Seleksi Dini Hibrida F1 Mangga Produktif dan Berwarna Merah Berdasarkan Aktivitas Enzim Esterase dan Kandungan Antosianin

Jawal, M, Anwarudin Syah[1)], Sukartini[2)], Sunarwati, D[2)] Rebin[2)], dan Sutrisno, N[1)]

[1)] Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jl. Ragunan 29A, Pasarminggu, Jakarta 12540

[2)] Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok - Aripan Km. 8, Solok 27301

Naskah diterima tanggal 28 Februari 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 29 Agustus 2012

ABSTRAK. Arumanis 143 merupakan varietas mangga unggul nasional yang memiliki kualitas buah cukup baik dan sudah dikenal di pasar, tetapi tingkat produktivitasnya masih rendah dan kulit buah tetap berwarna hijau walaupun sudah masak. Persilangan antara mangga Arumanis dengan varietas yang lebih produktif dan berwarna merah merupakan salah satu cara untuk memperbaiki produktivitas dan mengubah warna menjadi merah. Penelitian dilakukan mulai Januari sampai dengan Desember 2006 di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Solok dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian untuk menyeleksi secara dini karakter produktif dan warna merah pada kulit buah terhadap 19 semaian hibrida F1 hasil persilangan antara induk Arumanis 143 dengan mangga-mangga Cukurgondang melalui analisis aktivitas enzim esterase dan kandungan antosianin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 19 semaian hibrida F1 ada empat semaian yang produktivitasnya lebih rendah dan 15 semaian yang produktivitasnya lebih tinggi dari tetua induk Arumanis 143. Dari 15 semaian ada lima semaian yang sangat produktif karena aktivitas enzim esterasenya lebih tinggi daripada standar (tetua paling produktif yaitu Keith), sehingga dapat dijadikan sebagai kandidat varietas mangga Arumanis yang produktif. Kelima semaian tersebut berasal dari persilangan nomor 25, 33, 35, 47, dan 50. Hasil analisis kandungan antosianin menunjukkan bahwa hampir seluruh semaian hibrida F1 memiliki kandungan antosianin lebih tinggi dari induk Arumanis 143, tetapi yang memiliki kandungan antosianin lebih tinggi dari standar (Apel dan Khirsapati Maldah) ada empat semaian, yaitu hibrida dari persilangan nomor 20, 25, 44, dan 48. Keempat semaian tersebut selanjutnya dikategorikan sebagai kandidat varietas mangga Arumanis yang kulit buahnya berpotensi berwarna merah. Khusus semaian hibrida F1 dari persilangan no 25 selain lebih produktif juga kulit buahnya berpotensi berwarna merah.

Katakunci: Mangga; Hibrida; Seleksi; Enzim esterase; Antosianin

ABSTRACT. Jawal, M Anwarudin Syah, Sukartini, Sunarwati, D, Rebin, and Sutrisno, N 2012. The Early Selection of Mango Hybrids which Productive and Red Skin Fruit by Activity of Esterase Enzymes and Anthocyanin Content. The Arumanis 143 is a national superior mango cultivar which have a good quality and marketable, but the low productivity and green of skin fruit. The hybridization of Arumanis 143 cultivar with the productive cultivars and red skin mango is a method to improved the productivity and change the skin color to red on Arumanis cultivar. Early selection on productivity character and red skin color of mango based on esterase enzyme activity and anthocyanin content on hybrid F1 seedling by crossing Arumanis 143 with the productive cultivars and red skin mango. The research was conducted at Laboratory of Indonesian Tropical Fruits Research Institute Solok and Postharvest Research and Development Institute Bogor from January to December 2006. The objective of the research was to early selection of productivity character and red skin color of mango on 19 hybrids F1 by activities of esterase enzyme and anthocyanin content. The results analysis of esterase enzyme activity showed that there were five seedlings hybrids F1 which activity of esterase enzyme higher than standard (Keith) i.e. hybrid number 25, 33, 35, 47, and 50. Those five seedlings hybrid can be determined as productive candidate of Arumanis mango cultivars. The results analysis of anthocyanin content showed that there were four seedlings hybrids F1 which anthocyanin content higher than standard (Apel and Khirsapati Maldah) i.e. hybrid number 20, 25, 44, and 48. The four seedlings hybrid can be determined as red skin of mango candidate of Arumanis cultivars. The seedlings number 25 have high of esterase enzyme activity and anthocyanin content, thus could be determined as Arumanis cultivars which productive and red skin mango.

Keywords: *Mango*; Hybrid; Selection; Esterase enzyme; Anthocyanin

Mangga Arumanis 143 (AR 143) merupakan salah satu varietas mangga terbaik di Indonesia dan telah dilepas sebagai varietas unggul nasional oleh Menteri Pertanian pada tahun 1985, dan pada tahun 1990-an mulai berkembang luas dalam skala perkebunan. Lima tahun kemudian, buah mangga AR 143 mendominasi transaksi bisnis buah mangga Indonesia. Namun demikian, varietas AR 143 masih mempunyai beberapa kelemahan antara lain warna kulit buah yang tetap hijau walaupun buah sudah masak dan rendahnya produktivitas tanaman akibat *fruitset* (pembentukan buah) yang rendah, dan *fruit drop* (gugur buah) yang cukup tinggi (Purnomo *et al*. 1996 a).

Salah satu penyebab utama rendahnya pembentukan buah mangga AR 143 karena terjadinya gangguan dalam persarian/penyerbukan. Kultivar mangga dikatakan produktif apabila mempunyai kemampuan pembentukan buah lebih dari 0,025% bunga sempurna per malai. Pembentukan buah berkorelasi positif dengan hasil buah mangga, yaitu semakin tinggi persentase pembentukan buahnya, maka semakin tinggi pula hasilnya (Purnomo 1987). Mangga Arumanis yang produktif sangat diminati oleh petani/pekebun mangga karena jumlah buah yang dapat dipanen bertambah banyak, sehingga pendapatan mereka meningkat.

Upaya perbaikan produktivitas mangga AR 143 pernah dilakukan melalui perbaikan pembentukan buah dengan meningkatkan kesuburan polen sebagai penyerbuk menggunakan polen dari varietas Durih yang dikecambahkan dalam penyubur 400 µg/g GA_3 dan air kelapa yang disemprotkan pada periode pembungaan mangga Arumanis serta pemanfaatan serangga polinator (Purnomo *et al*. 1996 a, Tegopati *et al*. 1993, dan Budijono *et al.* 1992). Namun sampai saat ini aplikasi teknik tersebut masih sangat terbatas dan belum mampu mendongkrak produktivitas mangga Arumanis. Cara lain yang dapat ditempuh untuk memperbaiki tingkat produktivitas mangga AR 143 ialah dengan melakukan rekayasa genetik, baik secara konvensional melalui persilangan maupun melalui pendekatan bioteknologi.

Berkaitan dengan hal tersebut, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika melakukan perbaikan produktivitas dan warna buah mangga AR 143 melalui persilangan antara AR 143 dengan varietas-varietas mangga Cukurgondang yang lebih produktif dan berwarna merah. Dari hasil persilangan sampai saat ini diperoleh 52 semaian hibrida F1 yang terdiri atas 22 semaian hibrida F1 yang berasal dari induk AR dan 30 semaian hibrida F1 yang berasal dari varietas-varietas mangga Cukurgondang. Untuk mengetahui semaian hibrida yang berasal dari induk AR143 yang lebih produktif daripada tetua induknya dan atau yang berwarna merah pada kulit buahnya dibutuhkan waktu yang cukup lama karena fase *juvenile* (masa remaja) dari semaian hibrida mangga asal biji cukup panjang, yaitu sekitar 8 tahun (Purnomo *et al*. 1996 b). Untuk mengatasi masalah ini perlu dilakukan seleksi sedini mungkin terhadap hibrida hasil persilangan yang masih berada pada fase bibit dengan memanfaatkan gatra biokimia sebagai kriteria seleksi guna menghemat waktu, tempat, dan biaya. Dengan demikian, penanganan selanjutnya dapat difokuskan terhadap hibrida-hibrida yang terseleksi tersebut.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas enzim nitrat reduktase dan esterase berkaitan erat dengan produktivitas beberapa macam tanaman seperti kedelai (Graef *et al*. 1986), jagung (Deckeard *et al*. 1973), kopi (Setiamihardja *et al*. 1990), serta padi (Weng & Ching 1989). Diduga enzim nitrat reduktase dan esterase dapat digunakan sebagai kriteria seleksi tanaman mangga yang produktif. Purnomo *et al*. (1996 b) menyatakan bahwa aktivitas enzim esterase mempunyai peran langsung terhadap pembentukan buah mangga dan aktivitasnya pada daun tanaman muda tidak berbeda dengan tanaman tua. Dengan demikian, aktivitas enzim ini dapat digunakan sebagai kriteria seleksi untuk sifat produktif tanaman mangga dan seleksi dapat dilakukan pada generasi awal fase bibit. Sementara aktivitas enzim nitrat reduktase tidak berkorelasi nyata dengan pembentukan buah mangga, sehingga tidak berperan langsung dalam proses pembentukan buah mangga. Dengan demikian, aktivitas enzim ini tidak dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi dalam menentukan sifat produktif tanaman mangga.

Warna buah termasuk salah satu komponen kualitas buah yang model pewarisannya menurut Fin & Luby (1992) bergantung pada persilangan intra atau interspesifik. Pewarisan warna dapat bersifat kualitatif dan kuantitatif, tetapi untuk persilangan interspesifik nilai daya warisnya termasuk tinggi. Warna buah dapat berupa klorofil dan karotenoid yang terdapat pada plastid dan pigmen-pigmen fenolik (seperti antosianin, flavonoid, dan proantosianidin) yang terdapat dalam vakuola. Flavonoid dan proantosianidin tidak mempunyai kontribusi terhadap perubahan atau perkembangan warna buah, tetapi kedua metabolit tersebut dapat membantu pigmentasi antosianin (Woodson 1991). Antosianin dapat terekspresi sebagai karakter warna merah, dan biru (Lee & Kevin 2002), serta ungu (Close & Christopher 2003). Antosianin pada tanaman mangga dapat dijumpai pada batang, buah, dan daun. Antosianin pada kulit buah mangga dijumpai sebagai paenoidin-3galactoside (Panhwar 2005). Antosianin banyak terdapat pada sel-sel palisade dan atau sel gabus mesofil (Gould & Quinn 1999). Sintesis antosianin terjadi pada saat pertumbuhan daun (Lee & Lowry 1980, Truohy & Choinski 1990, Woodall *et al*. 1998), selama periode senesens (Matile *et al*. 1992, Feild *et al*. 2001), dan pada saat tanaman merespons cekaman biotik (Tevini *et al*. 1991, Close *et al.* 2000 dan 2001). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sukartini & Jawal (2009) menunjukkan bahwa kandungan antosianin pada daun muda berkorelasi positif dengan kandungan antosianin pada kulit buah mangga (r = 0,83**). Dengan demikian, kandungan antosianin pada daun muda dapat digunakan sebagai kriteria seleksi dini warna merah kulit buah pada semaian hibrida F1 mangga dalam fase bibit.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian menyeleksi secara dini semaian hibrida F1 hasil persilangan mangga AR 143 dengan varietas-varietas mangga Cukurgondang melalui analisis aktivitas enzim esterase untuk mengetahui karakter produktif dan analisis kandungan antosianin untuk mengetahui potensi warna merah pada kulit buah. Hipotesis yang diajukan ialah diperoleh satu atau lebih semaian hibrida F1 yang memiliki tingkat produktivitas lebih tinggi daripada tetua induknya berdasarkan aktivitas enzim esterase dan satu atau lebih semaian hibrida

F1 yang memiliki potensi kulit buah berwarna merah berdasarkan kandungan antosianin.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Solok serta Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor, mulai Januari sampai Desember 2006. Bahan tanaman yang digunakan untuk analisis enzim esterase dan kandungan antosianin ialah daun muda yang terdiri atas tetua persilangan yang meliputi tetua induk yaitu mangga AR 143 dan tetua jantan dari beberapa varietas mangga Cukurgondang serta 19 semaian hibrid F1 induk Arumanis hasil silangan. Selain itu digunakan juga bahan kimia dan bahan penunjang lainnya seperti blender, mortal, pestel, *sucker, waterbath, sentrifuge,* spektrofotometer, satu unit (HPLC) *high performance liquid chromathography*, dan alat-alat gelas lainnya. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 10 tanaman tetua (Arumanis, Apel, Haden, Delima, Gedong Gincu, Irwin, Saigon, Liar, Keith, dan Khirsapati Maldah) dan 19 semaian hibrid F1 hasil silangan.

Analisis aktivitas enzim esterase dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Solok, diawali dengan pemanenan daun kemudian dibawa ke laboratorium untuk diekstrak. Ekstraksi sampel daun menggunakan metode Degani *et al*. (1990, 1992). Contoh daun dihancurkan dengan *buffer* 100 µM sodium asetat pH 6,0 + 0,2% sodium ditionit ($Na_2S_2O_4$) + 1% PVPP. Homogenat disentrifus pada kecepatan 20.000 rpm selama 20 menit. Supernatan disimpan pada –12ºC. Endapan dicairkan dengan dua kali *buffer* 1 M sodium asetat pH 6,0 + 6% NaCl. Derajat kemasaman suspensi ditingkatkan dengan 2 N NaOH menjadi 8,2. Penyiapan larutan tersebut dikerjakan pada suhu 4°C. Selanjutnya larutan disentrifus pada kecepatan 20.000 rpm lalu supernatan disaring sebanyak dua kali menggunakan kertas Whatman nomor 3. Filtrat didialisis dengan air distilasi selama 48 jam. Seluruh operasional pelaksanaan pekerjaan dilakukan pada suhu rendah menggunakan es batangan. Contoh dialisis dikonstitusikan dengan ekstrak enzim. Dalam ekstrak enzim ditambahkan *buffer* sodium asetat pH 7,2 + 0,1 mg/ml DTNB + *subtract* 5 µM/l asetil ticholin *iodide* dan dibaca dengan spektrofotometer pada 340 nm. Aktivitas enzim esterase dinyatakan dalam µ g asetat/mg bobot segar lamina daun/menit.

Analisis kandungan antosianin menggunakan metode Horwitz (1980). Sampel daun muda (4-5 helai) diambil pada fase pupus. Ekstraksi antosianin dimulai dengan mencampurkan 10 ml Pb $(OAc)_2$ dalam 10 g jus daun muda mangga, kemudian ditambahkan 0,5 ml NaOH, dikocok, dan disentrifus sampai fase cair jernih. Fase cair tersebut dibuang dan pelet yang tersisa dicuci dengan 2 x 25 ml alkohol 80%, dikocok, disentrifus dan fase cairnya dibuang kembali (dilakukan sebanyak 2 kali). Kemudian fase padat dibiarkan selama 5 menit, lalu ditambahkan 10 ml butanol dan 1 ml HCl, dikocok dengan kuat sampai endapan berwarna dipindahkan oleh $PbCl_2$ dan selanjutnya disentrifus. Larutan jernih didekantasi ke dalam separator 125 ml dan endapannya dicuci dengan 5 ml butanol dengan cara dikocok, berikutnya disentrifus sampai terbentuk larutan jernih (di bagian atas). Selanjutnya ditambahkan 100 ml petroleum eter, dikocok, dan dibiarkan sampai larutan berwarna muncul pada bagian bawah. Larutan tersebut kemudian dipindahkan ke tempat berbeda, lalu diinjeksikan ke HPLC. Pembacaan HPLC dilakukan pada panjang gelombang ultraviolet 254 nm menggunakan kolom C 18 dan pada fase gerak petroleum eter 1:1. Adapun kandungan antosianin (ppm) diketahui dari rumus (Horwitz 1980), yaitu:

$$\frac{\frac{\text{Luas area contoh}}{\text{Luas area standar}} \text{ x konsentrasi standar x faktor koreksi x } 100\%}{\text{Bobot contoh (g)}} =$$

Atau dapat ditulis sebagai berikut:

$A\ (ppm) = \{(LcLs^{-1})x\ Cs\ x\ fk\ x\ 100\%\}$

A = Kadar antosianin (ppm)

Lc = Luas area contoh

Ls = Luas area standar

Cs = Konsentrasi standar

Fk = faktor koreksi.

Hasil analisis aktivitas enzim esterase dan kandungan antosianin selanjutnya ditabulasi ke dalam tabel yang mudah dibaca. Nilai aktivitas enzim esterase tertinggi dari tetua dijadikan sebagai standar untuk menentukan tingkat produktivitas dari semaian hibrida F1 yang diseleksi. Semaian hibrid F1 yang memiliki nilai aktivitas enzim esterase lebih tinggi dari standar selanjutnya ditetapkan sebagai semaian hibrid yang produktif. Demikian juga halnya dengan antosianin, yaitu nilai kandungan antosianin tertinggi dari tetua ditetapkan sebagai standar dalam menentukan potensi warna merah kulit buah pada semaian hibrid F1. Semaian yang memiliki kandungan antosianin lebih tinggi daripada standar ditetapkan sebagai hibrida yang berpotensi memiliki buah dengan kulit berwarna merah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Enzim Esterase

Hasil analisis aktivitas enzim esterase pada 19 semaian hibrid F1 dan tetua jantan serta induk betina yang digunakan dalam persilangan AR 143 dengan varietas-varietas mangga Cukurgondang disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 terlihat bahwa aktivitas enzim esterase mangga AR 143 paling rendah, yaitu sebesar 1,14 µ g/mg bobot segar daun/menit, sedangkan tujuh tetua jantan (Haden, Delima, Gedong Gincu, Irwin, Liar, Keith, dan Khirsapati Maldah) bervariasi antara 1,15–2,07 µ g/mg bobot segar daun/menit. Tetua jantan Apel dan Saigon tidak dapat dianalisis karena pada saat analisis akan dilakukan, tanaman tersebut sedang tidak berdaun muda (*flush*), sehingga tidak dapat diambil daunnya untuk dianalisis. Tetua jantan varietas Keith yang memiliki nilai aktivitas enzim esterase paling tinggi, yaitu 2,07 µg/mg bobot segar daun/menit selanjutnya dijadikan sebagai standar dalam menentukan semaian yang produktif. Penetapan varietas Keith sebagai standar yang produktif juga didukung oleh hasil karakterisasi yang dilakukan oleh KP. Cukurgondang terhadap koleksi tanaman mangga yang ada di KP. Cukurgondang, tanaman mangga varietas Keith memiliki rerata tingkat produksi hampir dua kali lipat dibandingkan dengan produktivitas mangga Arumanis. Rerata produktivitas mangga Keith sebesar 123,52 kg/pohon/tahun, sedangkan mangga Arumanis hanya sebesar 63,75 kg/pohon/tahun.

Dari 19 semaian hibrid F1 yang dianalisis terdapat empat semaian yang memiliki nilai aktivitas enzim esterase lebih rendah daripada induk AR 143. Keempat semaian tersebut berasal dari persilangan nomor 20 antara AR 143 dengan Haden, persilangan nomor 16 antara AR 143 dengan Khirsapati Maldah, dan persilangan antara AR 143 dengan Saigon dengan nomor 45 dan 53 (dua semaian). Keempat semaian ini diduga memiliki potensi produksi yang lebih rendah daripada induk AR 143, sehingga tidak perlu evaluasi lanjutan. Persilangan antara AR 143 dengan Saigon yang menghasilkan dua semaian hibrid F1 yang memiliki nilai aktivitas enzim esterase hampir sama (I,11 dan I,13 µg/g bobot segar daun/menit) dan lebih rendah daripada induk Arumanis. Hasil ini dapat menjadi pedoman bahwa untuk meningkatkan produktivitas mangga Arumanis sebaiknya tidak menggunakan tetua jantan varietas Saigon.

Jumlah semaian hibrida hasil persilangan AR 143 dengan tetua jantan Haden sebanyak enam semaian

Tabel 1. Hasil analisis aktivitas enzim esterase induk betina AR 143, tetua jantan varietas mangga Cukurgondang, dan semaian hibrid F1 hasil persilangannya (*The analysis results of esterase enzyme activities on female plant Arumanis, male plant Cukurgondang mango varieties, and hybrid F1 seedlings*)

No. persilangan (*No. hybrid*)	Persilangan (*Hybridization*)	Aktivitas enzim esterase (*Esterase enzyme activities*) µg/mg bobot segar daun/menit (*µg/mg fresh weight of leaf/minutes*)		
		Induk betina (*Female parent*)	Tetua jantan (*Male parent*)	Hibrida F1 (*F1 hybrid*)
7	Arumanis x Apel	1,14	-	1,70
15	Arumanis x Haden	1,14	1,23	1,19
20	Arumanis x Haden	1,14	1,23	1,06
21	Arumanis x Haden	1,14	1,23	1,51
26	Arumanis x Haden	1,14	1,23	1,52
27	Arumanis x Haden	1,14	1,23	1,45
46	Arumanis x Haden	1,14	1,23	1,37
25	Arumanis x Delima	1,14	1,18	3,54 **
51	Arumanis x Delima	1,14	1,18	1,36
33	Arumanis x Gedong Gincu	1,14	1,17	2,10 **
35	Arumanis x Irwin	1,14	1,28	2,66 **
45	Arumanis x Saigon	1,14	-	1,11
53	Arumanis x Saigon	1,14	-	1,13
44	Arumanis x Liar	1,14	1,41	1,60
47	Arumanis x Liar	1,14	1,41	2,28 **
50	Arumanis x Liar	1,14	1,41	2,39 **
48	Arumanis x Keith	1,14	2,07*	2,04
54	Arumanis x Keith	1,14	2.07*	1,47
16	Arumanis x K. Maldah	1,14	1,15	1,08

- Tidak dianalisis karena pada saat analisis, tetua Apel dan Saigon sedang tidak berdaun muda (*flush*) (*Not analyzed because of analysis periode, Aple and Saigon, parents were not flushing*)

* dijadikan sebagai standar (*become as standard*)

** semaian hibrid F1 yang memiliki nilai aktivitas enzim esterase yang lebih tinggi dari standar *(F1 hybrid seedlings have esterase enzyme activities value more higher than standard)*

dengan nilai aktivitas enzim esterase berkisar antara 1,06-1,52 µg/g bobot segar daun/menit. Adanya perbedaan aktivitas enzim dari ke-6 semaian ini mungkin terjadi karena tetua persilangan yang digunakan heterozigot. Hibrida F1 yang dihasilkan dari persilangan Arumanis dengan Delima ada dua semaian (no. 25 dan 51) tetapi aktivitas enzim esterasenya berbeda sangat mencolok, yaitu 3,54 berbanding 1,36 µg/g bobot segar daun/menit. Perbedaan yang mencolok juga mungkin terjadi karena tingkat heterozigositas tetuanya cukup tinggi, sehingga hibrida yang dihasilkan cukup bervariasi. Gen-gen pengendali akitivitas enzim esterase pada masing-masing tetua mungkin terdiri dari pasangan alel dominan dan resesif, sehingga pada saat persilangan (pembuahan) dapat terjadi penggabungan alel yang dominan dengan alel dominan atau alel dominan dengan alel resesif ataupun alel resesif dengan alel resesif, sehingga hasil persilangan tersebut menjadi cukup bervariasi. Untuk mendapatkan dan memperbanyak hibrida yang produktif termasuk hibrida F1-25 tidak harus melakukan persilangan kembali antara Arumanis dengan Delima, tetapi cukup dengan melakukan perbanyakan vegetatif (okulasi atau sambung pucuk), sehingga sifat produktif yang dimilikinya tidak berubah.

Dari 19 semaian hibrida yang diuji, terdapat lima semaian yang memiliki nilai aktivitas enzim esterase yang lebih tinggi daripada standar (tetua jantan varietas Keith). Kelima semaian tersebut berasal dari persilangan no. 25 antara AR 143 dengan Delima yang memiliki nilai aktivitas enzim esterase paling tinggi, yaitu 3,54 µg/g bobot segar daun/menit, persilangan no. 33 (AR 143 x Gedong Gincu), persilangan no. 35 (AR 143 x Irwin), serta persilangan no. 47 dan 48 (AR 143 x Liar) dengan nilai berturut-turut 2,10; 2,66; 2,26; dan 2,39 µg/g bobot segar daun/menit. Oleh karena itu ke-5 semaian ini dapat ditetapkan sebagai hibrida F1 yang memiliki tingkat produktivitas tinggi berdasarkan aktivitas enzim esterase dan selanjutnya ke-5 semaian ini dipelihara secara optimal agar pertumbuhan dan saat berproduksinya dapat lebih cepat.

Kandungan Antosianin

Hasil analisis kandungan antosianin pada daun muda dari tetua persilangan dan semaian hibrid F1 hasil persilangan disajikan pada Tabel 2. Induk AR 143 memiliki kandungan antosianin yang paling rendah, yaitu sebesar 10 ppm. Hal ini disebabkan karena kulit buah mangga AR 143 tetap berwarna hijau walaupun sudah masak. Tetua persilangan yang lainnya memiliki kandungan antosianin yang lebih tinggi, yaitu berkisar antara 32-115 ppm dengan warna kulit buah tidak hijau melainkan berwarna perpaduan antara kuning, merah, dan ungu. Varietas mangga Apel dan Khirsapati Maldah memiliki kandungan antosianin paling tinggi, yaitu masing-masing 105 dan 115 ppm dijadikan sebagai standar dalam menyeleksi semaian hibrida F1 hasil persilangan. Kedua varietas ini memang memiliki kulit berwarna merah agak keunguan seperti terlihat pada Gambar 1, sehingga sangat tepat untuk ditetapkan sebagai standar.

Kandungan antosianin pada semaian hibrida F1 hampir seluruhnya lebih tinggi daripada induk AR 143, kecuali semaian dari persilangan no. 16 (AR 143 x Khirsapati Maldah) yang hanya memiliki 10 ppm antosianin, sedangkan 18 semaian hibrida lainnya memiliki kandungan antosianin antara

Arumanis Khirsapati Maldah Apel

Gambar 1. Warna kulit mangga Arumanis (kiri), Khirsapati Maldah (tengah), dan Apel (kanan) dengan kandungan antosianin berturut-turut 10, 115, dan 105 ppm (*Mango skin color of Arumanis (left), Khirsapati Maldah (centre) and Apel (right) with the anthocyanin content 10, 115, and 105 ppm*)

Tabel 2. Hasil analisis kandungan antosianin pada daun muda induk AR 143, tetua jantan varietas mangga Cukurgondang dan semaian hibrid F1 hasil persilangannya (*The analysis results of anthocyanin content on young leaf female parent AR 143, male parent Cukurgondang mango varieties and hybrid F1 seedlings*)

No. persilangan (*No. hybrid*)	Persilangan (*Hybridization*)	Kandungan antosianin (ppm) (*Anthocyanin content*)		
		Induk betina (*Female parent*)	Tetua jantan (*Male parent*)	Semaian hibrida F1
7	Arumanis x Apel	10	105*	42
15	Arumanis x Haden	10	37	43
20	Arumanis x Haden	10	37	121**
21	Arumanis x Haden	10	37	76
26	Arumanis x Haden	10	37	52
27	Arumanis x Haden	10	37	74
46	Arumanis x Haden	10	37	94
25	Arumanis x Delima	10	32	126**
51	Arumanis x Delima	10	32	50
33	Arumanis x Gedong Gincu	10	42	64
35	Arumanis x Irwin	10	36	104
45	Arumanis x Saigon	10	46	36
53	Arumanis x Saigon	10	46	97
44	Arumanis x Liar	10	62	121**
47	Arumanis x Liar	10	62	60
50	Arumanis x Liar	10	62	67
48	Arumanis x Keith	10	49	146**
54	Arumanis x Keith	10	49	46
16	Arumanis x K. Maldah	10	115*	10

* dijadikan sebagai standar (*become as standard*)

** semaian hibrid F1 yang memiliki nilai aktivitas enzim esterase yang lebih tinggi dari standar (*F1 hybrid seedlings have esterase activities value more higher than standard*)

36–146 ppm. Dari data ini terlihat bahwa tetua jantan yang memiliki warna merah cukup berperan dalam mengubah dan meningkatkan kandungan antosianin pada keturunannya. Dari 18 semaian hibrid F1 yang memiliki kandungan antosianin lebih tinggi daripada induk AR 143, ada empat semaian yang memiliki kandungan antosianin lebih tinggi daripada standar, yaitu Apel (105 ppm) dan Khrisapati Maldah (115 ppm). Ke-4 semaian tersebut ialah hibrid no. 20 (AR 143 x Haden), hibrid no. 25 (AR 143 x Delima), hibrid no. 44 (AR 143 x Liar), dan hibrid no. 48 (AR 143 x Keith) dengan kandungan antosianin berturut-turut 121, 126, 121, dan 146 ppm. Dengan demikian, ke-4 semaian hibrid F1 tersebut dapat dijadikan sebagai kandidat varietas mangga Arumanis yang kulit buahnya berpotensi berwarna merah.

Apabila hasil analisis aktivitas enzim esterase (Tabel 1) dan analisis kandungan antosianin (Tabel 2) dikaitkan, maka terlihat bahwa ada satu semaian hibrida F1 yang memiliki aktivitas enzim esterase sekaligus juga kandungan antosianin yang tinggi. Semaian tersebut ialah hibrid no. 25 yang memiliki aktivitas enzim esterase paling tinggi, yaitu 3,54 µg/g bobot segar daun/menit dengan kandungan antosianin 126 ppm. Semaian hibrida F1 no. 25 ini selain berpotensi memiliki produktivitas tinggi juga kulit buahnya berpotensi berwarna merah. Program perbaikan varietas AR 143 yang produktivitasnya rendah dan kulit buah berwarna hijau menjadi Arumanis produktif dan kulit buah berwarna merah, sehingga dari hasil penelitian ini tampaknya seperti sudah mendapatkan varietas Arumanis yang produktivitasnya tinggi serta kulit buah berwarna merah.

KESIMPULAN

1. Semaian hibrid no. 25, 33, 35, 47, dan 50 memiliki potensi produktivitas tinggi karena aktivitas enzim esterasenya lebih tinggi daripada standar.
2. Semaian hibrid no. 20, 25, 44, dan 48 memiliki potensi kulit buah berwarna merah berdasarkan analisis kandungan antosianin yang lebih tinggi daripada standar.
3. Untuk memperbanyak hibrida F1 no. 25 yang produktif dan berwarna merah, tidak perlu dilakukan persilangan kembali, tetapi cukup diperbanyak secara vegetatif (okulasi dan sambung pucuk).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Sdr. Farihul Ihsan dan Sukarmin yang telah membantu pelaksanaan kegiatan penelitian ini sejak awal sampai akhir.

PUSTAKA

1. Budijono, AL, Prahardini, PER & Wahyudi 1992, 'Pemanfaatan polinator (lebah madu dan lalat *Syrphus* spp.) pada persarian mangga', *Penel. Hort.,* vol. 4, no. 3, hlm. 27-31.
2. Close, DC, Beadle, CL, Brown, PH & Holtz, GK 2000, 'Cold-induced photoinhibition affects establishment of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden and *Eucalyptus globulus* Labiil', *Trees,* vol. 15, pp. 32-41.
3. Close, DC, Davies, NW & Beadle, CL 2001, 'Temporal variation of tannins (galloyghlucoses), flavonol, and anthocyanins in leaves of *Eucalyptus nitens* seedlings: implications for light attenuation and antioxidant activies', *Austral. J. Pl. Physiol.*, vol. 28, pp. 1-10.
4. Close, DC & Christopher, LB 2003, 'The ecophysiology of foliar anthocyanin', *Bot. Rev.,* vol. 69, no. 2, pp. 149-61.
5. Deckard, EL, Lambert, RJ & Hageman, RH 1973, 'Nitrate reductase activity in corn leaves as related to yield of grain protein', *Crop. Sci,* vol. 13, pp. 343-50.
6. Degani, C, El-Batsri, R & Gazit, S 1990, 'Enzyme polimorphisme in mango', *J. Amer. Soc. Hort. Sci,* vol. 115, pp. 844-47.
7. Degani, C, Cohen, M & El-Batsri, R 1992, 'PGI isozyme diversity and its genetics control in mango', *HortSci.*, vol. 27, no. 3, pp. 252-54.
8. Feild, TS, Lee, DN & Holbrook, NM 2001, 'Why leaves turn red in Autumn: the role of anthocyanins in sensing leaves of red-osier Dogwood. (Lancaster)', *Pl. Physiol.*, vol. 127, pp. 566-74.
9. Fin, CE & Luby, JJ 1992, 'Inheritance of fruit quality traits in blueberry', *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, vol. 117, no. 4, pp. 617-21.
10. Gould, KS & Quinn, BD 1999, 'Do anthocyanin protect leaves of New Zealand native species from UV-B', *New Zealand J. Bot.*, vol. 37, pp. 176-78.
11. Graef, GR, Fehr, WR & Cianzio, SR 1986, 'Relation of isozym genotypes to quantitative character in soybean', *Crop. Sci.*, vol. 29, pp. 683-88.
12. Horwitz, W 1980, *Official methods of analysis of the association of official analytical chemist,* Thirteenth Edition, Assosiation of Official Analytical Chemist, PO Box 540. Benyamin Franklin Station, Washington DC.
13. Lee, DW & Lowry, JB 1980, 'Young-leaf anthocyanin and solar ultraviolet', *Biotrop,* vol. 12, pp. 75-6.
14. Lee, DW & Kevin S Gould 2002, 'Why leaves turn red: pigments called anthocyanins probably protect leaves from light damage by direct shielding and by scavenging free radicals', *Amer. Sci.*, vol. 90, no. 8, pp. 1-6.
15. Matile, P, Flach, B & Eller, B 1992, 'Spectral optical propertis, pigments and optical brightenes in autumn leaves of *Ginko biloba* L', *Bot. Acta,* vol. 105, pp. 13-17.
16. Panhwar, F 2005, *Post-harvest technology of mango fruits. its development, physiology, pathology and marketing in Pakistan*, accessed 3 Februari 2007, <http://www.Chem Lim.com>.
17. Purnomo, S 1987, 'Hubungan antarkomponen pertumbuhan dengan pembuahan terhadap hasil buah beberapa kultivar mangga bertipe tajuk payung dan sapu', *Penel. Hort*. vol. 2, no. 1, hlm. 51-65.
18. Purnomo, S, Dzanuri & Handayani, S 1996a, 'Efektivitas zat penyubur polen terhadap pembentukan buah mangga varietas Arumanis', *J. Hort.*, vol. 6, no. 3, hlm. 211-19.
19. Purnomo, S, Handayani, S & Hosni, S 1996b, 'Penentuan kriteria dan seleksi kultivar mangga produktif', *J. Hort.*, vol. 6, no. 4, hlm. 325-34.
20. Setiamihardja, R, Alnopri & Hermiati, N 1990, 'Aktivitas nitrat reduktase daun sebagai kriteria seleksi kopi robusta (*Coffea caphora*) Pierre var. Robusta Cheval', *Zuriat,* vol. 1, no. 1, hlm. 16-21.
21. Sukartini & Jawal Anwarudin Syah, M 2009, 'Potensi kandungan antosianin pada daun muda mangga sebagai kriteria seleksi dini zuriat mangga', *J. Hort*., vol. 19, no. 1, hlm. 23-7.
22. Tegopati, B, Prahardini, PER & Purnomo, S 1993, 'Aplikasi air kelapa dan beberapa zat pengatur tumbuh terhadap calon buah dan hasil mangga (*Mangifera indica* L.)', *Penel. Hort.,* vol. 5, no. 3, hlm. 6-17.
23. Tevini, M, Braun, J & Pieser, G 1991, 'The protective function of the epidermal layer of rye seedlings against ultraviolet-b radiation', *Photochem & Photobiol.*, vol. 53, pp. 329-33.
24. Truohy, JM & Choinski, JS 1990, 'Comparative photosynthesis in developing leaves of branchystegia spiciformis', *Benth. J. Esp. Bot.,* vol. 41, pp. 919-23.
25. Weng, JH & Ching, YC 1989, 'Photosynthetic ability, grain yield and esterase band in rice genotypes', *Eruphytica,* vol. 42, pp. 265-68.
26. Woodall, GS, Dodd, IC & Stewart, GR 1998, 'Contrasting leaf development within the genus Syzygium', *J. Exp. Bot.*, vol. 49, pp. 79-87.
27. Woodson, WR 1991, 'Biotechnology of floriculture crops'. *HortSci.,* vol. 26, no. 8, pp. 1029-33.