

**Pengaruh Batang Bawah dan Jenis Tunas pada Mikrografting Manggis
(*Garcinia mangostana*) secara *In Vitro***

Effect of Rootstock and Shoot Types on In Vitro Mangosteen (*Garcinia mangostana*) Micrografting

Rd. Selvy Handayani^{1*}, Roedhy Poerwanto², Sobir², Agus Purwito², dan Tri Muji Ermayanti³

¹Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh Aceh Utara
Jl. Banda Aceh-Medan, Kampus UNIMAL, Cot Tengku Nie, Reuleut, Kabupaten Aceh Utara, Indonesia

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

³Pusat Penelitian Bioteknologi Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia (LIPI) Cibinong Bogor, Indonesia

Diterima 2 Juli 2012/Disetujui 26 Februari 2013

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of rootstock and shoot types on in vitro mangosteen micrografting. The experiment was arranged in completely randomized design (CRD) with two factors. The first factor was the rootstock type, i.e. rooted planlet from the germination of quartered seed, and rooted planlet from the germination of undivided seeds. The second factor was the developmental phase of scion, i.e. dormant buds, and flush (had new leaf more than 2-4 mm). The results showed that rootstock derived from the germination of undivided seed had a higher success rate than other treatments on all variables, except for number of new leaves. The use of flush as scion was better than dormant buds; flush resulted in a higher percentage of successful micrograft and longer shoots. In vitro micrografting had a better growth rate than grafting at the same age. The results of anatomical observation conducted at four months after micrografting demonstrated that there was a good graft union, indicated by excellent fusion between rootstock and scion xylem tissues.

Keywords: flush, in vitro, micrografting, rootstock, scion

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh batang bawah dan jenis tunas batang atas terhadap keberhasilan mikrografting secara in vitro. Percobaan disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor. Faktor pertama adalah sumber batang bawah, yaitu 1) batang bawah adalah tunas berakar berasal dari perkecambahan biji dibelah empat, dan 2) batang bawah adalah tunas berakar berasal dari perkecambahan biji utuh tanpa dibelah. Faktor kedua adalah jenis tunas untuk batang atas, yaitu 1) tunas manggis yang masih dorman (tunas dorman), dan 2) tunas manggis yang sedang tumbuh trubus baru 2-4 mm (tunas trubus). Hasil penelitian menunjukkan bahwa batang bawah berasal dari perkecambahan biji utuh menunjukkan keberhasilan mikrografting yang lebih baik dibandingkan perlakuan lain pada semua peubah yang diamati, kecuali jumlah pasangan daun baru. Tunas trubus sebagai batang atas menunjukkan keberhasilan mikrografting yang lebih baik daripada tunas dorman pada peubah persentase keberhasilan mikrografting dan panjang tunas. Hasil pengamatan anatomi jaringan (4 bulan setelah mikrografting), menunjukkan adanya penyatuan lingkaran jaringan pembuluh pada batang bawah dan batang atas yang sangat baik. Jaringan xilem antara batang atas dan batang bawah sudah menyatu sempurna menghasilkan xilem gabungan.

Kata kunci: batang atas, batang bawah, in vitro, mikrografting, trubus

PENDAHULUAN

Manggis (*Garcinia mangostana*) merupakan salah satu tanaman buah yang mempunyai potensi tinggi untuk dikembangkan. Buah manggis memiliki rasa, aroma dan warna yang menarik sehingga disebut *Queen of Tropical*

Fruit dan *The Finest Fruit of the Tropics*. Buah manggis sangat digemari konsumen dalam maupun luar negeri, sehingga permintaan pasar terhadap buah manggis memiliki prospek yang baik.

Biji manggis terbentuk tanpa proses fertilisasi, tetapi melalui perkembangan jaringan nuselus. Sifat apomiksis mengakibatkan sifat genetik turunan identik dengan induknya (Fauza *et al.*, 2003). Sifat apomiksis ini menyebabkan perbaikan sifat tanaman manggis melalui pemuliaan konvensional tidak dapat dilakukan.

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: selvytrisana04@gmail.com

Alternatif peningkatan keragaman genetik tanaman manggis dapat dilakukan dengan teknik induksi mutasi. Qosim *et al.* (2007), telah berhasil melakukan radiasi sinar gamma pada kultur kalus nodular sehingga dapat meningkatkan keragaman genetiknya. Masalah yang dihadapi adalah belum tumbuhnya akar pada regenerasi-regenerasi manggis hasil radiasi tersebut. Oleh karenanya perlu dicari cara agar tunas manggis hasil mutasi tersebut dapat tumbuh berkembang menjadi tanaman baru yang dapat ditanam di lapangan.

Penyambungan tunas-tunas manggis yang dilakukan secara *in vitro* (mikrografting) merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan. Penyambungan tunas *in vitro* atau teknik sambung mikro (mikrografting) *in vitro* adalah teknik penyambungan potongan batang atas pada batang bawah dalam kultur jaringan (Toruan-Mathius *et al.*, 2006). Teknik mikrografting ini dapat diterapkan pada tunas manggis hasil induksi mutasi yang memiliki sifat genetik berbeda dari manggis biasa, namun belum dapat tumbuh akar. Tunas manggis *in vitro* hasil induksi mutasi yang belum berakar dapat disambungkan dengan tunas manggis batang bawah hasil perkecambahan biji manggis *in vitro* yang sudah berakar. Dengan demikian, pada akhirnya akan didapat satu individu baru yang memiliki sifat genetik berbeda dari tanaman manggis biasa, yang sudah memiliki akar dan siap diaklimatisasi.

Penelitian Martinez-Ballesta *et al.* (2010) menunjukkan bahwa penggunaan batang atas dan batang bawah pada mikrografting sangat berpengaruh bagi keberhasilan mikrografting. Interaksi antara batang bawah dan batang atas yang baik akan menyebabkan terbentuknya proliferasi kalus, menghasilkan jembatan kalus, diferensiasi jaringan vaskular serta memproduksi jaringan xilem dan floem sekunder, sehingga meningkatkan keberhasilan mikrografting. Percobaan mengenai berbagai teknik mikrografting telah banyak dilakukan pada berbagai tanaman, misalnya pada jeruk (Oiyama dan Okudai 1986; Naz *et al.*, 2007; Singh *et al.*, 2008), pistacio (Onay *et al.*, 2003; Can *et al.*, 2006), apel (Lane *et al.*, 2003), cherry (Amiri 2006), kaktus (Moghadam *et al.*, 2012), juga tanaman kina (Toruan-Mathius *et al.*, 2006; Toruan-Mathius *et al.*, 2007).

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang sangat bermanfaat untuk pengembangan keragaman sifat genetik manggis. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh batang bawah dan jenis tunas batang atas terhadap keberhasilan mikrografting manggis *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2011 sampai dengan Maret 2012 di Laboratorium Kultur Jaringan, dan Kebun Percobaan Tajur-PKHT (Pusat Kajian Hortikultura Tropika) IPB, laboratorium Mikroteknik Institut Pertanian Bogor, serta laboratorium Morfologi, Anatomi, dan Sitologi Tumbuhan, Bagian Biologi, LIPI Cibinong Bogor.

Percobaan disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor dengan 15 ulangan. Faktor

pertama adalah sumber batang bawah, yaitu batang bawah berasal dari tunas berakar hasil perkecambahan biji dibelah empat, dan batang bawah berasal dari tunas berakar hasil perkecambahan biji utuh tanpa dibelah. Faktor kedua adalah jenis tunas untuk batang atas, yaitu tunas manggis yang masih dorman (tunas dorman) dan tunas manggis yang sedang tumbuh trubus 2-4 mm (tunas trubus), sehingga didapat 60 satuan percobaan dimana setiap satuan percobaan terdiri atas satu tanaman.

Persiapan Batang Bawah dan Batang Atas

Batang bawah dan batang atas didapatkan dari hasil perbanyak manggis secara *in vitro*. Biji manggis dicuci dengan air deterjen encer selama 10 menit, lalu direndam dalam larutan fungisida berbahan aktif Benomyl 50% dan bakterisida berbahan aktif Streptomisin sulfat 20%, masing-masing 8 g L⁻¹ selama 30 menit. Biji dibilas dengan aquades steril, direndam dalam larutan alkohol 70% selama tiga menit, selanjutnya dikocok dalam larutan NaClO 1.58%, 1.05%, dan 0.53% masing-masing selama 10, 15, dan 20 menit lalu dibilas dengan air steril. Sterilisasi dilakukan dalam *laminar air flow cabinet*. Penanaman untuk memperoleh tunas batang atas dilakukan 1 bulan lebih awal dari penanaman untuk tunas batang bawah. Media yang digunakan adalah media MS (Murashige dan Skoog) dengan 5 mg L⁻¹ *Benzyl Adenine* (BA). Botol-botol berisi biji sumber batang bawah maupun batang atas ini lalu ditumbuhkan dalam ruang kultur bersuhu 25-27 °C dengan penyinaran 16 jam.

Mikrografting In Vitro

Tunas manggis *in vitro* yang dapat digunakan sebagai batang bawah adalah yang sudah berumur 2 bulan setelah biji berkecambah, tinggi tanaman minimal 3 cm, dan sudah memiliki sepasang daun. Tunas manggis *in vitro* yang dapat digunakan sebagai batang atas adalah tunas yang sedang dalam keadaan dorman atau trubus (sesuai perlakuan). Proses mikrografting dilakukan dengan sistem sambung celah V tanpa dilakukan pengikatan pada daerah sambungan.

Grafting di Lapangan

Dilaksanakan juga percobaan pembandingan dengan melakukan grafting di kebun percobaan PKHT IPB Tajur. Batang bawah adalah bibit manggis muda umur 2-3 tahun, yang memiliki penampilan baik, sehat dan berbatang lurus. Batang atas yang digunakan untuk penyambungan diambil dari cabang plagiotrop tanaman manggis dewasa yang sudah berproduksi. Cabang plagiotrop yaitu cabang yang tumbuh secara horizontal pada tanaman manggis dewasa. Proses grafting dilakukan dengan sistem sambung celah V, dilakukan pengikatan pada daerah sambungan dengan tali plastik lentur, kemudian disungkup dengan plastik.

Anatomi Jaringan

Pengambilan sampel untuk pengamatan anatomi jaringan bidang sambungan mikrografting *in vitro* dan grafting di lapangan dilakukan pada 4 bulan sesudah penyambungan. Sampel bidang sambungan mikrografting *in vitro* kemudian diawetkan dengan metode parafin, sedangkan pada sampel bidang sambungan grafting di lapangan dilakukan metode pengirisan segar. Metode pengirisan segar dilakukan dengan mengiris jaringan dengan alat *microtome*, dengan ketebalan 20-25 µm.

Pengamatan dilakukan pula pada sampel batang dari manggis *seedling*, dan cabang plagiotrop. Sampel irisan melintang batang dari manggis *seedling* diambil dari bibit manggis muda umur 2 tahun (umur yang biasa digunakan untuk batang bawah grafting). Adapun sampel irisan melintang batang dari cabang plagiotrop diambil dari tanaman manggis dewasa (yang biasa digunakan untuk batang atas grafting). Pengambilan sampel batang dari manggis *seedling* dan cabang plagiotrop ini dilakukan di tiga posisi, yaitu ¾ ruas cabang pertama, ruas kedua, dan 1¼ ruas cabang pertama (Gambar 1A dan 1B).

Sampel irisan melintang batang, juga dilakukan pada batang manggis *in vitro* yang diambil dari hasil perkecambahan *in vitro* umur 4-7 minggu setelah berkecambah (umur tunas manggis *in vitro* yang dapat digunakan sebagai batang bawah dan batang atas mikrografting). Pengambilan sampel irisan batang *in vitro* dilakukan pada dua bagian batang, yaitu di atas 2.5 cm sampai mendekati tunas daun (yang biasa digunakan sebagai batang atas mikrografting), dan 2.0-2.5 cm dari pangkal batang (yang biasa digunakan untuk batang bawah mikrografting) (Gambar 1C). Pengambilan sampel (masing-masing 2 sampel per perlakuan) untuk anatomi jaringan batang dilakukan dengan metode pengirisan segar.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap persentase keberhasilan penyambungan, waktu pembentukan tunas, penambahan panjang tunas, dan jumlah pasangan daun hasil mikrografting 4 bulan setelah penyambungan.

Dilakukan juga pengamatan diameter batang dan jaringan pembuluh batang pada batang manggis asal biji (bukan asal sambungan), cabang plagiotrop, dan batang *in vitro*. Pada hasil mikrografting *in vitro* dan grafting, dilakukan pengamatan mikroskopis komparatif jaringan bidang sambungan pada 4 bulan setelah penyambungan. Pengamatan anatomi jaringan dilakukan di bawah mikroskop Olympus BX51 menggunakan kamera digital mikroskop tipe DP25, software DP2-BSW, dengan pembesaran 4x.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interaksi antara batang bawah dan jenis tunas pada mikrografting tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Akan tetapi secara tunggal, kedua faktor tersebut memberikan pengaruh pada beberapa peubah yang diamati (Tabel 1). Faktor batang bawah secara statistik memberikan pengaruh pada semua peubah yang diamati kecuali jumlah pasangan daun. Adapun faktor jenis tunas memberikan pengaruh pada persentase keberhasilan mikrografting dan panjang tunas.

Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan biji manggis utuh berakar sebagai batang bawah memiliki persentase keberhasilan mikrografting terbesar, waktu pecah tunas baru yang paling singkat dan panjang tunas terpanjang. Hal ini disebabkan karena kuatnya dominansi apikal pada biji utuh. Tanaman manggis muda baru akan mulai bercabang setelah umur 2 tahun (Hidayat *et al.*, 2005). Proses mikrografting yang berhasil, ketika batang bawah asal perkecambahan biji utuh disambungkan, biji manggis tetap berbatang tunggal, tidak ada tunas baru dari bagian biji yang muncul kemudian. Kecenderungan berbatang tunggal ini menyebabkan energi pertumbuhan dialihkan pada apeks, sehingga walaupun disambungkan, pertumbuhan batang atas tetap vigor. Oleh karenanya diperkirakan semua unsur hara dan hormon yang diserap tanaman akan lebih tertuju pada perkembangan mikrografting.

Biji dibelah empat kemungkinan dominansi apikalnya telah hilang, terutama karena adanya pelukaan akibat pemotongan biji. Pemotongan biji juga menyebabkan terjadi kontak antara permukaan biji dan media yang mengandung hara dan zat pengatur tumbuh tanaman. Romeida (2007)

Tabel 1. Pengaruh batang bawah dan jenis tunas manggis terhadap persentase keberhasilan, waktu pecah tunas, panjang tunas, dan jumlah pasangan daun pada 4 bulan setelah mikrografting

Perlakuan	Persentase keberhasilan (%)	Waktu pecah tunas (hari)	Panjang tunas (cm)	Jumlah pasangan daun
Batang bawah				
Biji dibelah 4	52.50b	55.88a	1.27b	1.61
Biji utuh	82.82a	29.36b	2.19a	2.36
Batang atas				
Tunas dorman	70.00b	38.33	1.15b	2.00
Tunas trubus	79.01a	33.56	1.60a	2.05

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji t pada taraf α = 5%

menyatakan bahwa biji dibelah memiliki jumlah tunas yang tinggi. Biji manggis yang dibelah dengan posisi telungkup dan bagian luka menghadap media menyebabkan terjadi kontak langsung antara media dengan biji manggis yang dilukai. Terbukti dari hasil mikrografting biji dibelah empat, meskipun mikrograftingnya berhasil dengan baik yang ditandai dengan munculnya trubus baru, namun dari bagian dasar biji seringkali juga tumbuh tunas baru. Hal ini menyebabkan energi pertumbuhan tidak sepenuhnya dapat ditujukan untuk perkembangan mikrografting.

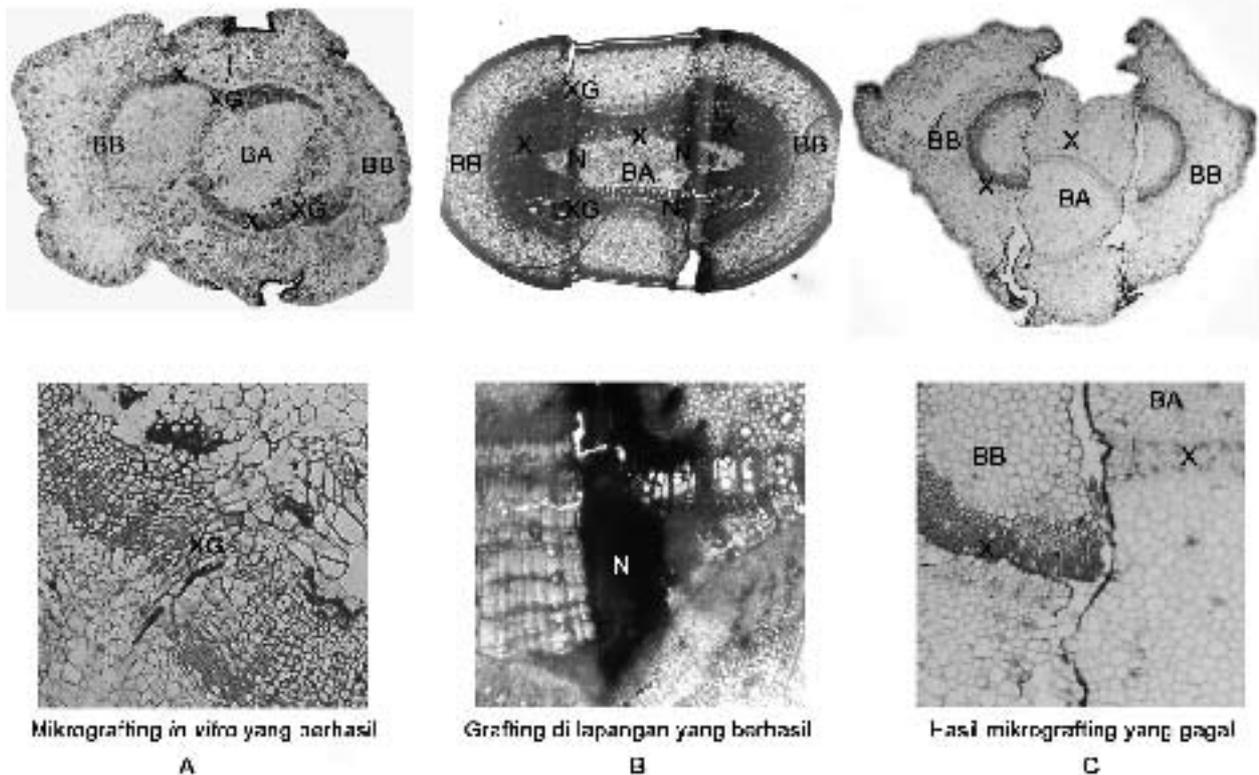
Tunas trubus memiliki persentase keberhasilan mikrografting dan panjang tunas yang lebih besar daripada tunas dorman. Hal ini mungkin disebabkan karena kandungan unsur hara yang terdapat pada tanaman yang sedang dalam fase trubus dan dorman. Rai (2004) menyatakan bahwa bibit manggis muda umur 2 tahun pada fase trubus memiliki kandungan hara N dan P daun yang nyata lebih tinggi daripada fase dorman. Pada fase trubus kandungan N dan P daun adalah 2.75% dan 0.21%, sedangkan pada fase dorman kandungan N dan P nya adalah 1.13% dan 0.08%.

Mikrografting *in vitro* memiliki laju kecepatan tumbuh yang lebih baik dibandingkan grafting pada umur penyambungan yang sama. Mikrografting *in vitro* pada 4 bulan setelah penyambungan menghasilkan daun baru 1.61 sampai 2.36 pasang (Tabel 1), atau sama dengan 2 sampai 3 kali mengalami trubus baru, sedangkan hasil grafting di lapangan hanya menghasilkan 1 pasang daun atau sama dengan 1 kali trubus baru (Sofiandi, 2006). Salah satu

sebab terjadinya stagnasi pertumbuhan bibit hasil grafting adalah karena batang bawah dan terutama batang atas sudah berumur lanjut, daya regenerasi selnya berkurang sehingga jumlah trubusnyapun berkurang akibat periode dormansi yang lebih panjang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hidayat *et al.* (2005), yang menyatakan bahwa periode dormansi terpendek (38 hari) terdapat pada tanaman manggis berumur 2 tahun (belum bercabang). Setelah manggis membentuk cabang, periode dorman menjadi dua kali lebih panjang (75 hari), bahkan pada tanaman manggis berumur 8 tahun, periode dorman tiga kali lebih panjang (132 hari). Dengan demikian semakin tua tanaman, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan periode dorman semakin panjang. Panjangnya periode dorman tersebut berpengaruh terhadap lamanya menyelesaikan satu periode pertumbuhan tunas (dari trubus awal satu ke trubus awal berikutnya).

Anatomi Jaringan

Hasil analisis jaringan menunjukkan bahwa terjadi kontak sambungan yang baik antara batang bawah dan batang atas, baik pada mikrografting *in vitro* maupun hasil grafting di lapangan (Gambar 1A dan 1B). Gambar penampang melintang bidang tautan batang atas dan batang bawah mikrografting *in vitro*, menunjukkan bahwa sambungan batang atas dan batang bawah sudah menyatu sempurna. Bekas sambungan antara batang bawah dan batang atas pada saat 4 bulan setelah sambungan sudah hampir tidak terlihat



Gambar 1. Penampang melintang bidang tautan sambungan pada mikrografting dan grafting di lapangan, 4 bulan setelah sambungan; A = penampang melintang bidang tautan batang hasil mikrografting yang berhasil; B = penampang melintang bidang tautan batang hasil grafting di lapangan yang berhasil; C = penampang melintang bidang tautan batang hasil mikrografting yang gagal; BA = batang atas; BB = batang bawah; X = xilem; XG = xilem gabungan; N = Nekrotik

lagi. Jaringan xilem antara batang atas dan batang bawah sudah menyatu sempurna menghasilkan xilem gabungan (Gambar 1A). Meskipun sudah terjadi pertautan batang atas dan batang bawah yang baik pada hasil grafting di lapangan sehingga dapat tumbuh trubus baru, namun hasil pertautan tersebut belum sepenuhnya sempurna, terlihat dengan masih adanya jaringan nekrotik diantara daerah sambungan (Gambar 1B). Proses mikrografting *in vitro* yang gagal, memperlihatkan anatomi sambungan yang tidak tepat. Jaringan xilem batang atas dan batang bawah tidak dapat bertemu sehingga tidak terjadi pertautan yang baik antara batang atas dan batang bawah (Gambar 1C), yang mengakibatkan terhambatnya suplai hara dari batang bawah ke batang atas.

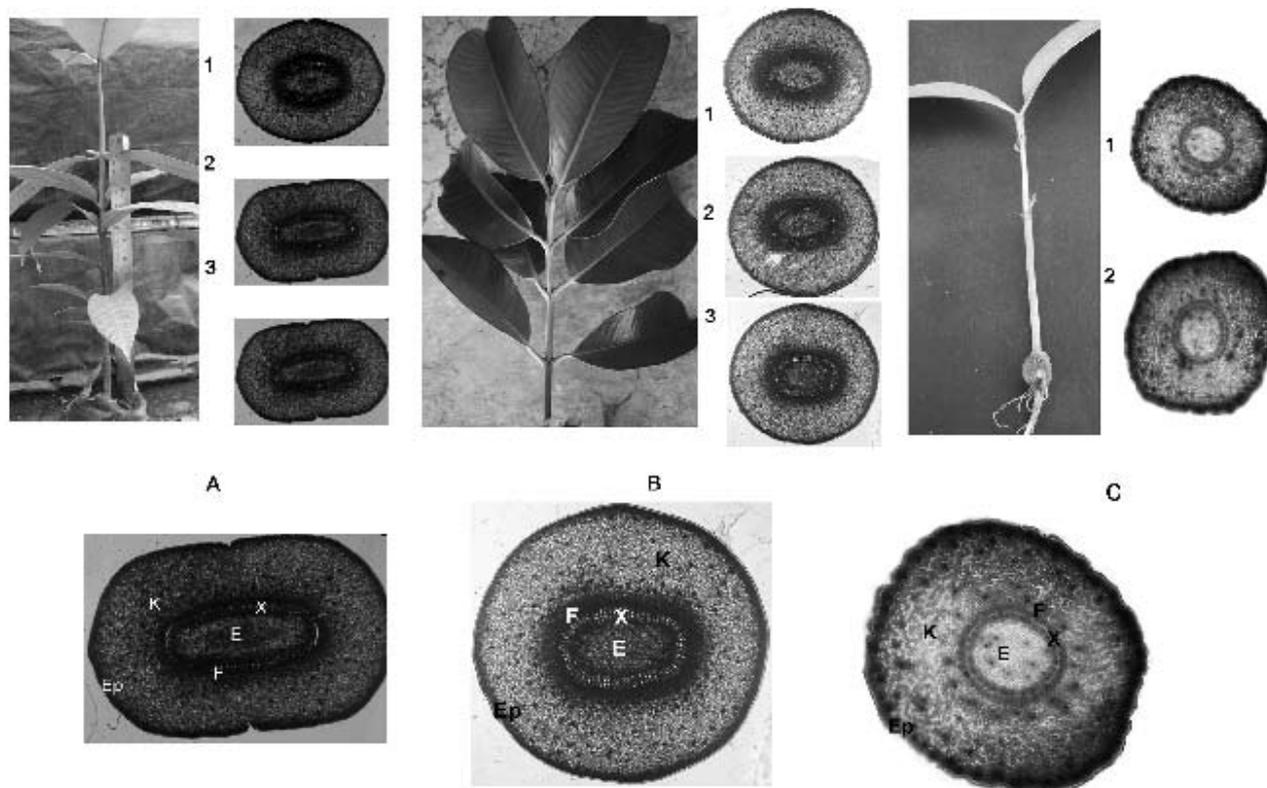
Pengamatan anatomi sambungan di lapangan menunjukkan bahwa posisi kesesuaian (*matching*) lingkaran jaringan pembuluh gabungan (*joint vascular bundle*) menjadi indikator keberhasilan sambungan (Tirtawinata, 2003). Hasil pengamatan anatomi yang diambil pada tiga posisi ruas batang manggis di lapangan (Gambar 2A dan 2B), menunjukkan ada dua bentuk lingkaran jaringan pembuluh pada batang bawah dan batang atas, yaitu berbentuk bulat dan oval dengan ukuran diameter batang dan jaringan pembuluh yang berbeda (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa posisi pengambilan tunas batang atas dan posisi pemotongan tunas batang bawah sangat mempengaruhi keberhasilan grafting dan seterusnya dapat mempengaruhi kesesuaian (*matching*) lingkaran jaringan pembuluh gabungan. Apabila lingkaran jaringan pembuluh batang atas dan batang bawah kurang sesuai maka mengakibatkan pertumbuhan selanjutnya

menjadi lambat, karena proses penggabungan sel-sel kedua batang terhambat, bahkan selanjutnya dapat mengakibatkan kegagalan proses grafting.

Hasil pengamatan anatomi batang manggis *in vitro* menunjukkan bahwa hanya ada satu bentuk lingkaran jaringan pembuluh pada batang bawah dan batang atas tunas *in vitro*, yaitu bulat (Gambar 2C) dengan ukuran yang relatif sama (Tabel 2). Hal ini akan sangat memudahkan terbentuknya penyatuan lingkaran jaringan pembuluh pada batang bawah dan batang atas, sehingga pertumbuhan selanjutnya bisa lebih baik.

Anatomi pertautan sambungan sangat erat kaitannya dengan masalah keserasian struktural antara batang atas dan batang bawah (Prawoto, 1987). Peristiwa pertama terbentuknya kombinasi yang serasi, adalah sel-sel dari kedua bagian tanaman saling melekat erat dan terbentuk hubungan langsung yang teratur pada jaringan kedua bagian tanaman. Pertautan yang lebih sempurna antara batang bawah dan batang atas mengakibatkan terjadinya keseimbangan antara karbohidrat dan nitrogen yang ada di bagian atas dan pada bagian bawah sambungan, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan sempurna (Sofiandi, 2006).

Estrada-Luna *et al.* (2002) menyatakan bahwa mekanisme terjadinya pertautan pada mikrografting *in vitro* sama dengan yang terjadi secara *in vivo*, yaitu terjadinya kontak kambium antara batang atas dan batang bawah. Bentuk dan ukuran lingkaran jaringan pembuluh yang sama pada batang bawah dan batang atas tunas *in vitro* memudahkan terjadinya kontak kambium dan seterusnya pertumbuhan tanamannya akan berlangsung dengan baik.



Gambar 2. Penampang melintang batang manggis asal biji pada tiga posisi sampel (A), cabang plagiotrop pada tiga posisi sampel (B), dan batang manggis *in vitro* (C). E = empulur; X = xilem; F = floem; K = korteks; Ep = epidermis

Tabel 2. Rataan ukuran diameter (panjang dan lebar) batang dan jaringan pembuluh batang

Jenis batang	Posisi	Diameter batang		Diameter jaringan pembuluh	
		Panjang	Lebar	Panjang	Lebar
..... mm					
Batang bibit asal biji	1	8.61	7.39	4.70	3.43
	2	8.65	7.23	4.66	3.31
	3	8.59	5.06	4.71	2.25
Cabang plagiotrop	1	7.01	6.67	3.84	2.53
	2	7.05	6.70	4.20	2.98
	3	7.45	7.00	3.69	2.68
Batang <i>in vitro</i> bawah		2.08	1.89	1.12	1.00
Batang <i>in vitro</i> atas		1.97	1.98	1.03	1.04

Keterangan: batang bibit asal biji dan plagiotrop posisi (1) = ¼ ruas cabang pertama; (2) = ruas kedua; (3) = 1¼ ruas cabang pertama. Batang *in vitro* atas = di atas 2.5 cm sampai mendekati tunas daun (yang biasa digunakan sebagai batang atas mikrografting); batang *in vitro* bawah = 2.0-2.5 cm dari pangkal batang (yang biasa digunakan untuk batang bawah mikrografting)

KESIMPULAN

Batang bawah berasal dari perkecambahan biji utuh menunjukkan keberhasilan mikrografting yang lebih baik pada semua peubah yang diamati, kecuali jumlah pasangan daun baru. Tunas trubus sebagai batang atas menunjukkan keberhasilan mikrografting yang lebih baik daripada tunas dorman, yaitu pada peubah persentase keberhasilan mikrografting dan panjang tunas. Hasil pengamatan anatomi jaringan (4 bulan setelah mikrografting), menunjukkan adanya penyatuan lingkaran jaringan pembuluh pada batang bawah dan batang atas yang sangat baik. Jaringan xilem antara batang atas dan batang bawah sudah menyatu sempurna menghasilkan xilem gabungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) Institut Pertanian Bogor, dan Kementerian Pertanian RI yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah KKP3T T.A. 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiri, M.E. 2006. *In vitro* techniques to study the shoot-tip grafting of *Prunus avium* L. (cherry) var. Seeyahe Mashad. J. Food Agric. Environ. 4:151-154.
- Can, C., M. Özaslan, H. Töremen, K. Sarpkaya, E. Iskender. 2006. *In vitro* micrografting of pistachio, *Pistacia vera* L. var. Siirt, on wild pistachio rootstocks. J. Cell Mol. Biol. 5:25-31.
- Estrada-Luna, A., C. Lopez-Peralpa, E. Cardenas-Soriano. 2002. *In vitro* micrografting and the histology of graft union formation of selected species of prickly pear cactus (*Opuntia* spp.). Scientia Horticulturae 92:317-327.
- Fauza, H., Murdaningsih, H. Karmana, N. Rostini, I. Mariska. 2003. Variabilitas genetik manggis hasil iradiasi Sinar gamma melalui analisis RAPD. Zuriat 14:59-67.
- Hidayat, R., A. Surkati, R. Poerwanto, L.K. Darusman, B.S. Purwoko. 2005. Kajian periode dormansi dan ritme pertumbuhan tunas dan akar tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.). Bul. Agron. 33:16-22.
- Lane, W.D., B. Bhagwat, J.D. Armstrong, S. Wahlgren. 2003. Apple micrografting protocol to establish transgenic clones on field ready rootstock. HortTechnology 13:641-646.
- Martinez-Ballesta, M.C.M., C.A. López, B. Muries, C.M. Cadenas, M. Carvajal. 2010. Physiological aspects of rootstock–scion interactions. Scientia Horticulturae 127:112-118.
- Moghadam, A.R.L., R.O. Ardebili, L. Rezaie. 2012. Effect of indole butyric acid on micrografting of cactus. Afr. J. Biotechnol. 11:6484-6493.
- Naz, A.A., M.J. Jaskani, H. Abbas, M. Qasim. 2007. *In vitro* studies on micrografting technique in two cultivars of citrus to produce virus free plants. Pak. J. Bot. 39: 1773-1778.
- Oiyama, I., N. Okudai. 1986. Production of colchicine-induced autotetraploid plants through micrografting in monoembryonic citrus cultivars. Jpn. J. Breed. 36:371-376.
- Onay, A., V. Pirinc, F. Adiyaman, C. Isikalan, E. Tilkat, D. Basaran. 2003. *In vivo* and *in vitro* micrografting of Pistachio, *Pistacia vera* L.cv."Siirt". Turk J. Biol. 27:95-100.

- Prawoto, A.A. 1987. Kajian okulasi pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*) III: Anatomi pertautan batang bawah dan batang atas. Pelita Perkebunan 3:23-30.
- Qosim, W., R. Poerwanto, G.A. Wattimena, Witjaksono. 2007. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap kapasitas regenerasi kalus nodular tanaman manggis. HAYATI J. Biosci. 14:140-144.
- Rai, I.N. 2004. Fisiologi pertumbuhan dan pembungaan tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) asal biji dan sambungan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Romeida, A. 2007. Respon berbagai tipe eksplan biji manggis (*Garcinia mangostana* L.) pada beberapa konsentrasi benzyl amino purin (BAP) terhadap pembentukan dan regenerasi polyembrioninya secara *in vitro*. J. Akta Agrosia 10:162-166.
- Singh, B., S. Sharma, G. Rani, V. Hallan, A.A. Zaidi, G.S. Virk, A. Nagpal. 2008. *In vitro* micrografting for production of Indian citrus ringspot virus (ICRSV)-free plants of kinnow mandarin (*Citrus nobilis* Lour x *C. deliciosa* Tenora). Plant Biotechnol. Rep. 2:137-143.
- Sofiandi. 2006. Perbaikan teknik grafting manggis (*Garcinia mangostana* L.). Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tirtawinata, M.R. 2003. Kajian anatomi dan fisiologi sambungan bibit manggis dengan beberapa kerabat Clusiaceae. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Toruan-Mathius, N., Lukman, A. Purwito. 2006. Teknik sambung mikro *in vitro* kina *Cinchona succirubra* dengan *C. ledgeriana*. Menara Perkebunan 74:63-75.
- Toruan-Mathius, N., Lukman, A. Purwito. 2007. Kompatibilitas sambung mikro *Cinchona ledgeriana* dengan *C. succirubra* berdasarkan anatomi dan elektroforesis SDS-PAGE protein daerah pertautan. Menara Perkebunan 75:56-69.