

## Potensi Isolat Bakteri Penghasil IAA dalam Peningkatan Pertumbuhan Kecambah Kacang Hijau pada Kondisi Hidroponik

### *The Potency of IAA Producing Bacteria Isolates on Promotion The Growth of Mungbean Sprout in Hydroponic Condition*

I NYOMAN P. ARYANTHA\*, DIAN P. LESTARI & NURMI PURI DWI PANGESTI

*Kelompok Penelitian dan Pengembangan Ilmu Hayati, LPPM Institut Teknologi Bandung,  
Gedung Litbang ITB Lt. VI, Jalan Ganesha 10, Bandung 40132*

Indole-3-acetic acid (IAA) is a key hormone for various aspects of plant growth and development. Liquid and powder products of five IAA producing bacteria (D2, D3 from bacilli group and KB, LE, LC from actinomycetes group) were investigated in semi *in vivo* assay towards mungbean (*Vigna radiata*) growth. Liquid fermentation product without cell separation was diluted 20, 40, and 60 times in sterilized water and dried powder was suspended in four concentrations i.e 0.01, 0.10, 1.00, and 3.00 g per 100 ml of water. Biological assay was conducted towards 3-day-old mungbean seedlings with hydroponic method in 20 ml tubes at room temperature and light intensity of 40 lux. The length of seedlings and root branching were assessed over 4 days. The data were analyzed by ANOVA. The powder product of KB at concentration rate of 0.01 g/100 ml (IAA = 0.021 µg/ml) gave the highest seedling length (28.1 cm) that was significantly different ( $P < 0.05$ ) compared with other treatments and control. For root branching, the liquid product of LC with 20 times dilution (IAA = 1.82 µg/ml) gave the highest number (24.25) of branches that was significantly different ( $P < 0.05$ ) compared with other treatments and control. These results indicate that these IAA-producing bacteria are potential to be used for promoting the growth of mungbean plant.

Key words: indole-3-acetic acid (IAA), *Vigna radiata*, *Bacillus*, Actinomycetes, soil bacteria, microbial phytohormone

Pertanian modern sangat bergantung pada penggunaan bahan-bahan kimia seperti pupuk dan pestisida untuk meningkatkan hasil panen. Penggunaan bahan-bahan kimia tersebut baik disadari maupun tidak telah mengakibatkan dampak negatif pada lingkungan. Kesadaran akan lingkungan yang sehat dan perkembangan di bidang bioteknologi, telah mendorong berkembangnya produk-produk alternatif yang ramah lingkungan, termasuk di dalamnya produk mikrob penghasil senyawa yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (fitohormon).

Galur bakteri yang menguntungkan dalam peningkatan pertumbuhan tanaman biasanya dikelompokkan sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) (Kloepper & Schroth 1978) dan diduga akan menjadi *trend* baru dalam pertanian modern. Efek peningkatan pertumbuhan tanaman oleh PGPR dapat dihasilkan dari satu atau lebih mekanisme, misalnya sebagai pengendali biologi melalui kompetisi, produksi antibiotik atau siderofor, induksi resistensi tanaman, produksi fitohormon, dan peningkatan ketersediaan hara melalui fiksasi N atau peningkatan kelarutan fosfat organik dan anorganik (Glick 1995).

Beberapa galur *Rhizobium* terseleksi mampu menstimulasi pertumbuhan, baik pada tanaman Leguminosae (kacang-kacangan) maupun yang bukan Leguminosae pada skala lapangan. Bakteri tersebut terbukti memproduksi fitohormon, yaitu sitokinin dan auksin (Hoflich *et al.* 1995). Aktinomiset *Streptomyces griseoviridis* juga mampu memproduksi auksin

*indole-3-acetic acid* (IAA) secara *in vitro* yang berperan menstimulasi pertumbuhan tanaman (Tuomi *et al.* 1994). *Pseudomonas fluorescens* dilaporkan menghasilkan IAA yang juga dapat merangsang pertumbuhan akar jagung pada kondisi hidroponik (Benizri *et al.* 1998).

Penelitian ini bertujuan mengkaji bakteri tanah yang mampu menghasilkan IAA untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek).

#### BAHAN DAN METODE

**Uji IAA.** Sebanyak 25 isolat bakteri koleksi Lab Mikrobiologi - KPP Ilmu Hayati LPPM ITB, 3 di antaranya termasuk aktinomiset, diseleksi kemampuannya menghasilkan IAA dengan metode kolorimetri menggunakan reagen Van Urk Salkowski (Patten & Glick 2002). Isolat bakteri yang diperoleh dipelihara selama 24 jam untuk *Bacillus* dan 72 jam untuk aktinomiset dalam media *potato dextrose broth* (PDB) pada suhu kamar dan dalam keadaan dikocok dengan kecepatan kocokan 150 rpm. Selanjutnya, kultur disentrifugasi (Medifuge Heraeus Sepatech) dengan kecepatan 4500 rpm selama 30 menit. Supernatan disaring menggunakan membran Millipore 0.45 µm. Filtrat kultur diekstraksi dan dianalisis IAAnya dengan metode Salkowski. Sebanyak 1 ml filtrat ditambah 4 ml reagen Salkowski (150 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, 250 ml akuades, 7.5 ml FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 0.5 M) dan dibiarkan pada suhu ruangan selama 20 menit sebelum diukur absorbansinya pada panjang gelombang 535 nm menggunakan spektrofotometer Milton Roy Spectronic 1201.

\*Penulis untuk korespondensi, Tel./Fax. +62-22-2509165,  
E-mail: nyoman@bi.itb.ac.id

Kurva standar dibuat dari nilai rapatan optis (*optical density*, OD) IAA standar pada konsentrasi yang berbeda-beda dalam sebuah persamaan linear.

**Ekstraksi.** Sebanyak 20 ml filtrat kultur diasamkan sampai pH 3, kemudian dipartisi dengan etil asetat sebanyak tiga kali. Senyawa indol yang bersifat asam seperti IAA dapat terekstraksi dengan mempartisi supernatan pada pH 3 menggunakan etil asetat (Fett *et al.* 1987). Selanjutnya fraksi etil asetat dipisahkan dari fraksi air, lalu ketiga fraksi etil asetat disatukan. Ke dalam fraksi etil asetat ditambahkan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  untuk menyerap kelebihan air yang tersisa, kemudian  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  disaring dan fraksi etil asetat dikeringkan. Fraksi etil asetat dilarutkan dengan 5 ml metanol dan dianalisis menggunakan metode Salkowski.

**Uji Biologi Bakteri Tanah terhadap Pertumbuhan Kecambah Kacang Hijau.** Filtrat kultur bakteri yang positif menghasilkan IAA diuji dalam bentuk cair dan bubuk kering terhadap pertumbuhan kacang hijau. Filtrat diperoleh dengan cara menumbuhkan bakteri pada media kentang-molase selama 24 jam untuk *Bacillus* dan 72 jam untuk aktinomiset dengan kondisi inkubasi sama seperti tahap seleksi. Filtrat diencerkan sesuai rancangan perlakuan. Filtrat ditambah aerosil 20% (v/b), lalu dikeringkan dalam kondisi dingin 4-8 °C selama 48-72 jam. Filtrat yang telah kering dihaluskan hingga berbentuk bubuk untuk digunakan dalam percobaan.

Filtrat cair diencerkan sebesar 20, 40, dan 60 kali dengan akuades steril, sedangkan filtrat kering disuspensikan dalam akuades pada konsentrasi 0.01, 0.1, 1, dan 3 g dalam 100 ml. Kecambah kacang hijau yang digunakan berumur tiga hari dengan panjang  $\pm 4$  cm. Kecambah ditanam dengan metode hidroponik di dalam tabung steril volume 20 ml dan ditempatkan dalam ruangan dengan intensitas cahaya 40 lux. Setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali. Pertumbuhan yang diukur ialah panjang kecambah dan jumlah cabang akar kecambah kacang hijau setelah 4 hari perlakuan.

## HASIL

**Seleksi Bakteri Tanah.** Berdasarkan pada hasil analisis filtrat 25 galur bakteri tanah diperoleh 5 yang positif menghasilkan IAA, yaitu *Bacillus* galur D2 dan D3 serta aktinomiset galur KB, LE, dan LC (Tabel 1).

**Uji Biologi Bakteri Tanah.** Produk cair dari aktinomiset galur LC (semua pengenceran) dan *Bacillus* galur D3 dengan pengenceran 20 kali meningkatkan panjang kecambah kacang hijau dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan jumlah cabang akar kecambah untuk hampir semua galur aktinomiset meningkat jika dibandingkan dengan kontrol. Produk cair galur LC dengan pengenceran 20 kali memberikan percabangan akar tertinggi, yakni 24.25 cabang (Tabel 2).

Perlakuan sebagian besar galur dalam bentuk filtrat kering menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap panjang kecambah kacang hijau dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Panjang kecambah tertinggi ialah pada perlakuan aktinomiset galur KB konsentrasi 0.01 g/100 ml, sedangkan jumlah cabang akar terbanyak (16 cabang) ialah pada konsentrasi 1 g/100 ml, meskipun tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Tabel 1. Konsentrasi IAA yang dihasilkan dalam kultur cair oleh *Bacillus* dan aktinomiset

Galur	Konsentrasi IAA ( $\mu\text{g/ml}$ )	
	Air kentang dan molase	Potato Dextrose Broth
D2	68.8	34.4
D3	52.5	54.7
KB	42.0	48.8
LE	71.5	38.2
LC	36.4	39.5

KB, LE, LC: Aktinomiset; D2, D3: *Bacillus*

Tabel 2. Pengaruh pengenceran produk cair dari beberapa galur *Bacillus* dan aktinomiset terhadap pertumbuhan kecambah kacang hijau

Perlakuan	Pengenceran	Rata-rata	
		Panjang kecambah (cm)	Jumlah cabang akar
Kontrol (Media)	20	20.22a	7.75a
	40	19.25a	7.00a
	60	20.50a	7.00a
Galur D2	20	19.90a	8.00a
	40	21.18ab	11.00ab
	60	20.75a	9.25ab
Galur D3	20	22.98b	14.00ab
	40	22.45ab	11.00ab
	60	22.60a	11.50ab
Galur KB	20	20.55a	12.25ab
	40	21.45ab	21.00b
	60	21.95ab	19.50b
Galur LE	20	21.12ab	13.00ab
	40	21.72ab	13.25ab
	60	22.18ab	20.50b
Galur LC	20	22.92b	24.25b
	40	25.65c	22.00b
	60	25.40c	17.50b

Huruf berbeda yang tercantum di belakang nilai menunjukkan beda nyata pada  $P < 0.05$  menurut uji ANOVA

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi produk bubuk *Bacillus* (galur D2 dan D3) dan aktinomiset (galur KB, LE, dan LC) terhadap pertumbuhan kecambah kacang hijau

Perlakuan	Konsentrasi (g/100 ml)	Rata-rata	
		Panjang kecambah (cm)	Jumlah cabang akar
Kontrol	0	20.50b	12.25ab
Galur KB	0.01	28.10c	11.25ab
	0.1	25.78c	12.75ab
	1	25.20c	16.00b
	3	24.38c	12.00ab
Galur LE	0.01	22.35bc	11.25ab
	0.1	25.22c	9.75ab
	1	26.70c	14.25ab
	3	23.42bc	10.75ab
Galur LC	0.01	21.35bc	10.25a
	0.1	21.88bc	12.75ab
	1	25.92c	14.5ab
	3	16.45a	8.5a
Galur D2	0.01	21.50bc	15.25b
	0.1	23.70bc	9.75ab
	1	2.80c	8.75a
	3	18.40ab	10.50ab
Bubuk D3	0.01	22.50bc	12.00ab
	0.1	2.60c	14.75b
	1	25.50c	12.75ab
	3	23.20bc	13ab

Huruf berbeda yang tercantum di belakang nilai menunjukkan beda nyata pada  $P < 0.05$  menurut uji ANOVA

## PEMBAHASAN

IAA merupakan hormon kunci bagi berbagai aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga sintesisnya oleh jenis bakteri tertentu merupakan salah satu alasan terjadinya peningkatan pertumbuhan tanaman yang diuji. Kemampuan produksi IAA dari kelima galur bakteri terpilih merupakan dasar untuk dikaji potensinya dalam peningkatan pertumbuhan kecambah kacang hijau. Kacang hijau digunakan sebagai model tanaman karena relatif mudah didapat dan cepat proses perkecambahannya. Pengukuran panjang kecambah dan penghitungan jumlah cabang akar kecambah dalam penelitian ini mudah dilakukan dan secara kuantitatif berkorelasi positif dengan aktivitas IAA.

Penentuan konsentrasi perlakuan dalam penelitian ini tidak berdasarkan pada konsentrasi IAA di dalam tiap produk, melainkan berdasarkan pada faktor pengenceran (20, 40, dan 60 kali) volume produk cair hasil fermentasi dan bobot filtrat padat (0.01, 0.1, 1, dan 3 g dalam 100 ml air) hasil pengeringan apa adanya. Dalam hal ini yang hendak dibandingkan ialah produk hasil fermentasi apa adanya dari masing-masing galur, pengaruhnya terhadap pertambahan panjang dan banyaknya percabangan akar.

Kecambah kacang hijau yang ditumbuhkan secara hidroponik dengan perlakuan produk cair, aktinomiset galur LC (semua pengenceran) dan *Bacillus* galur D3 pada pengenceran 20 kali nyata ( $P < 0.05$ ) meningkat panjang kecambahnya dibandingkan dengan kontrol. Hal ini sejalan dengan produksi IAA yang tinggi dari kedua galur tersebut, yang masing-masing 36.4  $\mu\text{g/ml}$  dan 52.5  $\mu\text{g/ml}$  media. Dari kelima galur bakteri yang digunakan, produk cair galur LC menunjukkan hasil terbaik, yaitu mampu meningkatkan panjang kecambah kacang hijau secara nyata pada pengenceran 40 dan 60 kali dibandingkan dengan kontrol. Kultur galur LC yang ditumbuhkan pada media molase menghasilkan IAA dengan konsentrasi lebih rendah (36.4  $\mu\text{g/ml}$  media) dibandingkan dengan galur lain, karena itu pengenceran produk cair sebesar 40 dan 60 kali telah memberikan efek peningkatan panjang kecambah yang optimum. Untuk perlakuan menggunakan galur lain yang menghasilkan IAA dengan konsentrasi yang lebih tinggi masih perlu dilakukan variasi pengenceran yang lebih besar untuk mendapatkan efek peningkatan panjang kecambah yang optimum. Produk cair galur aktinomiset umumnya meningkatkan panjang kecambah seiring dengan peningkatan besar pengenceran produk. Hal tersebut sesuai dengan respons biologi tanaman terhadap IAA. Pada konsentrasi rendah, IAA menyebabkan pemanjangan baik pada pucuk maupun pada akar. Jika konsentrasi IAA lebih tinggi, efeknya menjadi berlawanan sehingga pemanjangan pucuk dan akar menjadi terhambat (Moore 1989). Aplikasi menggunakan ekstrak kultur yang diencerkan atau inokulum bakteri penghasil IAA dengan kepadatan yang rendah dapat menstimulasi pemanjangan akar utama. IAA yang disekresikan oleh bakteri meningkatkan pertumbuhan akar tanaman secara langsung dengan menstimulasi pemanjangan sel atau pembelahan sel (Patten & Glick 2002).

Untuk jumlah cabang akar kecambah, masing-masing pengenceran galur menunjukkan kecenderungan yang berbeda. Produk cair aktinomiset galur KB (pengenceran 40 dan 60 kali), LE (pengenceran 60 kali) dan LC (pengenceran 20, 40, dan 60 kali) secara nyata meningkatkan jumlah cabang akar. Perlakuan dengan produk cair LC pada pengenceran 20 kali menunjukkan jumlah cabang akar tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Berdasarkan pada kadar IAA yang dihasilkan oleh ketiga galur aktinomiset (Tabel 1), galur LE menghasilkan IAA dengan konsentrasi tertinggi (71.5  $\mu\text{g/ml}$  media), diikuti galur KB (42.0  $\mu\text{g/ml}$  media), dan LC (36.4  $\mu\text{g/ml}$  media). Galur LE dan KB perlu dikaji lagi variasi pengenceran kulturnya untuk mendapatkan jumlah cabang akar yang optimum. Pada perlakuan dengan menggunakan produk cair galur KB dan LE, peningkatan jumlah cabang akar kecambah secara umum terjadi seiring dengan peningkatan besar pengenceran kultur. Hal tersebut berbeda dengan hasil perlakuan produk cair galur LC, D2, dan D3. Perbedaan ini dapat dipahami, mengingat metabolit hasil fermentasi dari masing-masing galur bukanlah senyawa tunggal yang dapat saling berinteraksi sinergis atau antagonis terhadap perakaran. Hasil penelitian terdahulu menyebutkan bahwa konsentrasi IAA yang rendah akan menstimulasi pemanjangan akar, sedangkan konsentrasi IAA tinggi yang dihasilkan oleh inokulum bakteri dengan kepadatan tinggi akan menstimulasi pembentukan akar lateral dan akar adventif (Patten & Glick 2002).

Semua perlakuan dengan filtrat kering pada dasarnya menunjukkan perbedaan yang nyata pada panjang kecambah kacang hijau dibandingkan dengan kontrol. Hanya pada konsentrasi pengenceran tertentu, hasil yang diperoleh tidak berbeda secara statistik seperti konsentrasi 0.01 dan 3 g/100 ml (LE dan D3), 0.01, 0.1, dan 3 g/100 ml (LC dan D2). Semua galur dengan konsentrasi aplikasi bubuk 3 g/100 ml terbukti tidak efektif dalam peningkatan panjang kecambah (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan sifat hormon tumbuh yang memang efektif dalam jumlah yang sangat rendah. Secara aplikasi tentu hal ini merupakan faktor keuntungan karena dapat menghemat biaya. Pada galur LE, LC, D2, dan D3, peningkatan panjang kecambah kacang hijau maksimum dicapai pada konsentrasi bubuk 1 g/100 ml akuades, sedangkan pada galur KB hasil terbaik dicapai pada konsentrasi 0.01 g/100 ml akuades. Pada aplikasi lebih lanjut penggunaan produk bubuk galur KB cukup efisien dibandingkan dengan penggunaan galur lain karena pada konsentrasi rendah (0.01 g/100 ml) mampu meningkatkan pertumbuhan kacang hijau secara maksimum.

Galur KB (1 g/100 ml), D2 (0.01 g/100 ml), dan D3 (0.1 g/100 ml) memberikan hasil percabangan yang lebih banyak secara nyata dibandingkan dengan kontrol. Pada perlakuan dengan menggunakan aktinomiset galur KB, LE, dan LC, jumlah cabang akar kecambah terbanyak dicapai pada konsentrasi yang tinggi (1 g/100 ml), sebaliknya pada *Bacillus* galur D2 dan D3 hasil terbaik dicapai pada konsentrasi yang lebih rendah (0.01-0.1 g/100 ml akuades). Untuk aplikasi peningkatan jumlah cabang akar, penggunaan bubuk galur D2 lebih efisien dibandingkan dengan galur lain karena pada konsentrasi yang rendah

(0.01 g/100 ml akuades) mampu memberikan hasil yang terbaik. Pertumbuhan yang pesat dari akar, baik dengan pemanjangan akar utama maupun dengan penambahan jumlah percabangan akar lateral dan akar adventif memberikan keuntungan bagi semaian tanaman dengan meningkatkan kemampuan tanaman dalam pelekatan diri pada tanah dan penyerapan air serta nutrisi dari lingkungan, yang pada akhirnya akan meningkatkan peluang kelulushidupan tanaman (Patten & Glick 2002).

Pada uji biologi menggunakan produk cair, aktinomiset galur LC menunjukkan hasil terbaik untuk meningkatkan panjang kecambah kacang hijau pada pengenceran 40 dan 60 kali serta meningkatkan jumlah akar pada pengenceran 20 dan 40 kali. Pada uji biologi menggunakan filtrat padat, aktinomiset galur KB menunjukkan hasil terbaik untuk meningkatkan panjang kecambah kacang hijau pada konsentrasi 0.01 g/100 ml serta meningkatkan jumlah cabang akar pada konsentrasi 1 g/100 ml.

Dari hasil ini juga terbukti bahwa galur aktinomiset ternyata memberikan hasil yang lebih baik dalam pertumbuhan kecambah dibandingkan dengan galur *Bacillus*. Sayangnya, kenyataan ini kurang menguntungkan bila ditinjau dari aspek waktu produksi. Kelompok aktinomiset memerlukan waktu inkubasi relatif lebih lama (paling sedikit 72 jam) sementara kelompok *Bacillus* setidaknya butuh 24 jam inkubasi.

Penggunaan produk bubuk masih cukup efektif pada pemberian produk sebanyak 0.01 g/100 ml (kadar IAA = 0.021 µg/ml). Konsentrasi IAA yang berlebih diketahui dapat menghambat pertumbuhan kecambah. Hal tersebut berlawanan dengan peubah jumlah cabang akar bahwa penggunaan produk cair memberikan hasil yang baik pada konsentrasi IAA yang tinggi, yakni pengenceran 20 kali (kadar IAA = 1.82 µg/ml). Dalam hal ini, bisa saja faktor lain berpengaruh merangsang percabangan akar. Informasi galur yang diuji dalam penelitian ini masih sedikit sekali. Karena tidak dilakukan proses pemurnian terhadap produk hormon yang diujikan, mungkin saja hormon atau produk fermentasi selain IAA yang juga dihasilkan mempengaruhi hasil-hasil yang dicapai.

Produk padat memiliki nilai positif dari aspek penyimpanan dan transportasi. Produk padat dalam keadaan kering dapat bertahan lebih lama dibandingkan dengan produk cair. Dalam keadaan cair, aktivitas mikrob masih berlangsung sehingga

berbagai kemungkinan masih dapat terjadi selama penyimpanan yang dapat memberikan ketidakpastian terhadap hasil akhir. Hal seperti ini tidak terjadi dalam produk padat karena mikrob tidak aktif dalam keadaan kering, sudah tentu syarat penyimpanan dalam keadaan tetap kering harus terpenuhi. Karena lebih pekat dibandingkan dengan produk cair, maka proses transportasi produk kering dalam jumlah lebih sedikit akan lebih murah biayanya. Namun demikian, upaya menjadikan produk dalam keadaan kering memang membutuhkan biaya tambahan dibandingkan dengan produk cair. Dengan melakukan kalkulasi yang saksama dalam upaya produksi dan juga pertimbangan pemakai, maka dapat diambil keputusan apakah produk dibuat dalam keadaan kering atau tetap cair.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh program Uber-HAKI, Ditjen Dikti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Benizri E, Courtade A, Picard C, Guckert A. 1998. Role of maize Root exudates in the production of auxins by *Pseudomonas fluorescens* M3.1. *Soil Biol Biochem* 30:1481-1484.
- Fett WF, Osman SF, Dunn MF. 1987. Auxin production by plant pathogenic pseudomonads and xanthomonads. *Appl Environ Microbiol* 53:1839-1845.
- Glick RB. 1995. The enhancement of plant growth promotion by free living bacteria. *Can J Microbiol* 41:109-117.
- Hoflich G, Wiehe W, Hecht-Buchholz C. 1995. Rhizosphere colonization of different crops with growth promoting pseudomonas and rhizobium bacteria. *Microbiol Res* 150:139-147.
- Kloepper JW, Schroth MN. 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radish. Di dalam: Proceeding of the 4<sup>th</sup> Conference of Plant Pathogenic Bacteria Vol 2. Station de Pathogenic Vegetale et Phytobacteriologic. Angers: INRA. hlm 879-882.
- Moore TC. 1989. *Biochemistry and Physiology of Plant Hormones*. Ed-2. New York: Springer-Verlag.
- Patten CL, Glick BR. 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of the host plant root system. *Appl Environ Microbiol* 68:3795-3801.
- Tuomi T, Laakso S, Rosenquist H. 1994. Indole-3-acetic acid (IAA) production by a biofungicide *Streptomyces griseoviridis* a strain. *Ann Bot Fennici* 31:59-63.