mentimun

Isolat Bakteri Rizosfer Ultisol	Daya Tumbuh (%)	Tinggi Tanaman (cm)*			Jumlah Daun* (lembar/tanaman)	
	7 MSS	4 MSS	6 MSS	4 MSS	6 MSS	
ST03h	96,00 a	9,52 abcde	19,95 abcdefg	1,90 b	5,15 abcde	
ST04a	100,00 a	8,12 ab	13,57 ab	2,00 b	4,45 abc	
ST06d	100,00 a	8,37 ab	15,70 abcd	1,45 a	4,65 abcd	
ST11b	94,67 a	8,67 ab	14,85 abc	2,00 b	4,75 ab	
ST17c	97,33 a	13,10 h	36,89 kl	2,05 b	6,60 h	
ST18c	97,33 a	7,55 a	12,51 a	1,45 a	4,45 abc	
ST21a	97,33 a	8,65 abcd	20,29 bcdefgh	1,95 b	4,95 abcde	
ST21b	93,33 a	10,72 cdefg	21,29 bcdefghi	2,50 b	4,70 abcd	
ST21e	96,00 a	13,20 h	39,15 l	2,00 b	7,70 i	
ST24c	97,33 a	8,57 abc	27,90 ghij	1,90 b	6,20 gh	
ST26c	92,00 a	8,30 ab	15,30 abc	1,45 a	4,45 abc	
ST27d	94,67 a	8,86 abcd	16,90 abcd	2,00 b	4,70 abcd	
SS1b	97,33 a	11,80 fgh	28,00 ghij	1,95 b	5,80 efgh	
SS2b	96,00 a	11,80 fgh	36,55 kl	2,00 b	6,45 gh	
SS2c	98,67 a	8,80 abcd	17,30 abcde	1,45 a	4,75 ab	
SS7c	96,00 a	10,15 bcdefg	28,60 hij	2,00 b	5,35 cdefg	
SS8a	96,00 a	8,45 ab	16,62 abcd	2,00 b	4,45 abc	
SS10c	97,33 a	10,82 defg	25,38 efghij	1,85 b	5,25 bcdef	
SS12b	93,33 a	8,22 ab	19,07 abcdef	2,00 b	5,00 abcde	
SS15b	98,67 a	9,77 abcdefg	22,10 cdefghi	2,05 b	5,00 abcde	
SS16c	98,67 a	11,92 gh	29,25 ij	2,00 b	5,95 efgh	
SS17b	97,33 a	11,25 efgh	39,11 l	2,40 c	7,70 i	
SS18d	96,00 a	11,90 gh	35,60 jk	1,95 b	5,85 efgh	
SS28a	97,33 a	10,10 bcdefg	26,65 defghij	1,95 b	5,15 abcde	
SS29a	98,67 a	8,80 abcd	26,65 defghij	1,60 a	5,25 bcdef	
Kontrol	85,33 b	9,62 abcdef	18,15 abcde	1,90 b	4,05 a	

Keterangan : *) Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf 95%.

SIMPULAN

Dari 25 isolat bakteri rizosfer ultisol yang diuji, diperoleh 12 isolat unggul yaitu : ST03h, ST17c, ST21a, ST21b, ST21e, SS1b, SS7c, SS10c, SS15b, SS16c, SS28a dan SS29a. Ke-12 isolat tersebut unggul karena memiliki karakter berikut: mensekresikan enzim ekstraseluler kitinase, selulase dan protease, penghasil IAA, pelarut fosfat dan penfiksasi nitrogen secara bebas, serta mampu menghambat pertumbuhan cendawan patogen secara *in vitro* dan memacu pertumbuhan tanaman. Selain itu isolat tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai agensia pengendali hayati dan pemacu pertumbuhan tanaman di lahan ultisol.

DAFTAR PUSTAKA

- Andro T, Chambost JP, Kotoujansky A, Catto J, Ertheau Y, Barras F, Van Gijsegem F & Colelo A. 1984. Mutan of *Erwinia chrysantemi* defective in secretion of pectinase and cellulase. *J. Bacteriol.* 160: 1119–1023.
- Cattelan AJ, Hartel PG & Fuhrmann JJ. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 1670–1680.

- Estrada JD, Rossi MS, Andres JA, Rovera M, Correa NS & Rosas SB. 2004. Greenhouse evaluation of *Pseudomonas aurantiaca* formulated as inoculation for the biocontrol of plant pathogen fungi. <http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/estrada.pdf>. Diakses tanggal 25 Oktober 2004.
- Frankowski M, Imbar J & Chet. 2001. Purification and properties of two chitinolytic enzyme of *Serratia plymuthica* HRO-C48. *Arc. Microbiol.* 176: 421–426.
- Glickman E & Dessaux Y. 1995. A critical examination of specificity of the salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. *App. Environ. Microbiol.* 61: 793–796.
- Gloud W, Klopper JW & Tuzun S. 1990. Induction of systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by selected strain of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Phytopathology* 81: 1508–1512.
- Luz WC. Da. 2001. Evaluation of plant growing-promoting and bioprotecting rhizobacteria on wheat crop. *Fitopatologia Brasileira* 26: 597–600.
- Klopper JW. 2003. A review of mechanisms for plant growth promoting by PGPR. *Six International Workshop on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*. Calicut, India. October 5-10, 2003.
- Munif A. 2001. Studies on the importance of endophytic for the biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato. *Disertation*. Bonn, Germany: Institute for Plant Diseases, University of Bonn.
- Ordentlich A, Elad Y & Chet I. 1988. The role of chitinase of *Serratia marcescens* in biocontrol of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 78: 84–88.
- Raaijmaker JM, Paulitz TC & Steinberg C. 2008. The rhizosphere : a playground and battlefield for soilborn pathogens and benefecial microorganism. *Plant Soil* 10: 1007–1014.
- Renwick AR, Campbell & Coe S. 1991. Assessment of in vivo screening systems for potential biocontrol agents of *Gaeumannomyces graminis*. *Plant Pathol.* 40: 524–532.
- Schaad NW, Jones JB & Chun W. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. St. Paul, Minnesota: APS Press.
- Singh PP, Shin, YC, Park CS & Chung YR. 1999. Biological control of Fusarium wilt of cucumber by chitinolytic bacteria. *Phytopathology* 89: 92–99.
- Soepraptohadjo M. 1976. *Jenis tanah di Indonesia, Seri 3 C klasifikasi Tanah*. Training Pemetaan Tanah 1976-1977. Lembaga Penelitian Tanah, Bogor.
- Thakuria D, Talukdar NC, Goswami C, Hazarika S, Boro RC & Khan MR. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Curr. Sci.* 86: 978–985.
- Timmusk S & Wagner EGH. 2004. The plant-growth-promoting rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa* induces changes in Arabidopsis thaliana gene expression-a possible connection between biotic and abiotic stress response. <http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscript/timmusk.pdf>. Diakses tanggal 28 Oktober 2004.