

Perubahan Kandungan Giberelin dan Gula Total pada Fase-Fase Perkembangan Bunga Manggis

Changes of Gibberellin and Total Sugar Content in Flower Developmental Stages of Mangosteen

I NYOMAN RAI^{1*}, ROEDHY POERWANTO², LATIFAH KOSIM DARUSMAN³
BAMBANG SAPTA PURWOKO²

¹Jurusan Budi Daya Pertanian, Faperta, Universitas Udayana, Denpasar, Bali 80232

²Departemen Budi Daya Pertanian, Faperta, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680

³Departemen Kimia, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Jalan Raya Pajajaran, Bogor 16144

Diterima 7 Maret 2005/Disetujui 10 Mei 2006

The objectives of this experiment were to study the changes of gibberellic acid and total sugar content in flower developmental stages of mangosteen. The result showed that flower development of mangosteen consisted of four stages: induction, differentiation, maturation of flower organs, and anthesis. Floral induction was microscopically characterized by the swelling of the basal structure of the new shoot. It was found that induction stage of mangosteen flowering was characterized by sharp decrease of gibberellic acid (GA_3 , GA_4 , GA_7) and increase of total sugar content of leaf. On the other hand, it was found that leaf of the non-flowering shoot apices had high gibberellic acid and low total sugar.

Key words: mangosteen, flowering, induction, gibberellic acid

PENDAHULUAN

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan buah segar terbanyak yang diekspor Indonesia, sehingga termasuk komoditas ekspor unggulan. Ekspor manggis Indonesia meningkat dari 4.743 ton tahun 1999 menjadi 8.176 ton tahun 2003 (www.deptan.go.id) dengan pasar Taiwan, Eropa, Hongkong, Timur Tengah, Singapura, dan Jepang. Pemenuhan permintaan ekspor menghadapi kendala karena masih rendahnya kuantitas, kualitas, dan kontinuitas produksinya.

Manggis merupakan tanaman yang berbuah musiman. Disamping itu, tanaman tersebut dikenal sangat lambat berbunga, sehingga memiliki masa tanaman belum menghasilkan (TBM) yang lama. Pembungaannya sering mengalami kendala karena memerlukan syarat khusus untuk dapat berbunga dan berbuah (Wieble *et al.* 1992). Selama masa berbunga tidak semua pucuk dapat terinduksi dan bertransisi dari fase vegetatif ke fase reproduktif, sehingga tidak seluruh pucuk menghasilkan bunga. Dengan kata lain, pada saat bersamaan ada pucuk berbunga dan pucuk tidak berbunga. Bunga umumnya muncul dari ranting-ranting pada bagian tengah pohon. Ranting-ranting yang muncul pada ujung cabang atau bagian atas pohon tidak berbunga, sehingga dari luar sulit terlihat munculnya buah pada pohon manggis.

Pada kebanyakan tanaman buah-buahan, induksi bunga erat kaitannya dengan kandungan giberelin (Krajewski & Rabe

1995; Koshita *et al.* 1999). Giberelin tinggi memacu pembelahan dan pemanjangan sel di apeks pucuk, terutama di bagian sel meristematik, sehingga memacu pertumbuhan vegetatif dan menghambat pembungaan (Turnbull *et al.* 1996). Krajewski dan Rabe (1995) mengemukakan bahwa kandungan giberelin tinggi menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman jeruk dominan, sehingga pembentukan calon bunga terhambat.

Induksi bunga dipengaruhi oleh kandungan gula di pucuk (Luis *et al.* 1995) dan kondisi nutrisi yang optimum bersamaan dengan perubahan-perubahan pada tunas pucuk (Hempel *et al.* 2000). Kandungan gula yang tinggi di pucuk diperlukan sebagai sumber energi awal bagi proses induksi bunga serta proses perkembangan daerah meristem dan bagian-bagian bunga (Cameron & Dennis 1986; Vemmos 1995).

Keberhasilan proses pembungaan dimulai setelah terjadi induksi bunga, diikuti proses diferensiasi, pendewasaan organ-organ bunga, anthesis, dan polinasi (Bernier *et al.* 1985). Manipulasi pembungaan tanaman manggis masih relatif sulit karena masih terbatasnya informasi tentang pembungaannya, seperti fase-fase perkembangan organ bunga dan kandungan zat-zat endogen yang menyebabkan bunga terinduksi atau tidak terinduksi.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi fase-fase perkembangan bunga manggis dan mempelajari perubahan kandungan giberelin dan gula total yang diduga kuat mempengaruhi pucuk terinduksi berbunga. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk meningkatkan keberhasilan pembungaan dan pengaturan pembungaan diluar musim.

*Penulis untuk korespondensi, Tel. +62-361-430238,
Fax. +62-361-229488, E-mail: inrai_fpunud@yahoo.com

BAHAN DAN METODE

Bahan Tanaman. Penelitian menggunakan tanaman manggis umur 10 tahun sebanyak 40 pohon, terpelihara dengan baik, mendapat pemupukan, dan pengendalian hama penyakit secara intensif. Penelitian meliputi dua tahap yaitu: (i) pengumpulan contoh pucuk di lapangan dan (ii) identifikasi fase-fase perkembangan bunga serta analisis kandungan giberelin dan gula total di laboratorium.

Pengumpulan Contoh. Pengambilan contoh dimulai saat pucuk berada pada periode akhir masa dormansi (daun berwarna hijau tua kebiru-biruan). Pada saat itu diperkirakan pucuk akan beralih ke fase reproduktif. Jenis contoh dibedakan atas contoh pucuk yang diduga akan berbunga (pucuk berbunga) dan contoh pucuk yang diduga tidak akan berbunga (pucuk tidak berbunga). Contoh pucuk berbunga diambil dari ranting-ranting yang posisi tumbuhnya pada 50% bagian tengah pohon/cabang secara vertikal. Contoh pucuk tidak berbunga diambil dari ranting-ranting yang posisi tumbuhnya pada 25% bagian atas pohon/cabang secara vertikal. Selang waktu pengambilan contoh adalah setiap dua hari sekali dari sejak akhir masa dormansi sampai tunas bunga muncul, selanjutnya setiap tiga hari sekali sampai dengan bunga mekar.

Contoh pucuk yang diambil dipisahkan menjadi: (i) bagian ujung pucuk tempat munculnya calon bunga digunakan untuk pengamatan mikroskopik fase-fase perkembangan bunga; (ii) daun terminal pucuk untuk analisis kandungan giberelin dan gula total; (iii) kulit di bawah ruas terakhir (panjang 4 cm dan lebar 1 cm) untuk pengamatan gula total kulit ranting. Kandungan giberelin, gula total daun, dan gula total kulit ranting hanya dianalisis pada empat titik perkembangan bunga yaitu yang mewakili fase sebelum induksi, induksi, diferensiasi, dan bunga mekar.

Pengamatan Mikroskopik Fase-Fase Perkembangan Bunga. Pengamatan dimulai dengan pemotongan jaringan contoh yang dibuat menjadi preparat awetan. Prosedur pembuatan preparat menggunakan metode parafin (Puslitbang Biologi-LIPI 1998). Jaringan diiris setebal 8 μm , diwarnai dengan safranin 2% dalam alkohol 50% dan *fast green* 1% dalam alkohol 95%. Pengamatan menggunakan mikroskop Nikon AFX II A yang dilengkapi kamera. Berdasarkan hasil identifikasi mikroskopik, diperoleh stadium-stadium perkembangan organ bunga, yang dikelompokkan menjadi fase sebelum induksi, induksi, diferensiasi, pendewasaan organ-organ bunga, dan bunga mekar seperti dikemukakan oleh Bernier *et al.* (1985).

Analisis Giberelin (GA_3 , GA_2 , GA_7). Analisis giberelin mengikuti metode Barendse (1987). Contoh daun dibawa ke laboratorium dengan kotak pendingin (*cooler box*) yang berisi es kering, kemudian dikeringkan dengan pengering beku (*freeze-dryer*). Setelah itu contoh ditumbuk halus, diekstraksi, kemudian dilakukan analisis GA. Analisis GA menggunakan HPLC dengan fase gerak metanol dan asam asetat (60:40) (v/v), fase diam (kolom) C-18, kecepatan alir fase gerak 1 ml/menit, tekanan saat injeksi 900 psi dan dideteksi dengan detektor

UV-VIS pada panjang gelombang 210 nm. Penghitungan kandungan GA dilakukan dengan rumus:

$$\text{Kandungan GA} = \frac{\text{Luas area contoh pada kromatogram}}{\text{Luas area standar}} \times \text{Konsentrasi standar}$$

Analisis Gula Total. Analisis gula total menggunakan metode Anthrone seperti dikemukakan oleh Apriantono *et al.* (1994). Contoh dengan bobot 0.2 g yang telah ditumbuk halus, ditambah 5 ml H_2O dan 20 ml etanol 80% panas lalu dikocok. Setelah disentrifugasi, supernatan diuapkan, lalu ditera menjadi 100 ml. Dari 100 ml tersebut lalu diambil 1 ml contoh, ditambah dengan 1 ml H_2O dan 5 ml *anthrone* 0.1% kemudian dipanaskan pada 100 $^\circ\text{C}$ selama 12 menit. Setelah dingin, kandungan gula total diukur dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 630 nm.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial terdiri atas dua faktor. Faktor pertama adalah jenis pucuk terdiri atas dua taraf: pucuk berbunga dan pucuk tidak berbunga. Faktor kedua adalah fase-fase perkembangan bunga terdiri atas empat taraf: sebelum induksi, induksi, diferensiasi, dan bunga mekar. Parameter kandungan giberelin, gula total daun, dan gula total kulit ranting dianalisis sidik ragam pada taraf uji 5%. Bila sidik ragam menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata, maka diuji lanjut dengan Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL

Fase-Fase Perkembangan Bunga. Hasil identifikasi perubahan anatomi secara mikroskopik menunjukkan pucuk yang tidak akan berbunga memiliki calon tunas baru yang tumbuh memanjang, lurus, dan tidak mengalami pembesaran serta pembengkakan pada bagian pangkal (Gambar 1a). Hal yang berbeda terlihat pada pucuk yang akan berbunga yaitu pangkal calon tunas baru tampak membesar dan membengkak (Gambar 1b). Hal ini merupakan tanda awal diferensiasi bunga atau tahap akhir stadium induksi.

Sejak terlihat pembengkakan pada pangkal calon tunas baru tersebut, perkembangan organ bunga manggis dapat dibedakan menjadi sembilan stadium berdasarkan perubahan-perubahan spesifik secara mikroskopik (Gambar 1b-j). Awal diferensiasi atau akhir induksi (stadium satu) dicirikan oleh pembesaran dan pembengkakan pada pangkal calon tunas baru, terjadi 40 hari sebelum bunga mekar (HSBM) (Gambar 1b). Pada perkembangan selanjutnya (stadium dua) yaitu empat hari setelah akhir induksi (HSI) atau 36 HSBM terbentuk primordia bunga berupa massa kompak berbentuk bulat panjang dengan diameter lebih kurang 0.2 mm pada sisi lebih pendek pada pangkal calon tunas tersebut (Gambar 1c). Empat hari kemudian (8 HSI atau 32 HSBM) primordia bunga berkembang menjadi tunas bunga (stadium tiga) dengan posisi duduk. Calon daun kelopak/sepal (*calyx*) sudah terbentuk (Gambar 1d). Pada stadium empat (12 HSI atau 28 HSBM) teramati primordia tajuk/daun mahkota/petal (*corolla*) tetapi

bagian-bagian bunga yang lain yaitu putik dan benang sari belum teramati (Gambar 1e). Bunga muncul pada stadium lima yaitu pada 16 HSI atau 24 HSBM (Gambar 1f). Pada saat itu terbentuk primordia putik dan primordia benang sari. Kejadian pada stadium lima ini menunjukkan sejak akhir induksi sampai bunga muncul diperlukan waktu 16 hari, selanjutnya bunga tersebut mekar penuh 24 hari kemudian.

Kepala putik terbentuk dengan jelas pada stadium enam (22 HSI atau 18 HSBM). Pada saat itu benang sari tampak mengalami pendewasaan lebih lanjut (Gambar 1g). Seluruh bagian bunga sudah berkembang sempurna dan teramati dengan jelas pada stadium tujuh (Gambar 1h) yaitu pada 28 HSI (12 HSBM). Segmen aril (*edible pulp*) telah mulai berkembang ketika bunga belum mekar (Gambar 1i) dan ini terjadi pada stadium delapan yaitu 34 HSI (6 HSBM). Bunga mekar penuh (Gambar 1j) terjadi pada stadium sembilan yaitu pada 40 HSI. Saat itu primordia bakal biji sudah terbentuk.

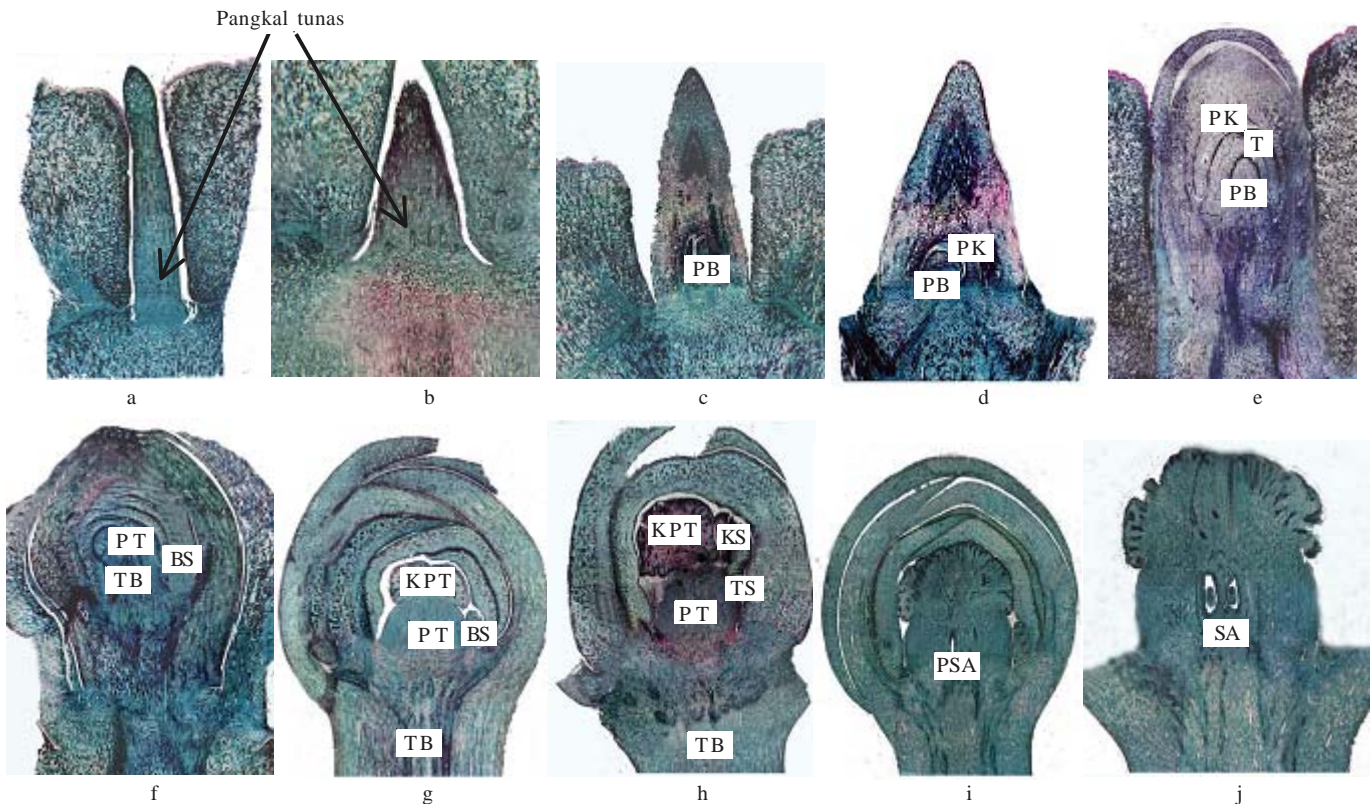
Kandungan Hormon Giberelin. Interaksi antara jenis pucuk dan fase-fase perkembangan bunga berpengaruh nyata ($P \leq 0.05$) terhadap kandungan giberelin (GA_3 , GA_5 , GA_7). Kandungan GA_3 , GA_5 , dan GA_7 pada pucuk berbunga sebelum induksi tinggi kemudian menurun nyata ($P \leq 0.05$) pada stadium induksi (Tabel 1). Sebelum induksi, kandungan GA_3 10.92 ng/g bobot kering daun kemudian menurun pada stadium induksi sebesar 76.37% menjadi 2.58 ng/g bobot kering daun.

Kandungan GA_5 sebelum induksi adalah 11.11 g/g bobot kering daun kemudian pada stadium induksi turun 72.99% menjadi 3.00 ng/g bobot kering daun. Kandungan GA_7

Tabel 1. Kandungan giberelin (GA_3 , GA_5 , GA_7) pucuk berbunga dan pucuk tidak berbunga pada fase-fase perkembangan bunga

Fase-fase perkembangan bunga	Jenis pucuk	
	Pucuk berbunga	Pucuk tidak berbunga
	GA_3 (ng/g berat kering)	
Sebelum induksi	10.92b	18.19a
Induksi	2.58d	15.81a
Diferensiasi	2.93d	6.29c
Mekar	2.61d	7.09c
	GA_5 (ng/g berat kering)	
Sebelum induksi	11.11b	18.40a
Induksi	3.00e	7.64c
Diferensiasi	3.89de	5.83cd
Mekar	3.54de	6.76c
	GA_7 (ng/g berat kering)	
Sebelum induksi	23.13a	19.49ab
Induksi	5.49c	21.42a
Diferensiasi	7.26c	23.70a
Mekar	5.65c	16.48b

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing jenis giberelin menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%. Pengumpulan contoh untuk setiap fase perkembangan bunga dilakukan bersamaan untuk pucuk berbunga dan tidak berbunga



Gambar 1. Sayatan memanjang pucuk bunga manggis. 1a-j; perbesaran 16 kali. a. sayatan memanjang tunas pucuk tidak berbunga, pangkalnya tidak membesar dan tidak membengkak; b. stadium satu, tunas telah terinduksi, pangkalnya membesar dan membengkak; c. stadium dua, primordia bunga (PB) terbentuk pada pangkal tunas yang membesar dan membengkak; d. stadium tiga, primordia bunga (PB) tampak lebih jelas dengan posisi duduk dikelilingi primordia kelopak (PK); e. stadium empat, terbentuk primordia tajuk (T) di bagian dalam primordia kelopak (PK); f. stadium lima, primordia putik (PT) dan primordia benang sari (BS) teramati, tangkai bunga (TB) memanjang; g. stadium enam, perkembangan lanjut benang sari (BS) dan kepala putik (KPT); h. stadium tujuh, benang sari tumbuh memanjang, tangkai sari (TS) dan kepala sari (KS) tampak jelas; i. stadium delapan, primordia segmen aril (PSA) sudah terbentuk saat bunga belum mekar; dan j. stadium sembilan, bunga mekar penuh, tampak segmen aril (SA) dengan bakal biji.

Tabel 2. Kandungan gula total daun dan gula total kulit ranting pada fase-fase perkembangan bunga tanaman manggis

Fase-fase perkembangan bunga	Jenis pucuk	
	Pucuk berbunga	Pucuk tidak berbunga
	Gula total daun (mg/g)	
Sebelum induksi	20.93f	26.59e
Induksi	54.60a	31.54d
Diferensiasi	48.99b	35.32cd
Mekar	49.92b	38.57c
	Gula total kulit ranting (mg/g)	
Sebelum induksi	10.82de	10.54e
Induksi	13.60cd	15.35c
Diferensiasi	13.45cd	23.53b
Mekar	13.55cd	31.69a

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada tiap parameter yang diamati menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%. Pengumpulan contoh untuk setiap fase perkembangan bunga dilakukan bersamaan untuk pucuk berbunga dan tidak berbunga

turun 76.26% dari 23.13 ng/g bobot kering daun pada stadium sebelum induksi menjadi 5.49 ng/g bobot kering daun pada stadium induksi. Pada stadium diferensiasi dan bunga mekar, kandungan ketiga hormon tersebut relatif sama seperti pada stadium induksi dan nyata ($P \leq 0.05$) lebih rendah dibandingkan dengan sebelum induksi. Pada pucuk tidak berbunga, hanya kandungan GA_5 yang menurun nyata ($P \leq 0.05$) pada stadium induksi, sedangkan GA_3 dan GA_7 kandungannya tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan sebelum induksi.

Kandungan Gula Total. Interaksi antara jenis pucuk dan fase-fase perkembangan bunga berpengaruh nyata ($P \leq 0.05$) terhadap kandungan gula total daun dan kandungan gula total kulit ranting. Kandungan gula total daun pucuk berbunga lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan gula total daun pucuk tidak berbunga pada fase induksi, diferensiasi, dan bunga mekar. Pada stadium induksi terjadi peningkatan kandungan gula total daun dibandingkan dengan sebelum induksi. Pada pucuk berbunga peningkatan kandungan gula total daun pada stadium induksi sangat tajam yaitu 160.87%, sedangkan pada pucuk tidak berbunga peningkatannya hanya 18.62%. Setelah induksi kandungan gula total pada pucuk berbunga menurun kembali, sedangkan pada pucuk tidak berbunga kandungan gula total meningkat (Tabel 2).

Pucuk berbunga memiliki kandungan gula total kulit ranting pada stadium diferensiasi dan bunga mekar lebih rendah dibandingkan dengan pucuk tidak berbunga. Kandungan gula total kulit ranting pucuk berbunga tetap rendah dan tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dari sebelum induksi sampai stadium bunga mekar, sedangkan pada pucuk tidak berbunga kandungan gula totalnya semakin nyata meningkat ($P \geq 0.05$) (Tabel 2).

PEMBAHASAN

Rataan curah hujan bulanan di tempat penelitian adalah 175.4 mm, dengan curah hujan pada saat menjelang berbunga (bulan Juli dan Agustus) sangat rendah yaitu berturut-turut 18 dan 23 mm. Kondisi lingkungan dengan curah hujan rendah pada bulan Juli dan Agustus mendorong tanaman dapat

berbunga dengan baik dan serempak pada bulan September. Hal ini sesuai dengan pendapat Poerwanto *et al.* (1997) bahwa di Indonesia induksi bunga pada tanaman buah-buahan terjadi secara alamiah pada musim kemarau, karena mengalami stres air.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopik tampak bahwa pembungaan merupakan suatu proses yang kompleks yaitu berkaitan dengan perubahan struktur yang mendasar pada meristem pucuk. Perubahan dari apeks vegetatif menjadi apeks generatif berlangsung secara bertahap. Setelah mencapai perkembangan reproduktif, meristem apeks pucuk berhenti menghasilkan daun dan mulai menghasilkan bagian-bagian bunga menurut urutan yang khas bergantung pada spesies (Estiti 2001). Pada tanaman manggis, setelah terjadi induksi, daerah meristem melanjutkan pembelahan sel dan proses morfogenesisnya terbentuk secara berurutan mulai dari daun kelopak, daun mahkota, kemudian diikuti secara bersamaan oleh putik dan benang sari. Daun kelopak dan daun mahkota telah tampak secara mikroskopik ketika calon tunas bunga masih dalam ketiak daun atau bunga belum muncul, sedangkan putik dan benang sari baru teramati setelah bunga muncul.

Akhir stadium induksi atau awal stadium diferensiasi (stadium satu) yang ditandai dengan membesar dan membengkaknya pangkal calon tunas baru pada manggis berbeda dengan yang terjadi pada jeruk (Bernier *et al.* 1985), tomat dan bunga wawar (Kinet *et al.* 1985). Secara mikroskopik, kubah apikal datar merupakan ciri proses awal tunas telah berubah dari vegetatif ke reproduktif. Setelah stadium induksi terlewati, perkembangan organ bunga manggis dari stadium dua sampai lima dapat dikelompokkan sebagai stadium diferensiasi sesuai dengan yang dilaporkan oleh Bernier *et al.* (1985). Selama stadium diferensiasi, primordia bunga terlihat secara mikroskopik, primordia daun kelopak dan daun mahkota muncul diikuti dengan perkembangan yang belum sempurna dari benang sari dan putik. Perkembangan bunga dari stadium enam sampai delapan (bunga muncul pada ujung pucuk sampai sebelum bunga mekar penuh) dapat dikelompokkan sebagai stadium pendewasaan bagian-bagian bunga. Hal itu sesuai dengan yang dilaporkan oleh Bernier *et al.* (1985) bahwa pada stadium pendewasaan organ-organ bunga, secara mikroskopik daun kelopak, daun mahkota, putik, dan benang sari terlihat perkembangannya. Stadium sembilan adalah stadium bunga mekar.

Berdasarkan sembilan stadium perkembangan bunga yang teridentifikasi melalui perubahan-perubahan spesifik secara mikroskopik, perkembangan bunga manggis dapat dikelompokkan menjadi empat fase, yaitu: (i) induksi, secara mikroskopik dan visual pucuk belum mengalami perubahan; (ii) diferensiasi, secara mikroskopik mulai sejak pangkal tunas baru membesar dan membengkak sampai terbentuknya daun kelopak, daun mahkota serta primordia putik dan primordia benang sari, secara visual tunas bunga muncul pada ujung pucuk; (iii) pendewasaan organ-organ bunga, secara mikroskopik terjadi perkembangan lebih lanjut dan pendewasaan daun kelopak, daun mahkota, putik, dan benang sari, secara visual mulai dari bunga muncul sampai sebelum

bunga mekar; dan (iv) bunga mekar, secara mikroskopik ditandai oleh terbentuknya primordia bakal biji, secara visual perhiasan bunga terbuka.

Perubahan anatomi pucuk secara mikroskopik selama fase-fase perkembangan bunga disertai dengan perubahan kandungan zat-zat endogen. Hal itu ditunjukkan oleh perubahan kandungan giberelin, gula total daun, dan gula total kulit ranting. Penurunan kandungan giberelin yang tajam pada stadium induksi, menunjukkan bahwa konsentrasi giberelin rendah merupakan tanda atau sinyal untuk berlangsungnya proses pembungaan pada tanaman manggis. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Clemens *et al.* (1996) bahwa giberelin tinggi menghambat pembungaan karena fungsi giberelin dalam memacu pembelahan dan pemanjangan sel di apeks pucuk menyebabkan pertumbuhan vegetatif terpacu. Turunnya kandungan giberelin sehingga merangsang pembungaan dilaporkan terjadi pada banyak tanaman lain, seperti jeruk satsuma (Poerwanto & Inoe 1990), jeruk siam (Krajewski & Rabe 1995; Koshita *et al.* 1999), apel (Dennis & Neilsen 1999), leci (Chaitrakulsub *et al.* 1992), dan bunga mawar (Farooqi *et al.* 1994).

Pentingnya peranan giberelin dalam merangsang pembungaan manggis dapat pula dilihat dari perbedaan perubahan kandungan hormon tersebut pada pucuk berbunga dan pucuk tidak berbunga. Kandungan GA_3 , GA_5 , dan GA_7 pada pucuk tidak berbunga lebih tinggi dibandingkan dengan pucuk berbunga. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi giberelin yang lebih rendah berhubungan dengan terjadinya induksi bunga. Kandungan giberelin pada pucuk berbunga tetap rendah setelah stadium induksi terlewati. Pada saat yang sama, kandungan giberelin tinggi pada pucuk tidak berbunga yang menunjukkan pucuk yang sudah terinduksi tidak akan beralih ke fase vegetatif, tetapi terus memasuki stadium berbunga. Kandungan GA_3 , GA_5 , dan GA_7 yang tinggi pada pucuk tidak berbunga "pada stadium induksi" mengandung arti bahwa pucuk tidak berbunga tersebut tidak menunjukkan tanda-tanda awal untuk memasuki fase generatif.

Proses pembungaan manggis dipengaruhi juga oleh kandungan gula total daun dan gula total kulit ranting. Pada saat terjadi induksi bunga, gula total di pucuk meningkat dan peningkatan yang lebih besar terjadi pada pucuk-pucuk yang akan menginduksi bunga. Kandungan gula total pucuk tidak berbunga tidak meningkat tajam, sehingga tidak mampu menginduksi bunga. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Cameron dan Dennis (1986) dan Vemmos (1995) bahwa kandungan gula yang tinggi di pucuk diperlukan sebagai sumber energi awal bagi proses induksi bunga, serta proses perkembangan daerah meristem dan bagian-bagian bunga. Keberhasilan tanaman menginduksi bunga berkorelasi dengan meningkatnya gula di pucuk dilaporkan terjadi juga pada jeruk satsuma mandarin (Luis *et al.* 1995), lengkung (Prawitasari *et al.* 2002), dan apel (Schechter *et al.* 1994).

Kandungan gula total kulit ranting pucuk berbunga tetap rendah dan tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dari sebelum induksi sampai bunga mekar, sedangkan pada pucuk tidak berbunga kandungannya semakin meningkat dengan peningkatan nyata ($P \leq 0.05$). Hal tersebut menunjukkan pada hasil fotosintesis

pucuk berbunga (*current photosynthesis*) digunakan untuk mendukung proses perkembangan bunga. Pada pucuk tidak berbunga, karena fotosintatnya tidak digunakan untuk perkembangan bunga, maka sebagian disimpan pada berbagai organ penyimpanan, termasuk di kulit ranting, sehingga kandungan gula di kulit ranting meningkat terus dari sebelum induksi hingga bunga mekar.

Berdasarkan hasil penelitian ini, pembungaan pada manggis membutuhkan kondisi kandungan giberelin rendah dan gula total tinggi. Oleh karena itu, untuk memacu pembungaan tanaman manggis dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan-perlakuan untuk menurunkan produksi giberelin dan meningkatkan akumulasi gula total. Upaya merangsang pembungaan untuk menurunkan kandungan giberelin dapat dilakukan dengan pemberian paklobutrazol. Hal tersebut antara lain telah berhasil pada jeruk siam (Poerwanto & Susanto 1996) dan mangga Gadung (Poerwanto *et al.* 1997). Upaya memacu pembungaan untuk meningkatkan akumulasi gula total dapat dilakukan dengan *girdling* (mengerat pangkal batang) dan *strangulasi* (melilit batang atau cabang dengan kawat). Perlakuan mengerat pangkal batang telah berhasil memacu pembungaan mangga (Nunes *et al.* 1996) dan jeruk Satsuma (Peng & Rabe 1996). Perlakuan melilit batang atau cabang dengan kawat telah berhasil memacu pembungaan pada jeruk Pummelo (Yamanishi *et al.* 1994; Yamanishi 1995).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Proyek Riset Unggulan Strategis Nasional (Rusnas) Buah tahun anggaran 2002/2003. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia dan Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika-Lembaga Penelitian, Institut Pertanian Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyanto S. 1994. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Barendse GWM. 1987. High performance liquid chromatography of gibberellins. Di dalam: Linskens HF, Jackson JF (ed). *High Performance Liquid Chromatography in Plant Sciences*. London: Springer-Verlag. hlm 18-40.
- Bernier GB, Kinet JM, Sachs RM. 1985. *The Physiology of Flowering: Transition to Reproductive Growth*. Vol II. Florida: CRC Pr.
- Cameron JS, Dennis FG. 1986. The carbohydrate-nitrogen relationship and flowering/fruitletting: Kraus and Kraybill revisited. *Hort Sci* 21:1099-1102.
- Chaitrakulsub S, Subhadrabandhu S, Powsung T, Ogata, Gemma RH. 1992. Effect of paclobutrazol on vegetative growth, flowering, fruit-set, fruit drop, fruit quality and yield of lychee cv. Hong Huay. *Acta Hort* 321:291-299.
- Clemens J, Jameson PE, Bannister P, Pharis RP. 1996. Gibberellins and bud break, vegetative shoot growth and flowering in *Metrosideros collina* cv. Tahiti. *Plant Growth Reg* 16:161-171.
- Dennis FG, Neilsen JC. 1999. Physiological factors affecting biennial bearing in tree fruit: the role of seeds in apple. *Hort Technol* 9:317-322.
- Estiti BH. 2001. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: ITB Bandung

- Farooqi AH, Shukla YN, Sharma S, Bansal RP. 1994. Relationship between gibberellin and cytokinin activity and flowering in *Rosa damascena* Mill. *Plant Growth Reg* 14:109-113.
- Hempel FD, Welch DR, Feldman LJ. 2000. Floral induction and determination: where is flowering controlled? *Trends Plant Sci* 5:17-21.
- Kinet JM, Sachs RM, Bernier G. 1985. *The Physiology of Flowering: The Development of Flowers*. Vol III. Florida: CRC Pr.
- Koshita Y, Takahara T, Ogata T, Goto A. 1999. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GA₃) in leaves and flower bud formation of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Sci Hort* 79:185-194.
- Krajewski AJ, Rabe E. 1995. Citrus flowering: a critical evaluation. *J Hort Sci* 70:357-374.
- Luis AG, Fornes F, Guardiola JL. 1995. Leaf carbohydrate and flower formation in citrus. *J Amer Soc Hort Sci* 120:222-227.
- Nunes R, Davenport TL, Caldeira ML. 1996. Control of bud morphogenesis in mango (*Mangifera indica* L.) by girdling, defoliation and temperature modification. *J Hort Sci* 71:25-39.
- Peng YH, Rabe E. 1996. Effect of summer trunk girdling on fruit quality, maturation, yield, fruit size and tree performance in "Mihowase" satsumas. *J Hort Sci* 71:581-589.
- Poerwanto R, Effendi D, Haryadi SS. 1997. Pengaturan pembungaan mangga Gadung 21 di luar musim dengan paklobutrazol dan zat pemecah dormansi. *Hayati* 4:41-46.
- Poerwanto R, Inoe H. 1990. Effects of air and soil temperature in autumn on flower induction and physiological responses of Satsuma Mandarin. *J Japan Soc Hort Sci* 59:207-214.
- Poerwanto R, Susanto S. 1996. Pengaturan pembungaan dan pembuahan jeruk siam (*Citrus reticulata* Blanco) dengan paklobutrazol dan zat pemecah dormansi. *J Inter Pert Indones* 6:39-44.
- Prawitasari T, Guharja E, Darusman LK, Harran S, Poerwanto R. 2002. Perkembangan struktur meristem reproduktif pada proses pembungaan tanaman lengkeng. *Hayati* 9:119-124.
- Puslitbang Biologi-LIPI. 1998. *Teknik Pembuatan Preparat Permanen Tumbuhan*. Bogor: Laboratorium Anatomi dan Sitologi, Balitbang Botani, Puslitbang Biologi-LIPI.
- Schechter I, Proctor JTA, Elfving DC. 1994. Apple fruit removal and limb girdling affect fruit and leaf characteristics. *J Amer Soc Hort Sci* 119:157-162.
- Turnbull CGN, Anderson KL, Winston EC. 1996. Influence of gibberellin treatment on flowering and fruiting patterns in mango. *Aust J Agric* 36:603-611.
- Vemmos N. 1995. Carbohydrate changes in flowers, leaves, shoots and spurs of "Cox's Orange Pippin" apple during flowering and fruit setting periods. *J Hort Sci* 70:889-900.
- Wieble J, Chacko EK, Downton WJS. 1992. Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) a potential crop for tropical Northern Australia. *Acta Hort* 321:132-137.
- Yamanishi OK. 1995. Trunk strangulation and winter heating effects on carbohydrate levels and its relation with flowering, fruiting and yield of "Tosa Buntan" pummelo grown in a plastic house. *J Hort Sci* 70:85-95.
- Yamanishi OK, Nakajima Y, Hasegawa K. 1994. Effect of strangulation date on reproductive phase of young pummelo trees grown in a plastic house. *Japan J Trop Agr* 38:269-280.