

**Pertumbuhan Bibit Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.)
Setelah Inokulasi dengan Berbagai Galur *Agrobacterium rhizogenes*¹**

***Growth of mangosteen seedlings (*Garcinia mangostana* L.) after inoculated with various
Agrobacterium rhizogenes strains***

Lizawati², Roedhy Poerwanto^{3*}, Sobir³, Iman Rusmana⁴, dan Tri Muji Ermayanti⁵

Diterima 25 Januari 2007/Disetujui 26 Juni 2007

ABSTRACT

*Growth of mangosteen essentially depends on its root system. Therefore, it needs technology to obtain stringer mangosteen root system. The use of *Agrobacterium rhizogenes* bacterium is an alternative. The objectives of this experiment were : 1) to find the effective strain of *A. rhizogenes* bacterium for inoculation of mangosteen seedling root, 2) to find the best inoculation method for inducing mangosteen seedling root. The materials used in this experiment were ; mangosteen fruit and *A. rhizogenes* collection from Puslit Biotechnology LIPI Cibinong-Bogor. The experiment was arranged in completely randomized design with two factorial treatments. The first factor : 11 strains *A. rhizogenes* (ATCC-15834, ATCC-8196, R-1000, 07-20001, A4, A4-J, 509, 510, 511, MAFF 01-1724, and control), the second factor : 2 inoculation methods (cutting and dipping). The results showed that *A. rhizogenes* of ATCC-15834, 509, 07-20001, A4, and R-1000 increased stem diameter, plant height, leaf number, lateral and tertiary root number, better than ATCC-8196, MAFF 01-1724, 510, 511, A4-J, and control. Cutting root method of inoculation resulted in higher live plant percentage compared to dipping root method.*

*Key words : *Agrobacterium rhizogenes*, *Garcinia mangostana*, inoculation*

PENDAHULUAN

Pengembangan komoditas manggis (*Garcinia mangostana* L.) terkendala dengan lambatnya laju tumbuh dan panjangnya masa juvenil tanaman. Tanaman manggis mulai berbuah memerlukan waktu sekitar 10 – 15 tahun. Lambatnya pertumbuhan manggis antara lain disebabkan oleh buruknya sistem perakaran. Akar tumbuh dengan sangat lambat, rapuh, jumlah akar sekunder terbatas dan tidak mempunyai rambut akar, mudah rusak, dan terganggu akibat lingkungan yang tidak menguntungkan (Cox, 1988; Wible *et al.*, 1992; Ramlan *et al.*, 1992; Poerwanto, 2000).

Masri *et al.* (1998) melaporkan juga bahwa tanaman manggis mempunyai sistem perakaran yang kurang berkembang dimana jumlah akar sekunder per unit panjang akar primer (kapasitas percabangan akar) manggis lebih kecil 21% dari durian, 27% dari cempedak, dan 45% dari rambutan. Dengan demikian diperlukan usaha untuk meningkatkan perkembangan akar sekaligus memacu pembentukan dan pertumbuhan rambut akar.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sistem perakaran bibit manggis adalah dengan pemanfaatan bakteri *Agrobacterium rhizogenes*. Perbaikan sistem perakaran menggunakan *A. rhizogenes* telah banyak dilaporkan pada tanaman buah-buahan, seperti pada kiwi (Rugini *et al.*, 1991), apel (Sutter dan Luza, 1993; Damiano dan Monticelli, 1998), almond (Damiano *et al.*, 1995), walnut (Caboni *et al.*, 1996).

A. rhizogenes merupakan bakteri tanah gram-negatif yang termasuk pada kelompok Rhizobiacea, mempunyai kemampuan untuk menstransfer sebagian bahan genetiknya (DNA) pada sel tanaman melalui pelukaan (Han *et al.*, 1997). Akar dapat terbentuk karena terjadi transfer sebagian fragmen DNA yaitu T-DNA dari *Agrobacterium* ke dalam sel tanaman. T-DNA tersebut membawa gen-gen yang terlibat dalam proses induksi akar yaitu daerah *root loci* (*rol*) A, B, C dan D pada bagian *left* T-DNA (TL-DNA) (Slightom *et al.*, 1986; Chriqui *et al.*, 1996), sedangkan bagian *right* T-DNA (TR-DNA) membawa gen *iaaM* dan *iaaH* yang terlibat dalam biosintesis auksin (Giri dan Narasu, 2000).

¹ Bagian dari disertasi penulis pertama pada Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

² Fakultas Pertanian Universitas Jambi

³ Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga Bogor, telp/fax : 0251-629353 (*Penulis untuk korespondensi)

⁴ Departemen Biologi, FMIPA IPB

⁵ Puslit Bioteknologi LIPI Cibinong-Bogor

Sampai saat ini, pemanfaatan *A. rhizogenes* pada tanaman manggis belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu perlu dipelajari upaya perbaikan sistem perakaran bibit manggis melalui inokulasi *A. rhizogenes*, sehingga akan didapatkan bibit manggis dengan sistem perakaran yang lebih baik dengan pertumbuhan yang lebih cepat. Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi galur *A. rhizogenes* yang dapat menginfeksi akar bibit manggis dan mendapatkan metode inokulasi *A. rhizogenes* yang terbaik pada akar bibit tanaman manggis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika, Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor yang berlokasi di Tajur. Penelitian dilaksanakan dari Februari 2004 sampai Maret 2005.

Bakteri *A. rhizogenes* yang digunakan ada 10 galur yaitu ; ATCC-15834, ATCC-8196, R-1000, 07-20001, A4, A4 J, 509, 510, 511, dan MAFF 01-1724 diperoleh dari koleksi Puslit Bioteknologi LIPI Cibinong-Bogor. Untuk pertumbuhan bakteri digunakan media *Yeast Manitol Broth* (YMB) dan media *Luria Bertani* (LB).

Galur *A. rhizogenes* dipelihara dalam media padat YMB (ATCC-15834, 07-20001, A4, dan A4-J), dan LB (ATCC-8196, R-1000, dan 509, 510, 511, dan MAFF 01-1724). *A. rhizogenes* untuk kemudian diinokulasi di kultur pada 50 ml media YMB dan LB cair. Kultur bakteri diinkubasi di atas mesin pengocok dengan kecepatan 150-200 rpm selama 24 jam, dalam keadaan gelap pada suhu 28°C.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah galur *A. rhizogenes* (**A**) yang terdiri atas galur *A. rhizogenes*, yaitu; A₀= kontrol (tanpa *A. rhizogenes*), A₁= 509, A₂ = 510, A₃= 511, A₄= MAFF 01-1724, A₅ = ATCC-15834, A₆= ATCC-8196, A₇ = A4, A₈= A4-J, A₉ = 07-20001, A₁₀ = R-1000 dan faktor kedua adalah metode inokulasi (**B**), yaitu; B₁ = akar dipotong dan B₂ = akar ditusuk.

Masing-masing perlakuan diulang 3 kali, kombinasi perlakuan 66 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 2 polibag yang masing-

masing berisi satu tanaman. Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (uji F) terlebih dahulu. Apabila dalam sidik ragam tersebut terdapat pengaruh perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* ($\alpha=0.05$).

Inokulasi *A. rhizogenes* dilakukan dengan menggunakan metode Strobel dan Nachmias (1985). Bibit manggis umur 6 minggu diinokulasi dengan *A. rhizogenes* pada bagian akar, dengan metode inokulasi akar dipotong dan metode akar ditusuk masing-masing pada posisi 1 cm dari ujung akar, kemudian bibit manggis direndam dalam berbagai galur *A. rhizogenes* selama 24 jam. Bibit dipindahkan ke kertas merang steril disimpan selama 2 hari suhu 28°C, dalam kondisi gelap, kemudian dipindahkan ke kotak pembibitan.

Peubah diamati adalah ; (1) tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang yang diamati setiap 1 bulan sekali dimulai sejak bibit berumur 1 bulan setelah di pembibitan sampai umur 6 bulan, (2) pada akhir penelitian peubah yang diamati adalah : panjang akar primer, jumlah akar sekunder, dan jumlah akar tersier, (3) pengamatan rambut akar menggunakan mikroskop inverted dengan pembesaran 100x.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perakaran Bibit Manggis

Panjang Akar Primer

Faktor berbagai galur *A. rhizogenes* dan metode inokulasi berpengaruh sangat nyata terhadap panjang akar primer bibit manggis umur 6 Bulan Setelah Inokulasi (BSI) sedangkan interaksi antara berbagai galur *A. rhizogenes* dan metode inokulasi tidak berpengaruh nyata. Dari Tabel 1 terlihat bahwa inokulasi galur 07-20001, ATCC-15834, 509, A4, dan R1000 menghasilkan panjang akar primer yang tidak berbeda nyata, tetapi berbeda dengan inokulasi galur ATCC-8196, MAFF 01-1724, 511, 510 dan bibit yang tidak di inokulasi (kontrol). Bibit yang diinokulasi dengan metode akar dipotong (9.71 cm) menghasilkan panjang akar primer yang nyata lebih panjang dibandingkan akar yang ditusuk (6.51 cm).

Tabel 1. Panjang akar primer (cm) bibit manggis umur 6 bulan setelah inokulasi dengan berbagai galur *A. rhizogenes*

Galur <i>A. rhizogenes</i>	Metode Inokulasi		Rataan
	Akar Ditusuk	Akar Dipotong	
Kontrol	5.47	6.60	6.03 c
07-20001	7.97	15.33	11.65 a
R1000	8.00	10.83	9.42 ab
A4	7.77	11.97	9.87 ab
509	7.23	13.20	10.22 ab
ATCC-15834	7.80	12.83	10.32 ab
MAFF 01-1724	5.47	5.97	5.72 c
ATCC-8196	5.10	7.93	6.52 c
510	5.63	5.83	5.73 c
511	5.67	6.70	6.18 c
A4-J	5.53	9.57	7.55 bc
Rataan	6.51 B	9.71 A	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom atau huruf besar pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT (= 0.05)

Jumlah Akar Sekunder

Faktor berbagai galur *A. rhizogenes* dan metode inokulasi berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah akar sekunder bibit tanaman manggis umur 6 BSI, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Bibit yang diinokulasi dengan metode akar dipotong

menghasilkan jumlah akar sekunder yang nyata lebih besar dibandingkan akar ditusuk (Tabel 2). Inokulasi *A. rhizogenes* galur ATCC-15834, 509, 07-20001, dan A4 menghasilkan jumlah akar sekunder yang nyata lebih banyak dibanding inokulasi dengan galur ATCC-8196, MAFF 01-1724, 511, 510, A4-J dan kontrol.

Tabel 2. Jumlah akar sekunder (buah) bibit manggis umur 6 bulan setelah inokulasi dengan berbagai galur *A. rhizogenes*

Galur <i>A. rhizogenes</i>	Metode Inokulasi		Rataan
	Akar Ditusuk	Akar Dipotong	
Kontrol	7.00	7.33	7.17 bc
07-20001	7.33	15.67	11.50 a
R1000	7.00	9.67	8.33 ab
A4	5.33	15.67	10.50 a
509	8.33	16.33	12.33 a
ATCC-15834	5.67	20.67	13.17 a
MAFF 01-1724	3.00	2.00	2.50 d
ATCC-8196	2.00	7.00	4.50 bcd
510	2.00	2.33	2.17 d
511	3.33	3.00	3.17 cd
A4-J	2.00	8.33	5.17 bcd
Rataan	4.82 B	9.82 A	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom atau huruf besar pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT (= 0.05)

Jumlah Akar Tersier

Faktor galur *A. rhizogenes*, metode inokulasi dan interaksi antara galur *A. rhizogenes* dengan metode inokulasi berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah akar tersier bibit tanaman manggis umur 6 BSI. Inokulasi galur A4, 07-20001, ATCC-15834, dan 509 menghasilkan jumlah akar tersier yang nyata lebih besar

dibandingkan dengan metode akar ditusuk. Sedangkan inokulasi dengan galur MAFF 01-1724, 511, 510 dan A4-J menghasilkan jumlah akar tersier yang tidak berbeda nyata dengan bibit yang tidak diinokulasi (kontrol) baik pada metode akar ditusuk maupun metode akar dipotong (Tabel 3).

Tabel 3. Jumlah akar tersier (buah) bibit manggis umur 6 bulan setelah inokulasi dengan berbagai galur *A. rhizogenes*

Galur <i>A. rhizogenes</i>	Metode Inokulasi	
	Akar Ditusuk	Akar Dipotong
Kontrol	11.00 cd	9.33 cd
07-20001	2.00 cd	91.67 a
R1000	6.00 cd	38.00 b
A4	14.33 cd	93.00 a
509	18.33 c	76.33 a
ATCC-15834	6.00 cd	79.00 a
MAFF 01-1724	4.67 cd	5.67 cd
ATCC-8196	1.67 cd	9.33 cd
510	2.33 cd	1.33 d
511	3.33 cd	2.67 cd
A4-J	4.00 cd	6.00 cd

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT (= 0.05)

Pertumbuhan Tajuk Bibit Manggis

Diameter Batang

Faktor galur *A. rhizogenes*, metode inokulasi dan interaksi antara galur *A. rhizogenes* dengan metode inokulasi berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan diameter batang bibit manggis. Dari Tabel 4 terlihat bahwa inokulasi *A. rhizogenes* galur ATCC-15834, 07-20001, A4, dan 509 dengan metode akar

dipotong menghasilkan rata-rata diameter batang yang nyata lebih besar dibandingkan dengan metode akar ditusuk, sedangkan inokulasi galur MAFF 01-1724, ATCC 8196, 511, 510, dan kontrol menghasilkan pertambahan diameter batang yang tidak berbeda nyata antara metode akar dipotong dan metode akar ditusuk pada batang bibit tanaman manggis umur 6 BSI (Tabel 4).

Tabel 4. Pertambahan diameter batang (mm) bibit manggis umur 6 bulan setelah inokulasi dengan berbagai galur *A. rhizogenes*

Galur <i>A. rhizogenes</i>	Metode Inokulasi	
	Akar Ditusuk	Akar Dipotong
Kontrol	0.480 bcde	0.350 ef
07-20001	0.357 ef	0.600 ab
R1000	0.407 def	0.543 bcd
A4	0.383 ef	0.600 ab
509	0.433 def	0.577 abc
ATCC-15834	0.427 def	0.693 a
MAFF 01-1724	0.343 ef	0.533 bcd
ATCC-8196	0.343 ef	0.453 bcd
510	0.347 ef	0.357 cdef
511	0.360 ef	0.330 f
A4-J	0.327 f	0.367 ef

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT (= 0.05)

Jumlah Daun

Faktor berbagai galur *A. rhizogenes* dan metode inokulasi berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan jumlah daun bibit tanaman manggis umur 6 BSI, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Bibit yang diinokulasi dengan galur ATCC-15834, dan 07-20001 menghasilkan pertambahan

jumlah daun yang nyata lebih banyak dibandingkan inokulasi dengan galur 509, R1000, MAFF 01-1724, ATCC-8196, 511, A4-J, 510, dan kontrol. Metode inokulasi akar dipotong (7.64 helai) menghasilkan pertambahan jumlah daun yang nyata lebih besar dibandingkan dengan akar ditusuk (6.12 helai) (Tabel 5).

Tabel 5. Pertambahan jumlah daun (helai) bibit manggis umur 6 bulan setelah inokulasi dengan berbagai galur *A. rhizogenes*

Galur <i>A. rhizogenes</i>	Metode Inokulasi		Rataan
	Akar Ditusuk	Akar Dipotong	
Kontrol	6.00	5.33	5.67 dc
07-20001	8.00	9.33	8.67 ab
R1000	6.00	8.00	7.00 bcd
A4	8.00	8.00	8.00 abc
509	5.33	9.33	7.33 bcd
ATCC-15834	8.00	11.33	9.67 a
MAFF 01-1724	6.67	7.33	7.00 bcd
ATCC-8196	4.00	7.33	5.67 dc
510	5.33	6.00	5.67 dc
511	5.33	6.00	5.67 dc
A4-J	4.67	6.00	5.33 dc
Rataan	6.12 B	7.64 A	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom atau huruf besar pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT ($\alpha = 0.05$)

Tinggi Tanaman

Faktor berbagai galur *A. rhizogenes* dan metode inokulasi berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi bibit tanaman manggis umur 6 BSI, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Dari Tabel 6 terlihat bahwa metode inokulasi akar dipotong menghasilkan pertambahan tinggi bibit yang

nyata lebih besar dibandingkan dengan metode akar ditusuk. Inokulasi galur ATCC-15834, 07-20001, A4 dan 509 menghasilkan pertambahan tinggi yang tidak berbeda nyata. Pertambahan tinggi terkecil dihasilkan oleh bibit yang diinokulasi dengan galur 511, A4-J, MAFF 01-1724, 510, dan kontrol (Tabel 6).

Tabel 6. Pertambahan tinggi (cm) bibit manggis umur 6 bulan setelah inokulasi dengan berbagai galur *A. rhizogenes*

Galur <i>A. rhizogenes</i>	Metode Inokulasi		Rataan
	Akar Ditusuk	Akar Dipotong	
Kontrol	4.57	4.63	4.60 d
07-20001	6.03	8.33	7.18 ab
R1000	5.33	8.00	6.67 bc
A4	6.33	8.07	7.20 ab
509	6.60	8.23	7.42 ab
ATCC-15834	9.00	7.33	8.17 a
MAFF 01-1724	4.20	5.53	4.87 d
ATCC-8196	6.87	6.17	6.52 bc
510	5.20	4.77	4.98 d
511	4.40	4.73	4.57 d
A4-J	5.40	6.10	5.75 cd
Rataan	5.66 B	6.68 A	

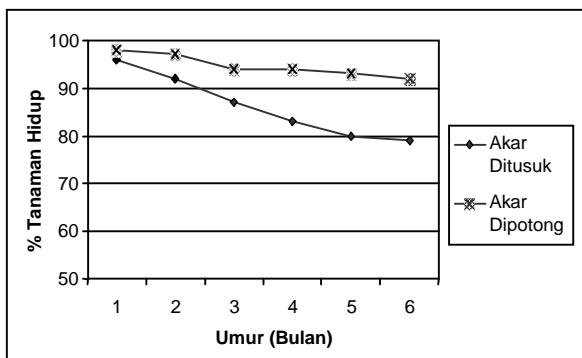
Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom atau huruf besar pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT ($\alpha = 0.05$)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa inokulasi *A. rhizogenes* galur tertentu mampu meningkatkan pertumbuhan bibit manggis baik pertumbuhan tajuk maupun perakarannya. Galur *A. rhizogenes* dan metode inokulasi sangat menentukan keberhasilan infeksi *A. rhizogenes* pada akar bibit manggis. Setelah 6 bulan perlakuan terlihat bahwa galur ATCC-15834, 07-20001, A4, 509, dan R1000

dengan metode akar dipotong lebih efektif dalam menginfeksi akar bibit manggis. Peningkatan panjang akar primer, jumlah akar sekunder, jumlah akar tersier, diameter batang dan tinggi yang dihasilkannya lebih besar dibanding galur MAFF-01-1724, ATCC-8196, 511, 510 dan A4-J.

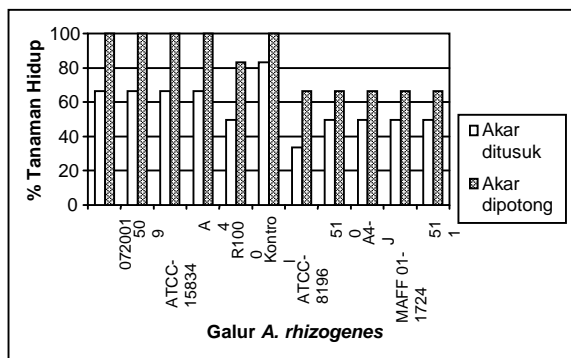
Metode inokulasi galur *A. rhizogenes* pada akar bibit manggis berpengaruh terhadap persentase

hidup bibit tanaman manggis. Metode inokulasi dengan cara akar ditusuk menghasilkan persentase bibit manggis yang hidup lebih rendah dibandingkan metode inokulasi dengan cara akar dipotong (Gambar 1 dan



Gambar 1. Persentase tanaman yang hidup inokulasi

Gambar 2). Keadaan ini disebabkan banyaknya akar bibit manggis yang mengalami pembusukan setelah diinokulasi dengan berbagai galur *A. rhizogenes*.



Gambar 2. Persentase tanaman yang hidup pada perlakuan metode pada berbagai galur *A. rhizogenes*

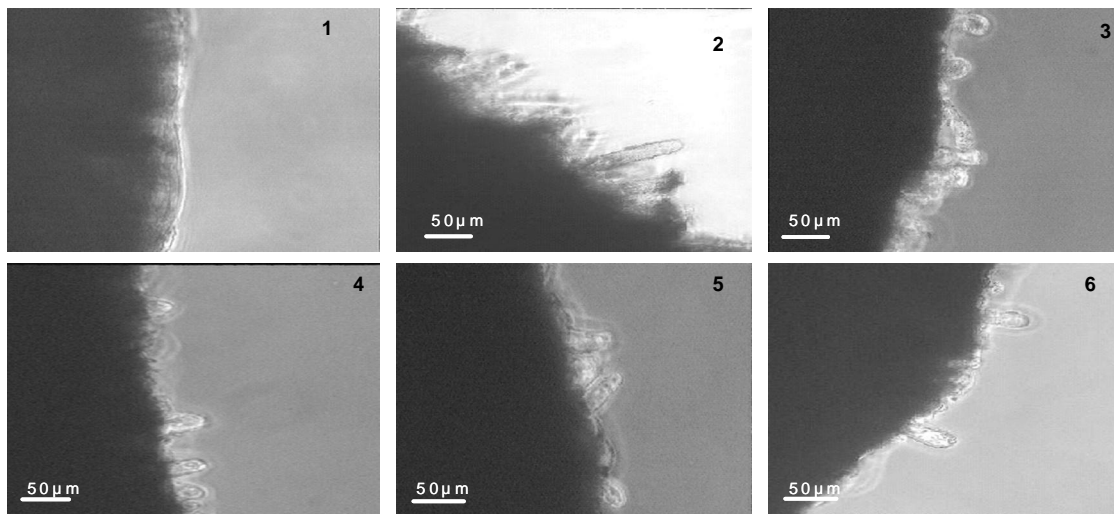
Dari Gambar 2 terlihat bahwa akar bibit manggis yang diinokulasi dengan galur *A. rhizogenes* 07-20001, ATCC-15834, A4, 509 dan R1000 menghasilkan persentase tanaman hidup lebih tinggi dibanding dengan galur ATCC-8196, 510, 511, A4-J, dan MAFF 01-1724. Hal ini diduga karena galur *A. rhizogenes* 07-20001, ATCC-15834, A4, 509 dan R1000 lebih efektif dalam menginfeksi akar bibit manggis. Efektifitas masing-masing galur *A. rhizogenes* dalam menginfeksi bibit tanaman manggis dalam penelitian ini terlihat bervariasi. Keadaan ini disebabkan tidak semua galur *A. rhizogenes* dapat meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman manggis. Menurut Hiei *et al.* (1997) bahwa keberhasilan *Agrobacterium* dalam menginfeksi tanaman ditentukan oleh banyak faktor diantaranya adalah jenis dan perkembangan jaringan yang akan diinfeksi serta galur *Agrobacterium* yang digunakan.

Galur *A. rhizogenes* sering juga diklasifikasikan berdasarkan opin yang dikandungnya seperti agropin, manopin atau cucumopin. Bakteri *A. rhizogenes* galur ATCC-15834, 07-20001, A4, A4-J, 509, 510, dan 511 merupakan bakteri dengan tipe agropin, sedang galur ATCC-8196 dan MAFF 01-1724 merupakan tipe manopin. Bakteri dengan tipe agropin mempunyai kedua DNA transfer yaitu *left* T-DNA (TL-DNA) dan *right* T-DNA (TR-DNA), sedangkan bakteri dengan tipe manopin hanya memiliki TL-DNA aja sehingga tidak memberikan sandi genetik untuk biosintesis auksin (van der Salm *et al.*, 1996).

Peningkatan pertumbuhan tajuk maupun perakaran bibit manggis yang diinokulasi dengan galur ATCC-15834, A4, 07-20001, 509, dan R1000 diduga karena *A. rhizogenes* tersebut mampu menginfeksi akar bibit

manggis sehingga dapat mentransfer T-DNA pada genom sel tanaman. Tanaman yang telah mengalami integrasi T-DNA akan mengekspresikan enzim baru, mensintesis zat pengatur tumbuh auksin. Zat pengatur tumbuh tersebut diperlukan tanaman untuk meningkatkan sintesis protein dan memacu pertumbuhan primordia akar sehingga meningkatkan pertumbuhan rambut akar. Inokulasi *A. rhizogenes* pada tanaman lain telah dilakukan juga oleh Bassil *et al.* (1991) pada Hazelnut (*Corylus avellana* L.), inokulasi galur A4 pada apel (Lambert dan Tepfer, 1991), dan galur 323 pada olive (Strobel *et al.*, 1988), inokulasi *A. rhizogenes* tersebut mampu meningkatkan pertumbuhan akar dan produksi tanaman.

Untuk mengetahui keberhasilan inokulasi galur *A. rhizogenes* dan metode inokulasi yang digunakan dapat dilihat dengan pengamatan langsung terhadap fenotipe akar bibit manggis atau melalui penggunaan penanda tertentu. Dari hasil pengamatan terhadap fenotipe akar bibit manggis hasil inokulasi dengan berbagai galur *A. rhizogenes* terlihat adanya pertumbuhan rambut akar pada akar sekunder bibit manggis (Gambar 3), dimana inokulasi galur ATCC-15834 mampu menghasilkan pertumbuhan rambut akar yang lebih panjang dan banyak kemudian diikuti galur 07-20001, A4, R1000, dan 509 sedangkan pada tanaman kontrol tidak terdapat pertumbuhan rambut akar pada bagian akar sekundernya. Menurut Lakitan (1995) rambut akar adalah modifikasi sel epidermis akar, dimana keberadaan rambut akar ini adalah memperluas total luas permukaan akar, sehingga penting artinya dalam serapan air dan unsur hara bagi tanaman.



Gambar 3. Rambut akar bibit tanaman manggis umur 6 bulan setelah inoculasi dengan *A. rhizogenes* dengan metode akar dipotong (1) kontrol, (2) ATCC-15834 (3) 07-2001, (4) R1000 (5) 509, dan (6) A4.

Inokulasi galur ATCC-15834, A4, 07-20001, 509, dan R1000 pada akar bibit manggis menghasilkan pertambahan diameter batang, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar primer, jumlah akar sekunder dan jumlah akar tersier yang nyata lebih besar dibandingkan dengan kontrol dan galur *A. rhizogenes* lainnya. Poerwanto *et al.* (1989) menemukan bahwa, akar satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc. Cv. Okitsu Wase) yang memiliki rambut akar yang lebih panjang dan banyak ternyata juga menghasilkan total panjang akar dan berat kering akar yang nyata lebih besar. Hal ini juga terjadi pada bibit manggis setelah diinokulasi *A. rhizogenes*.

Pada penelitian ini ditemukan juga cukup banyaknya bibit manggis hasil inokulasi yang mati. Hal ini diduga disebabkan waktu perendaman bibit manggis dalam suspensi bakteri *A. rhizogenes* selama 24 jam terlalu lama sehingga terjadi persaingan antara tanaman dan kecepatan bakteri yang tumbuh serta infeksi bakteri *A. rhizogenes* yang terlalu banyak menyebabkan sel/jaringan tanaman menjadi stress dan tidak bisa tumbuh. Mihaljevi *et al.* (1996) juga melaporkan bahwa perendaman eksplan *Pinus nigra* dalam suspensi *A. rhizogenes* lebih dari 24 jam dapat menyebabkan penurunan persentase tanaman yang berakar dan terjadinya pengeringan pada daerah perlukaan. Menurut Purnamaningsih (2006), bahwa tanaman dikotiledon sangat sensitif terhadap infeksi *Agrobacterium* sedangkan tanaman monokotiledon lebih sulit diinfeksi oleh *Agrobacterium* sehingga biasanya tanaman monokotiledon membutuhkan waktu perendaman yang lebih lama.

KESIMPULAN

Inokulasi galur *A. rhizogenes* ATCC-15834, 07-20001, A4, 509, dan R-1000 mampu meningkatkan pertumbuhan tajuk, yaitu : diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah daun tanaman serta panjang akar primer, jumlah akar sekunder dan tersier bibit tanaman manggis. Metode inokulasi dengan cara akar dipotong lebih efektif dalam menginfeksi akar bibit manggis dibandingkan dengan akar ditusuk. Inokulasi galur ATCC-15834, A4, 07-20001, 509, dan R1000 dapat menghasilkan pertumbuhan rambut akar pada akar bibit tanaman manggis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kantor Kementerian Riset dan Teknologi melalui program RUSNAS Pengembangan Buah-buahan Unggulan Indonesia di Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika (PKBT), LPPM-IPB atas dana yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan Puslit Bioteknologi-LIPI Cibinong atas penggunaan galur *A. rhizogenes*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bassil, N.H., W.M. Proebsting, L.W. Moore, D.A. Lightfoot. 1991. Propagation of Hazelnut Stem Cutting Using *Agrobacterium rhizogenes*. Hort Sci. 26(8) : 1058-1060.
- Caboni, E., P. Lauri, M. Tonelli, G. Falasca, C. Damiano. 1996. Root Induction by *Agrobacterium rhizogenes* in Walnut. Plant Sci. 118:203-208.

- Chriqui, D., G. Anne, D. Walter, P. Els, V.O. Henry. 1996. *Rol* genes and root initiation and development. *J. Plant and Soil* 187:47-55.
- Cox, J.E.K. 1988. *Garcinia mangostana*-Mangosteen. p 361-375. In Gardner, R.J and S.A. Chaudori (eds.). *The Propagation of Tropical Fruit Trees*. FAO and CAB, England.
- Damiano, C., T. Archilietti, E. Caboni, P. Lauri, G. Falasca, D. Mariotti, G. Ferraiolo. 1995. *Agrobacterium* mediated transformation of almond: *in vitro* rooting through localized infection of *A. rhizogenes*. *Wild.Type. Acta Hort* 392:161-169.
- Damiano, C., S. Monticelli. 1998. *In vitro* fruit trees rooting by *Agrobacterium rhizogenes* wild type Infection. *Plant Biotechnol.* Vol. 1 No. 3.
- Giri, A., M.L. Narasu. 2000. Transgenic hairy root : recent trends and applications. *Biotechnology Advances* 18 : 1-22.
- Han, K.H., M.P. Gardon, S.H. Strauss. 1997. High-frequency transformation of cottonwoods (Genus *Populus*) by *Agrobacterium rhizogenes*. *Can. J. For. Res.* 27:464-470.
- Hiei, Y., T. Komari, T. Kubo. 1997. Transformation of rice mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. *Plant Mol. Biol.* 35:205-218.
- Lakitan, B. 1995. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Lambert, C., D. Tepfer. 1991. Use of *Agrobacterium rhizogenes* to create chimeric apple trees through genetic grafting. *Biotechnology.* Vol 9. January 1991.
- Masri, M., H. Azizah, I.M. Razi, A.S. Mamat. 1998. Arbuscular mycorrhiza enhances growth and reduces the nursery period of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Seedlings. *J Trop Agric and Food Sci.* 26 (1) :7-15
- Mihaljevi, S., S. Stipkovi, S. Jelaska. 1996. Increase of root induction in *Pinus nigra* explants using *Agrobacteria*. *Plant Cell Reports* 15: 610-614.
- Poerwanto, R., H. Inoue, I. Kataoka. 1989. Effect temperature on the morphology and physiology of root of trifoliate orange budded with Satsuma mandarin. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58(2) : 267-274.
- Poerwanto, R. 2000. *Teknologi Budidaya Manggis*. Makalah. Diskusi Nasional Bisnis dan Teknologi Manggis. Bogor. 15-16 Nov.
- Purnamaningsih, R. 2006. Intoduksi gen *DefH9-iaaM* dan *DefH9-RI-iaaM* melalui vektor *Agrobacterium tumefaciens* untuk meningkatkan produksi tanaman tomat. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. IPB Bogor.
- Ramlan, M.F., T.M. Mahmud, B.M. Hasan, M.Z. Karim. 1992. Studies on photosynthesis on young mangosteen plants grown under several growth conditions. *Acta. Hort.* 321: 482-489.
- Rugini, E., A. Pellegrineschi, M. Mencuccini, D. Mariotti. 1991. Increase of Rooting ability in the woody species kiwi (*Actinidia deliciosa* A. Chev.) by transformation with *Agrobacterium rhizogenes* *Rol* genes. *Plant Cell Reports* 10:291-295.
- Slightom, J.L., M. Durand-Tardif, L. Jouanin, D. Tepfer. 1986. Nucleotide sequence analysis of the TL-DNA of *Agrobacterium rhizogenes* Agropin type plasmid. *J.Biol.Chem.* 261:108-121.
- Strobel, G.A., A. Nachmias. 1985. *Agrobacterium rhizogenes* promotes the initial growth of bare root stock almond. *J. of Gen Microbiology* (131) : 1245-1249.
- Strobel, G.A., A. Nachmias, W.M. Hess. 1988. Improvements in the growth and yield of olive tree by transformation with the Ri plasmid of *Agrobacterium rhizogenes*. *Can J Bot.* Vol. 66. 1988.
- Sutter, E.G., J. Luza. 1993. Developmental anatomy of roots induced by *Agrobacterium rhizogenes* in *Malus pumila* 'M26' shoot grown in vitro. *Int J Plant Sci* 154:59-67.
- van der Salm, T.P.M., C.H. Hänisch ten Cate, H.J.M. Dons. 1996. Prospects for application of *rol* genes for crop improvement. *Plant Molecular Biology Reporter* 14: 207-228.
- Wible, J., E.K. Chacko, W.J.S. Downtown. 1992. Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) a potential crop for tropical Northern Australia. *Acta Hort.* 321:132-137.