

**STUDI MORFOLOGI DAN ANATOMI PERKEMBANGAN BUAH DAN KAITANNYA TERHADAP INSIDEN GETAH KUNING PADA MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.)**

**MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL STUDIES OF FRUIT DEVELOPMENT RELATED TO THE INCIDENCE OF YELLOW LATEX IN MANGOSTEEN (*Garcinia mangostana* L.)**

**Dorly<sup>1</sup>, Soekisman Tjitrosemito<sup>1</sup>, Roedhy Poerwanto<sup>2\*</sup>, and Darda Efendi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bogor Agricultural University, Darmaga Campus, Bogor 16680, Indonesia

<sup>2</sup> Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University, Darmaga Campus, Bogor 16680, Indonesia

\*Corresponding author. Tel: +62-0251-326881; Fax: +62-0251-326881.

E-mail address: [roedhy8@yahoo.co.id](mailto:roedhy8@yahoo.co.id)

**ABSTRACT**

*Yellow latex is the main problem in mangosteen agribusiness because it is a factor that lowers fruit quality. Yellow latex spots found on the outer part of the fruit and aril were exuded because of damage of the yellow latex secretory ducts in the pericarp. It has not been possible to prove the cause of yellow latex secretory duct damage as it was assumed to be related to the mechanical pressure during fruit development.*

*The objectives of this research were to study the growth and development pattern of mangosteen fruit based on the morphological and anatomical properties on a Leuwiliang mangosteen population related to the incidence of yellow latex in the aril).*

*Mangosteen fruit growth curve based on transversal and longitudinal diameters was hyperbolic curve. The fruits grew rapidly in the first six weeks along with the fruit anatomical development on the number and the size of the exo-, meso- and endocarp layers parameters.*

*At the tenth week rate of fruit parameter growth decreased, followed by the slowing down of the aril growth yet the rapid growth of the seed so that there was mechanical pressure due to the growth from the inner part to the outer part of the fruit, and it was assumed to cause damages of the yellow latex secretory ducts in the pericarp.*

*Key words: mangosteen, yellow latex, aril, fruit development, hyperbolic curve.*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Penelitian perkembangan morfologi buah manggis sudah pernah dilakukan oleh Kartika (2004). Pada penelitian tersebut dilaporkan bahwa diameter buah manggis di Leuwiliang memiliki pola pertumbuhan sigmoid ganda, sedangkan buah manggis yang berada di Taman Buah Mekar Sari menunjukkan pola pertumbuhan sigmoid tunggal. Pertumbuhan buah di Leuwiliang cukup bervariasi, pertumbuhan buah cukup pesat sejak minggu ke dua sampai minggu ketiga setelah anthesis, kemudian pertumbuhannya melambat sampai melewati umur 50 HSA, setelah itu pertumbuhan menjadi pesat kembali sampai tiba masa panen. Pertumbuhan buah di Mekar Sari menunjukkan pertumbuhan yang cepat pada umur 0-70 HSA, dan selama masa ini buah mengalami perbesaran dan peningkatan jumlah selnya. Kemudian pertumbuhannya menjadi lambat kembali sekitar tiga minggu menjelang panen, karena buah sedang dalam proses pematangan, sedangkan pertumbuhan dan perbesaran sel sudah tidak terjadi lagi pada masa tersebut.

Pola pertumbuhan buah, diferensiasi jaringan dan perubahan fisiologi antara satu spesies dengan spesies yang lain sangat bervariasi. Studi perkembangan buah cherry (*Prunus ceracus* L.) yang dilakukan oleh Tukey dan Young (1939) menunjukkan pola pertumbuhan berupa kurva sigmoid ganda. Dari hasil studi tersebut dilaporkan bahwa dijumpai tiga karakteristik periode perkembangan buah yaitu, tahap I diawali saat bunga mulai mekar selama 20 hingga 22 hari; tahap II periode pertengahan yang perkembangannya lambat selama 12 hingga 16 hari; dan tahap III periode perkembangan cepat hingga pematangan buah yang memerlukan 21 hingga 23 hari. Perubahan ukuran pada buah selama tiga tahapan perkembangan terlihat pada studi ini oleh akibat pembelahan sel dan perbesaran sel dalam proporsi yang bervariasi pada jaringan berbeda pada waktu yang berbeda. Pola pertumbuhan pada buah persik menurut Blake dalam Tukey dan Young (1939), terdiri atas tiga periode pertumbuhan dengan kurva sigmoid ganda. Periode pertama adalah pada saat pertumbuhan buah cepat setelah antesis ditandai dengan meningkatnya volume endokarp paling pesat. Periode kedua dijumpai perkembangan buah yang lambat. Pada periode ketiga, pertumbuhan kembali pesat sampai masa panen.

Kuncup bunga manggis muncul di ujung ranting. Kuncup bunga memerlukan waktu kurang lebih 40 hari sampai bunga mekar (antesis) dan buah akan matang sekitar 100-120 hari setelah antesis (Rai *et al.*, 2006; Verheij, 1992).

Getah kuning merupakan eksudat yang dapat mengotori bagian kulit luar buah maupun daging buah (aril) manggis (Dorly *et al.*, 2008). Menurut Dorly *et al.* (2008), getah kuning di hasilkan di dalam saluran getah yang berbentuk kanal bercabang dikelilingi oleh sel epitel yang khas dan keluarnya getah kuning mengotori aril disebabkan oleh rusaknya dinding sel epitel penyusun saluran sekretori getah kuning pada endokarp buah. Getah kuning mulai mengotori aril sejak buah berumur sekitar 14 minggu setelah bunga mekar (antesis). Hal ini diduga berkaitan dengan fase pembesaran ukuran sel-sel penyusun jaringan di dalam perkembangan buah. Diduga pada saat pembesaran sel-sel penyusun jaringan buah terjadi desakan semasa perkembangan buah sehingga menyebabkan pecahnya saluran getah kuning pada bagian endokarp buah. Oleh karena itu untuk membuktikan dugaan tersebut perlu dilakukan studi morfologi dan anatomi perkembangan buah terkait dengan munculnya getah kuning di aril buah.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian berlangsung dari bulan Agustus 2006 hingga Maret 2007. Pengambilan sampel buah di lapang dilakukan di sentra produksi manggis di kampung Cengal, Desa Karacak, Kecamatan Leuwiliang, Kabupaten Bogor. Pengamatan morfologi buah dilakukan di Lab. Anatomi dan Morfologi Tumbuhan, Departemen Biologi - IPB.

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian anatomi buah adalah pohon manggis yang sudah berproduksi. Buah diambil dari pohon yang telah berumur 30 tahun. Bahan penunjang yang digunakan adalah bahan kimia untuk pembuatan sediaan mikroskopis antara lain parafin, tertier butil alkohol, safranin dan fast green. Peralatan yang digunakan adalah jangka sorong, penggaris, *cutter*, oven, mikrotom dan mikroskop.

### **Metode Penelitian**

#### **1. Pengamatan Morfologi Buah manggis**

**Pengambilan Sampel.** Studi pertumbuhan buah dan anatomi buah dilakukan pada buah muda hingga buah dewasa. Sebanyak 5 buah/pohon diambil secara acak dengan ulangan 3 pohon untuk pengamatan rutin setiap minggu sehingga total terdiri dari 15 buah yang dipanen, dimulai 1 minggu setelah antesis sampai 16 minggu setelah antesis (MSA). Selama pertumbuhan buah terdapat enam belas kali pengambilan sampel yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, dan 16 MSA.

Untuk memperoleh buah dengan kriteria umur tersebut, dilakukan pelabelan pada bunga yang telah mekar yang digunakan sebagai ciri dari saat antesis terjadi. Buah manggis yang telah dilabel kemudian dipanen sesuai dengan umur pengambilan sampel sehingga pengamatan perkembangan buah tidak dilakukan pada buah yang sama.

## 2. Studi Anatomi Sediaan Mikroskopis Buah

Sampel buah sebanyak 3 buah yang diambil secara acak juga diamati struktur anatomi buah. Pengamatan anatomi dilakukan terhadap sediaan mikroskopis yang dibuat dengan metode parafin (Johansen, 1940).

Sediaan irisan transversal buah manggis 7 hingga 112 HSA dibuat dengan metode parafin. Buah difiksasi di dalam larutan FAA (5 ml formalin, 5 ml asam asetat glasial, 90 ml alkohol 50%). Selanjutnya dilakukan dehidrasi dan *embedding* mengikuti metode Johansen (1940). Selanjutnya sampel yang ada di dalam blok dilunakkan dengan merendam di dalam larutan Gifford. Sampel diiris dengan ketebalan 10  $\mu$ m dengan menggunakan mikrotom putar dan diwarnai dengan pewarnaan rangkap dua safranin 1% dan fastgreen 0.5%. Preparat yang telah diwarnai ditetesi entelan kemudian ditutup dengan gelas penutup dan diamati di bawah mikroskop.

## 3. Peubah Pengamatan

Pengamatan perkembangan morfologi dan anatomi buah dilakukan setelah buah dipanen. Peubah yang diamati adalah:

- Perkembangan diameter transversal dan longitudinal buah diukur dengan jangka sorong mulai dari umur 1 hingga 16 MSA
- Ketebalan perikarp buah diukur dengan penggaris mulai dari umur 1 hingga 16 MSA.
- Tebal aril dan biji pada sektor yang paling berkembang pada sayatan melintang buah diukur dengan penggaris mulai dari umur 1 hingga 16 MSA.
- Tebal biji yang paling berkembang pada sayatan melintang buah diukur dengan penggaris mulai dari umur 1 hingga 16 MSA.
- Jumlah lapisan dan ukuran sel-sel penyusun jaringan eksokarp, mesokarp, endokarp dan aril buah diamati mulai dari umur 1 hingga 16 MSA. Pengukuran dilakukan secara acak terhadap 5 sel pada 5 ulangan bidang pandang dengan 3 ulangan buah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kurva Pertumbuhan Buah Manggis.

Dari data yang diperoleh, dijumpai bahwa kurva hiperbola dapat dipakai untuk menggambarkan pertumbuhan buah berdasarkan diameter transversal dan longitudinal (Gambar 1A dan 1B). Hal ini berbeda dengan penelitian perkembangan morfologi buah manggis yang dilakukan oleh Kartika (2004). Pada penelitian tersebut dilaporkan bahwa diameter buah manggis di Leuwiliang memiliki pola pertumbuhan sigmoid ganda, sedangkan buah manggis yang berada di Taman Buah Mekar Sari menunjukkan pola pertumbuhan sigmoid tunggal. Demikian juga berbeda

dengan yang dilaporkan oleh Ognjanov *et al.*, (1995); Tukey dan Young, (1939); Ryugo (1988) yaitu kurva pertumbuhan sigmoid ganda dijumpai pada buah peach, cherry dan fig (Esau, 1974).

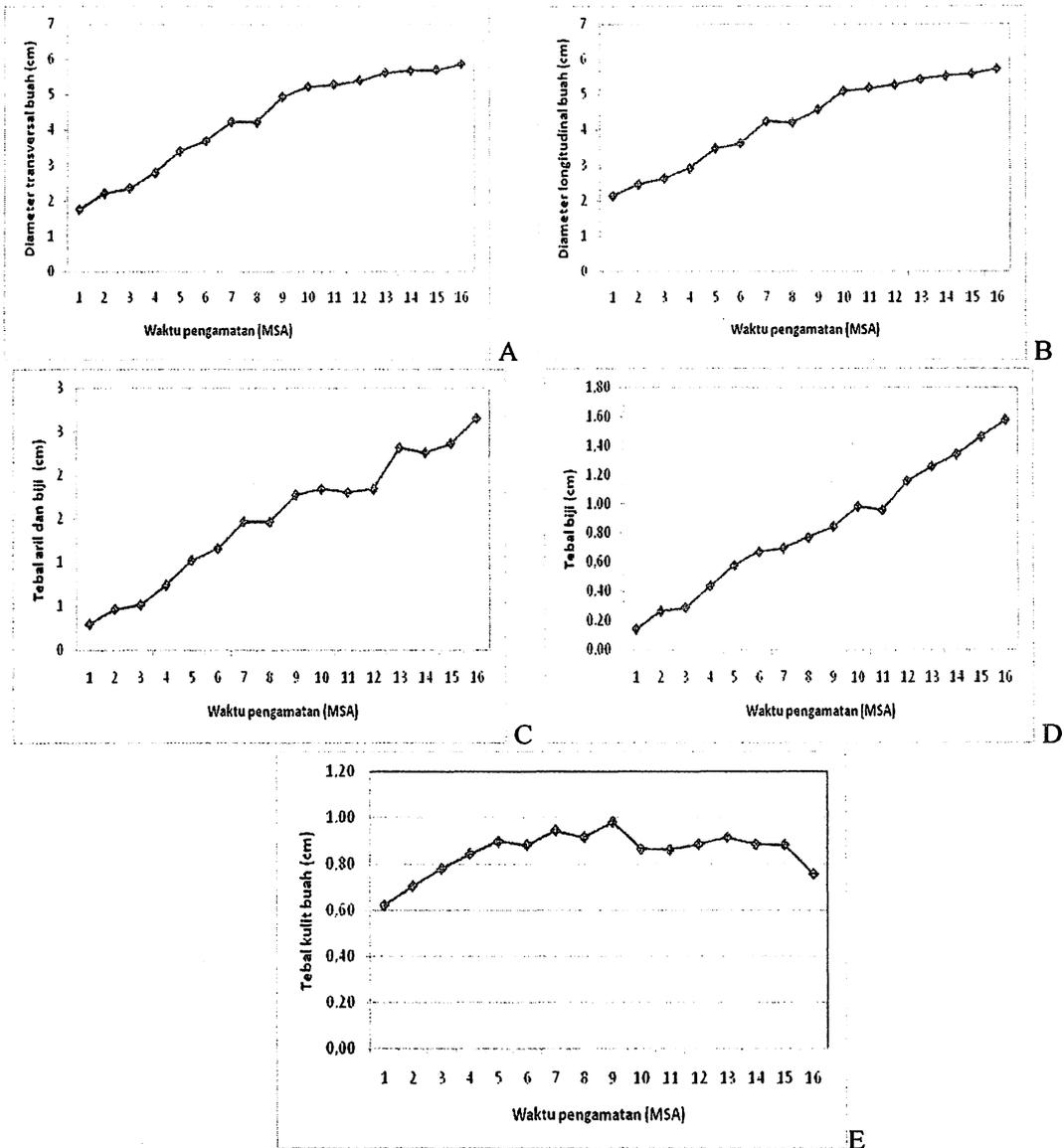
Diameter transversal makin lama makin besar, kemudian kecepatan tumbuh makin lama makin turun, membentuk grafik hiperbola. Demikian juga halnya dengan diameter longitudinal (Gambar 1A dan 1B). Sedangkan pertumbuhan aril dan tebal biji meningkat terus dengan kecepatan yang sama (Gambar 1C dan 1D). Pada minggu ke- 10, kecepatan pertumbuhan buah baik diameter transversal dan longitudinal turun, sedangkan tebal biji dan aril naik. Pada waktu itu terjadi seolah-olah adanya tekanan dari dalam terhadap jaringan diantara kulit dan aril. Hal ini kemungkinan bisa menyebabkan pecahnya sel-sel epitel saluran getah kuning.

Diameter rata-rata transversal dan longitudinal pada buah umur panen (16 MSA) berturut-turut berkisar antara 5,5-6,4 cm dan 5,4-6,2 cm Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Sidik (2004) yang melaporkan bahwa diameter transversal dan longitudinal manggis di Leuwiliang, Bogor berturut-turut 5,2 dan 5,7 cm pada saat buah umur panen. Pada awal pengamatan waktu antesis terjadi sekitar bulan September 2006 dengan intensitas hujan yang masih rendah, yaitu 40 mm/bulan. Intensitas hujan mulai meningkat sejak bulan November (404 mm/bulan). Tebal aril dan biji yang paling berkembang pada sayatan transversal buah tampak meningkat tajam mulai dari 1 MSA hingga 7 MSA. Kemudian meningkat perlahan hingga umur 12 MSA dan meningkat kembali tajam pada umur 13 MSA, lalu meningkat perlahan hingga umur 15 MSA dan akhirnya meningkat tajam pada umur 16 MSA (Gambar 1C). Menipisnya ketebalan perikarp pada buah manggis umur 13 hingga 16 MSA seiring dengan meningkatnya ketebalan aril dan biji serta tebal biji. Kurva linier menggambarkan perkembangan aril dan biji pada buah manggis (Gambar 2C dan 1D).

Tebal biji pada sayatan transversal buah tampak meningkat tajam mulai dari 1 MSA hingga 10 MSA. Setelah minggu kesepuluh biji tumbuh terus, sedangkan aril tumbuh melambat. Tebal biji kemudian meningkat perlahan hingga umur 11 MSA dan meningkat kembali tajam hingga umur 16 MSA (Gambar 1D). Tipe kurva yang sama dengan perkembangan tebal aril dan biji, yaitu linier untuk menggambarkan pertumbuhan tebal biji.

Berdasarkan data ketebalan kulit, kurva kuadratik menggambarkan pertambahan ketebalan kulit pada buah manggis. Rata-rata ketebalan kulit buah (perikarp) meningkat tajam mulai dari umur 1 MSA hingga 5 MSA. Pada minggu ke lima, ketebalan kulit buah mulai menurun, kemudian ketebalan kulit meningkat perlahan dan mencapai ukuran maksimum pada umur 9 MSA, lalu menurun perlahan hingga umur 15 MSA dan menurun tajam pada umur 16 MSA (Gambar 1E). Pada buah yang tua, kadar air lebih rendah dibandingkan dengan buah muda, sehingga sel-sel penyusun jaringan perikarp mengkerut dan akibatnya kulit buah menjadi tipis.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa koefisien regresi (*slope*) untuk diameter transversal dan longitudinal pada 10 minggu pertama kurang lebih sama sekitar 0.3 dan pada minggu 11-16 minggu setelah antesis menurun drastis menjadi sekitar 0.1. Hal ini menunjukkan bahwa pertambahan diameter buah tumbuh melambat pada 11-16 MSA. Untuk tebal aril dan biji serta tebal biji koefisien regresi cenderung tetap sekitar 0.1. Hal ini berarti bahwa tebal aril dan biji meningkat terus dari 1 hingga 16 MSA. Nilai koefisien regresi tebal biji pada 1-5 MSA sekitar 0.1, kemudian tumbuh melambat pada 6-10 MSA dan akhirnya tumbuh cepat pada 11-16 MSA. Koefisien regresi tebal kulit pada 1-5 MSA sebesar 0.0693 kemudian pada 6-10 MSA menurun dan akhirnya pada 11-16 MSA menurun menjadi negatif. Hal ini menunjukkan pertumbuhan tebal kulit melambat dan akhirnya menurun pada 11-16 MSA.



Gambar 1 Pola perkembangan buah manggis pada 1-16 MSA. A. pertumbuhan kumulatif diameter transversal buah; B. Pertumbuhan kumulatif diameter longitudinal buah; C. Pertumbuhan kumulatif tebal biji; D. Pertumbuhan kumulatif tebal aril dan biji; E. Pertumbuhan kumulatif tebal kulit.

Tabel 1 Laju pertumbuhan (cm/minggu) dari diameter buah, tebal aril dan biji, tebal biji dan tebal kulit, diturunkan dari persamaan linier dengan waktu

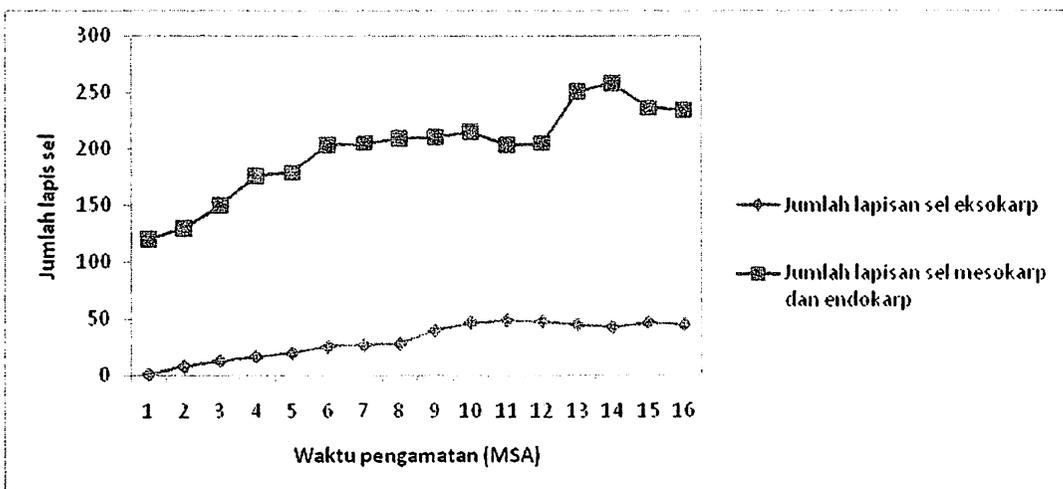
Umur (MSA)	Diameter transversal	Diameter longitudinal	Tebal aril dan biji	Tebal biji	Tebal kulit
1-5	0.3831	0.3136	0.1728	0.1039	0.0693
6-10	0.3789	0.3303	0.1677	0.0783	0.0002
11-16	0.1090	0.1068	0.1650	0.1175	-0.0161

Spot getah kuning di luar kulit buah dapat dijumpai pada buah muda hingga buah tua. Spot getah kuning tersebut dapat dibersihkan dengan cara di lap dengan kain halus. Apabila getah kuning masih menempel pada kulit buah, pembersihan selanjutnya dapat menggunakan tangan dengan cara mencongkel (PKBT, 2007). Spot getah kuning pada aril buah muda sulit dideteksi, karena aril masih melekat dengan kulit buah dan kulit buah muda masih banyak mengandung getah yang encer, sehingga pada waktu kulit buah disayat getah akan keluar mengotori aril. Pada buah muda, jika dibelah secara melintang akan tampak getah kuning keluar dari kulit buah (perikarp) maupun aril buah.

Pada saat perkembangan buah, biji bertambah besar terus, tetapi penambahan volume sedikit, dan terjadi desakan dari dalam (Tabel 1), sehingga sel epitel yang mengelilingi saluran getah kuning yang ada di endokarp pecah dan getah kuning yang masih encer tersebut keluar dari saluran getah mengotori aril. Getah kuning pada aril buah disertai dengan buah berwarna bening (transparan) dan daging buah melekat ke kulit dengan rasa buah yang pahit.

### Anatomi Buah

Lapisan terluar buah manggis adalah kutikula yang ditandai dengan warna merah. Bagian eksokarp buah tersusun atas jaringan sklereid tipe brakisklereid yang penebalan dinding selnya mengandung lignin. Jumlah lapisan eksokarp dari buah muda hingga dewasa bertambah seiring dengan perkembangan buah.



Gambar 2 Perubahan jumlah lapisan sel eksokarp dan total sel mesokarp dan endokarp pada buah manggis umur 1-16 MSA.

Pada saat umur 1 MSA, sel eksokarp terdiri hanya 1 lapis dan aril serta biji sudah terbentuk. Hal ini sesuai dengan penelitian Rai (2006) yang melaporkan bahwa segmen aril telah mulai berkembang pada stadium delapan yaitu pada saat enam hari sebelum bunga mekar, sedangkan pada stadium sembilan yaitu saat bunga mekar primordia bakal biji sudah terbentuk.

Pada kurva pertumbuhan manggis saat umur 1 hingga 7 MSA, tampak bahwa perkembangan histologi buah manggis minggu 1 hingga 6 MSA meningkat pesat untuk semua peubah histologi yaitu jumlah lapisan eksokarp, jumlah total lapisan mesokarp dan endokarp, ukuran sel jaringan eksokarp, mesokarp, endokarp, dan aril. Pada minggu ke 6 hingga 8 MSA jumlah lapisan eksokarp, ukuran eksokarp, mesokarp, endokarp dan aril, serta jumlah lapisan mesokarp dan endokarp meningkat perlahan. Pada saat manggis berumur 14 MSA terlihat bahwa jumlah lapisan mesokarp dan endokarp paling tinggi yaitu sebanyak 258 lapis, sedangkan pada

manggis umur 15 hingga 16 MSA dijumpai jumlah lapisan sel mesokarp dan endokarp menurun perlahan (Gambar 2).

Diameter buah di minggu ke tujuh dan delapan keadaannya yang merata, juga diikuti oleh data anatomi untuk peubah jumlah lapisan sel eksokarp dan total lapisan sel mesokarp dan endokarp, namun tidak demikian halnya pada peubah ukuran sel eksokarp, sel mesokarp, sel endokarp, dan sel aril. Ukuran sel pada peubah tersebut dijumpai menurun pada minggu ke delapan, sedangkan pertumbuhan kumulatif tebal aril dan biji serta tebal biji meningkat tajam pada buah umur 14 hingga 16 MSA (Gambar 2D dan E). Hal ini menyebabkan pertumbuhan yang mendesak dari bagian dalam ke arah luar buah, sehingga diduga berkaitan dengan pecahnya saluran getah kuning dijumpai pada endokarp buah. Spot getah kuning di aril baru dapat dideteksi pada umur 14-16 MSA. Ukuran tebal kulit yang menurun pada buah umur 16 MSA juga diikuti dengan penurunan ukuran pada peubah sel eksokarp, endokarp dan aril buah. Hal ini sesuai dengan penelitian pada buah peach dan almond berturut-turut yang dilaporkan oleh Ognjanov, *et al.* (1995) dan Hawker dan Buttrose (1980) yaitu, bahwa perubahan morfologi buah seiring dengan perkembangan anatomi buah.

Pada buah manggis, ketika ovary berkembang menjadi buah, dinding ovary berkembang menjadi perikarp. Pematangan perikarp seiring dengan meningkatnya jumlah sel. Perikarp berdiferensiasi menjadi tiga bagian yaitu eksokarp, mesokarp dan endokarp.

Pola perkembangan morfologi buah seiring dengan perkembangan histologi buah. Pembelahan sel pada putik sudah terjadi sejak muncul primordia seiring dengan peningkatan ukuran buah, setelah pembelahan sel dilanjutkan dengan pembesaran sel (Esau, 1974; Ryugo, 1988). Kurva pertumbuhan manggis yang pesat berdasarkan diameter buah saat umur 1 hingga 6 MSA, seiring dengan perkembangan histologi buah pada peubah jumlah lapisan sel eksokarp, jumlah lapisan sel mesokarp dan endokarp, ukuran sel eksokarp, mesokarp, endokarp.

Pada minggu ke lima setelah antesis, kulit buah mulai menipis, diikuti dengan pertumbuhan biji yang pesat. Pada minggu ke sepuluh setelah antesis, biji tumbuh pesat, tetapi aril mulai tumbuh melambat. Pertambahan volume buah sedikit, tetapi pertambahan biji pesat, sehingga terjadi desakan dari dalam. Desakan ini berupa stres mekanik sehingga kemungkinan saluran getah kuning banyak pecah pada buah setelah buah berumur 10 minggu setelah antesis (MSA). Pada hasil pengamatan diperoleh bahwa getah kuning mulai mengotori aril pada saat buah berumur 14 minggu setelah antesis (MSA). Pada buah yang arilnya terkena getah kuning, tampak rusaknya sel epitel saluran getah kuning.

## SIMPULAN

1. Kurva pertumbuhan buah manggis berdasarkan diameter transversal dan longitudinal buah adalah kurva hiperbola.
2. Jumlah lapisan eksokarp selama perkembangan buah muda hingga dewasa bertambah seiring dengan perkembangan buah.
3. Kurva pertumbuhan manggis yang pesat berdasarkan diameter buah saat umur 1 hingga 6 MSA, seiring dengan perkembangan anatomi buah pada semua peubah.
4. Pada saat perkembangan buah pada minggu ke-10 terjadi desakan akibat perkembangan pembesaran aril dan biji dari arah dalam menuju ke luar jaringan buah sehingga menyebabkan pecahnya saluran getah kuning pada endokarp buah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari proyek penelitian Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) Institut Pertanian Bogor melalui Riset Unggulan Strategis Nasional (RUSNAS) yang didanai oleh Dewan Riset Nasional. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Pusat Kajian Buah-buahan Tropika IPB dan Kementerian Negara Riset dan Teknologi atas atas dana yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dorly, S. Tjitrosemito, R. Poerwanto, Juliarni. 2008. Secretory duct structure and phytochemistry compounds of yellow latex in mangosteen fruit. *HAYATI Journal of BioScience* 15: 99-104.
- Esau K. 1974. *Plant Anatomy*. 2<sup>nd</sup> ed. New Delhi: Wiley Eastern Private Ltd.
- Hawker J.S, Buttrose MS. 1980. Development of the almond nut (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb). Anatomy and chemical composition of fruit parts from anthesis to maturity. *Ann. Bot.* 46:313-321.
- Johansen D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Kartika JG. 2004. Studi pertumbuhan buah, gejala getah kuning dan burik pada buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ognjanov V *et al.* 1995. Anatomical and biochemical studies of fruit development in peach. *Scientia Horticulturae* 64:33-48.
- PKBT. 2007. Standar Operasional Prosedur Manggis (*Garcinia mangostana*). Bogor: Pusat Kajian Buah-buahan Tropika, LPPM-IPB.
- Rai IN, Poerwanto R, Darusman LK, Purwoko BS. 2006. Perubahan kandungan giberelin dan gula total pada fase-fase perkembangan bunga manggis. *Hayati* 13:101-106.
- Ryugo K. 1988. *Fruit Culture: Its Science and Art*. New York: John Wiley & Son.
- Sidik P. 2004. Kualitas buah manggis (*Garcinia mangostana*) dari lima lokasi sentra produksi di pulau Jawa. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tukey HB. 1939. Histological study of the developing fruit of the sour cherry. *The Botanical Gazette* 100: 723-749.
- Verheij EWM. 1992. *Garcinia mangostana* L. In: Verheij EWM, Coronel RE (eds.) *PROSEA, Edible Fruits and Nuts*. Wageningen: Pudoc. pp. 177-181.