

**ANALISIS VARIASI GENETIK BEBERAPA VARIETAS MANGGA (*Mangifera indica* L.)  
BERDASARKAN RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) DAN PENANDA  
MOLEKULER GEN PSY (*Phytoene Synthase*)**

**Asifatul Qubais (NIM. 10620061)**

**Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN MALIKI Malang**

**Abstrak**

Buah mangga merupakan buah musiman yang penting karena merupakan buah komersial yang digemari oleh masyarakat. Karakterisasi molekuler dalam pemuliaan tanaman perlu dilakukan untuk menyeleksi tanaman mangga berdasarkan RAPD dan penanda molekuler gen PSY. Marka RAPD sering digunakan pada tahap awal penyeleksian tanaman karena relatif cepat dan murah. Namun, penggunaan RAPD berdasarkan kandungan beta karoten buah masih belum diteliti. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi genetik beberapa varietas mangga berdasarkan RAPD dan penanda molekuler gen PSY.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4 varietas mangga yang masing-masing mewakili warna kulit buah yang berbeda, yaitu Garifta Merah, Gedong Gincu, Podang Kuning dan Arumanis. Primer RAPD yang digunakan adalah OPA 12, OPA 13 dan OPL 17. Amplifikasi gen PSY menggunakan 2 primer yang didesain dari sekuen gen PSY mangga Jinhuang dari Cina. Tahap penelitian meliputi ekstraksi DNA, amplifikasi DNA, analisa variasi genetik dengan software Popgen 3.2 dan pembuatan dendogram dengan NTSys 2.01. Parameter data dalam penelitian ini adalah konsentrasi dan kemurnian DNA genom, jumlah dan panjang pita hasil amplifikasi DNA, persentase lokus polimorfik, jarak genetik dan dendogram hubungan kekerabatan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa DNA genom hasil isolasi memiliki konsentrasi DNA antara 115,46 sampai 342, 23 ng/ $\mu$ l dan kemurniannya yaitu 1,5558 sampai 2,0702. Amplifikasi DNA dengan primer RAPD menghasilkan 23 pita dengan panjang antara 180 sampai 2500 bp, diantaranya 21 pita polimorfik dengan persentase 91,3%. Nilai jarak genetik terdekat adalah 0,3629 yaitu antara Garifta Merah dengan Gedong Gincu dan Garifta Merah dengan Podang Kuning, sedangkan nilai jarak genetik terjauh adalah Garifta Merah dengan Arumanis yaitu 1,3437. Dendogram hubungan kekerabatan menunjukkan bahwa Garifta Merah berkerabat dekat dengan Gedong Gincu dengan koefisien kemiripan 0,73. Podang Kuning memiliki koefisien kemiripan 0,64 dengan kelompok Garifta Merah dan Gedong Gincu. Sedangkan Arumanis memiliki koefisien kemiripan 0,36 dengan varietas lainnya. Sedangkan, hasil amplifikasi gen PSY hanya menghasilkan pita pada sampel Garifta Merah saja dengan ukuran 400 bp.

**Kata Kunci** : variasi genetik mangga (*Mangifera indica* L.), RAPD, gen PSY, warna kulit buah, beta karoten

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara mega biodiversitas karena memiliki kawasan hutan tropika basah dengan tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi di dunia. Keanekaragaman hayati yang tinggi meliputi berbagai jenis tanaman, termasuk tanaman buah tropis, yaitu buah mangga (Coronel, 1996). Mangga merupakan tanaman tropis dengan komoditas buah yang paling penting di pasar Eropa dan Amerika. Buah mangga merupakan sumber  $\beta$ -karoten (pro vitamin A) dan vitamin C yang bagus (Crozier *et.al*, 2006). Berbagai kandungan buah mangga yang bermanfaat dan rasanya yang enak membuat mangga digemari

oleh masyarakat sehingga menjadikan mangga sebagai buah yang bernilai komersial.

Dalam rangka peningkatan kualitas mangga, pemerintah dan pemulia tanaman mangga melakukan upaya pemuliaan tanaman mangga. Pemuliaan tanaman mangga selama bertahun-tahun menghasilkan ratusan tanaman mangga hibrida. Tetapi, evaluasi tanaman mangga hibrida tersebut memerlukan waktu yang lama. Tanaman mangga seperti kebanyakan spesies pohon lainnya memiliki periode juvenile yang lama yaitu 7 tahun dan waktu yang diperlukan untuk mengevaluasi hasil hibrida dapat mencapai 12 tahun. Oleh karena itu, diperlukan metode efisien yang

tidak bergantung pada tahap perkembangan tumbuhan (Wardiyati, 2010).

Karakterisasi molekuler dapat mempercepat proses seleksi tanaman mangga (Liu *et.al*, 2006). Penanda molekuler yang sering digunakan adalah RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) karena relatif cepat, murah dan sampel yang digunakan dapat dengan jumlah besar. Namun, primer RAPD bersifat acak karena panjang biasanya hanya 10 bp, sehingga tidak semua primer RAPD bisa menghasilkan pita amplifikasi yang polimorfik.

Manchekar (2008) telah mengevaluasi variasi genetik pada klon mangga Alfonso dengan menggunakan marka RAPD yang dibandingkan dengan karakterisasi fenotipe buah secara fisik dan kimia. Salah satu karakter buah yang diamati pada penelitian Manchekar (2008) adalah kandungan asam askorbat (vitamin C). Berdasarkan penelitian Masithoh (2008), karoten total dan vitamin C mengalami kenaikan signifikan ditandai dengan perubahan warna buah menjadi lebih merah atau oranye, sedangkan asam sitrat akan mengalami penurunan secara signifikan selama pematangan buah. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan vitamin C berkorelasi positif dengan kandungan karoten, sehingga kemungkinan primer RAPD yang digunakan oleh Manchekar (2008) juga bisa digunakan untuk mengelompokkan mangga berdasarkan kandungan karoten buahnya.

Penyeleksian tanaman mangga dengan marka umum pada tahap awal perlu dilanjutkan dengan marka spesifik agar menghasilkan data yang lebih akurat. Namun, sampai saat ini belum ditemukan marka molekuler spesifik yang dapat membantu penyeleksian tanaman mangga berdasarkan warna kulit buahnya, sehingga perlu dilakukan upaya pengembangan marka molekuler spesifik. Primer spesifik dapat didesain dari salah satu gen yang bertanggungjawab secara langsung dalam warna buah.

Gen PSY merupakan gen yang mengkode enzim *phytoene synthase* yang merupakan enzim kunci dalam biosintesis senyawa karotenoid karena mengawali biosintesis beta karoten dengan mengubah *geranyl geranyl diphosphate* (GGDP) menjadi *phytoene* (Fuad, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi genetik beberapa

varietas mangga berdasarkan RAPD dan penanda molekuler gen PSY.

## METODE PENELITIAN

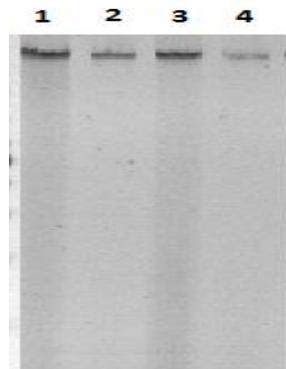
Isolasi DNA dilakukan pada daun muda mangga dengan menggunakan metode CTAB (*Cethyl Trimethyl Ammonium Bromida*) (Azmat *et. al*, 2012) yang dimodifikasi. Amplifikasi DNA dengan primer RAPD (OPA 12, OPA 13, OPL 17) sebanyak 35 siklus terdiri dari tahap denaturasi 94°C selama 45 detik, *annealing* pada suhu 36°C selama 30 detik, *extension* pada suhu 72°C selama 2 menit. Setelah itu sintesis tambahan 72°C selama 7 menit dan akhir dari seluruh siklus dikondisikan pada suhu tetap 4°C. Amplifikasi DNA dengan primer gen PSY (Primer 1 F 5' ATG TCT GTG GCT TTG CTA TGG 3', primer 1 R 5' TAA CAG TGC TTT TCT GGA GGG 3' dan primer 2 F 5' TGA AGC AGG CAG CCT TGG T 3' dan Primer 2 R 5' GCA TCC TCT CCA ACA TCC C3') Panjang basa yang dihasilkan primer 1 adalah 1280 bp sedangkan panjang produk amplifikasi primer 2 adalah 622 bp denaturasi awal 95°C selama 5 menit dilanjutkan dengan 35 siklus terdiri dari tahap denaturasi 97°C selama 10 detik, *annealing* pada suhu antara 50-60 °C selama 1 menit, *extension* pada suhu 72°C selama 1 menit. Setelah itu sintesis tambahan 72°C selama 8 menit dan akhir dari seluruh siklus dikondisikan pada suhu tetap 4°C. Elektroforesis hasil isolasi pada gel agarose 0,8%, sedangkan hasil amplifikasi pada gel 2%.

Data yang didapatkan berupa konsentrasi dan kemurnian DNA hasil isolasi, jumlah dan ukuran pita DNA hasil amplifikasi. Data pita hasil amplifikasi dengan primer RAPD dianalisis dengan software Popgen ver.1.32 untuk mengetahui variasi genetik dan jarak genetiknya. Pembuatan dendogram dengan software NT-Sys ver. 2.0.1 dengan Indeks similaritas berdasarkan koefisien perhitungan Similarity of Qualitative Data (SYMQUAL). Analisis kluster dibuat dengan perhitungan *Sequential Agglomerative Heirarchical and Nested* (SAHN) berdasarkan *un-weighted pair group method with aritmathical averages* (UPGMA) dari indeks similaritas. Sedangkan analisis data hasil amplifikasi dengan primer gen PSY berupa panjang produk pita. Panjang basa yang dihasilkan primer 1 adalah 1280 bp sedangkan

panjang produk amplifikasi primer 2 adalah 622 bp.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsentrasi dan Kemurnian DNA Hasil Isolasi



**Gambar 1.** Hasil elektroforesis isolasi DNA. Keterangan sumur : sumur 1 Garifta Merah, sumur 2 Gedong Gincu, sumur 3 Podang Kuning dan sumur 4 Arumanis.

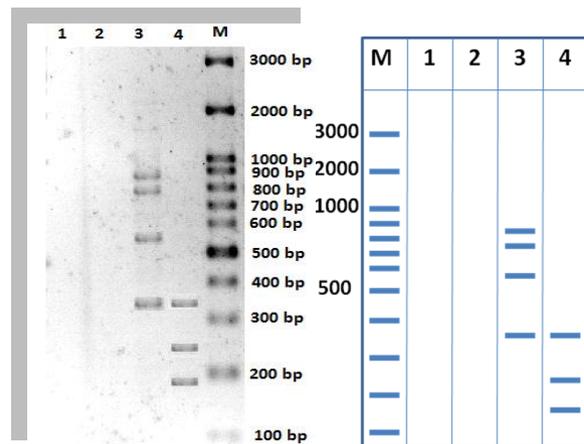
Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa DNA berhasil diisolasi dengan munculnya pita. Sampel DNA yang konsentrasinya tinggi adalah sampel 1, sedangkan yang paling rendah adalah sampel 4. Hasil ini sesuai dengan uji kuantitatif dengan spektrofotometer (tabel 1).

**Table 1.** Hasil pengukuran konsentrasi dan kemurnian DNA

| Nama Varietas Mangga | Konsentrasi DNA (x50 ng/µl) | Kemurnian (A260/A280) |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Garifta Merah        | 342,23                      | 1,9362                |
| Gedong Gincu         | 177,315                     | 2,0702                |
| Podang Kuning        | 297,19                      | 1,5558                |
| Arumanis             | 115,46                      | 1,7190                |

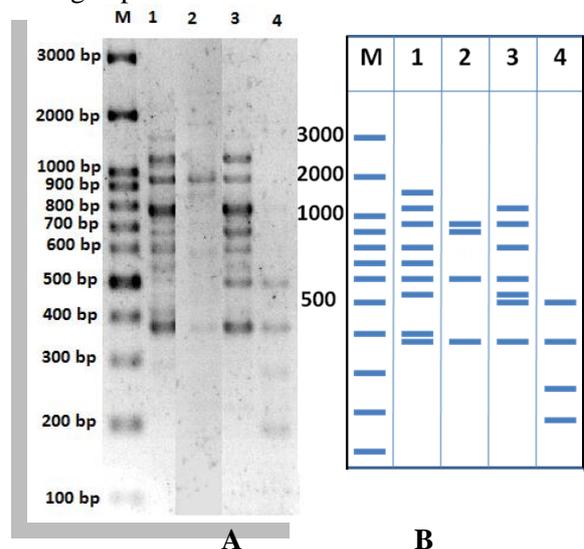
Hasil kemurnian DNA berdasarkan spektrofotometer menghasilkan sampel yang murni yaitu Garifta Merah 1,9362 dan Gedong Gincu 2,0702. Sampel yang mendekati murni yaitu Arumanis 1,7190, sedangkan kemurnian sampel Podang Kuning hanya 1,5558.

### Amplifikasi DNA Berdasarkan RAPD (*Random Amplified Polimorphic DNA*)



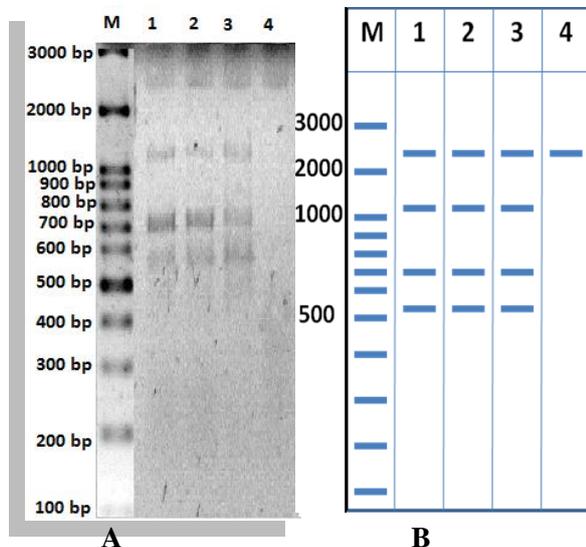
**Gambar 2.** A. Hasil amplifikasi DNA dengan primer OPA 12. B. Zimogram hasil amplifikasi DNA dengan primer OPA 12. Keterangan M= marker 100bp, sampel 1 Garifta Merah, sampel 2 Gedong Gincu, sampel 3 Podang Kuning, sampel 4 Arumanis

Amplifikasi DNA dengan primer OPA 12 menghasilkan 6 pita polimorfik, namun primer ini tidak dapat mengamplifikasi sampel 1 (Garifta Merah) dan sampel 2 (Gedong Gincu). Dimungkinkan bahwa sampel 1 dan sampel 2 tidak memiliki sekuen yang cocok dengan primer OPA 12.



**Gambar 3.** A. Hasil amplifikasi DNA dengan primer OPA 13. B. Zimogram hasil amplifikasi DNA dengan primer OPA 13. Keterangan M= marker 100bp, sampel 1 Garifta Merah, sampel 2 Gedong Gincu, sampel 3 Podang Kuning, sampel 4 Arumanis.

Primer OPA 13 dapat mengamplifikasi semua sampel DNA mangga. Amplifikasi DNA dengan primer OPA 13 menghasilkan 12 pita yang polimorfik dan 1 pita monomorfik.



**Gambar 4.** A. Hasil amplifikasi DNA dengan primer OPL 17. B. Zimogram hasil amplifikasi DNA dengan primer OPL 17. Keterangan M= marker 100bp, sampel 1 Garifita Merah, sampel 2 Gedong Gincu, sampel 3 Podang Kuning, sampel 4 Arumanis.

Amplifikasi DNA dengan primer OPL 17 menghasilkan 4 pita. Terdapat 1 pita monomorfik dengan panjang 2500 bp yang terdapat pada semua sampel. Tiga pita polimorfik yang dihasilkan memiliki panjang 1100 bp, 700 bp dan 520 bp yang teramplifikasi pada sampel 1 (Garifita Merah), 2 (Gedong Gincu), 3 (Podang Kuning).

**Tabel 2.** Derajat polimorfisme pita hasil amplifikasi dengan primer RAPD

| Primer                 | Tota l Pita | Polim orfik | Persentase polimorfisme (%) |
|------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| OPA 12                 | 6           | 6           | 100                         |
| OPA 13                 | 13          | 12          | 92,30                       |
| OPL 17                 | 4           | 3           | 75                          |
| JUMLAH                 | 23          | 21          |                             |
| Rata-rata polimorfisme | Persentase  |             | 91,30 %                     |

Berdasarkan hasil amplifikasi, persentase polimorfisme primer yang digunakan pada penelitian ini mencapai 91,

30%. Persentase ini sangat tinggi karena mendekati 100%. Dapat disimpulkan bahwa ketiga primer yang digunakan pada penelitian ini sangat bagus untuk analisis variasi genetik mangga.

### Analisis Variasi Genetik Mangga Berdasarkan RAPD

Hasil analisis dengan *software* Popgen ver. 1.32 menunjukkan rata-rata jumlah alel yang teramati pada keempat sampel mangga adalah 1,9130 dan rata-rata jumlah alel efektif adalah 1,6522. Adapun nilai nilai He dari masing-masing lokus adalah 0,5623 dan 0,6931, rata-rata variasi genetik (He) pada keempat sampel adalah 0,3750. Menurut Weising (2005), marker dominan seperti RAPD hanya dapat memproduksi dua alel pada masing-masing lokus. Oleh karena itu, nilai He maksimum adalah 0,5. Dari hasil analisis DNA dalam penelitian ini dapat dikatakan bahwa keragaman genetik keempat varietas mangga tergolong tinggi.

Parameter lain untuk mengetahui variasi genetik adalah jarak genetik (Tabel 3).

**Tabel 3.** Jarak Genetik Beberapa Varietas Mangga

| Varietas | 1      | 2      | 3      | 4    |
|----------|--------|--------|--------|------|
| 1        | ****   |        |        |      |
| 2        | 0,3629 | ****   |        |      |
| 3        | 0,3629 | 0,5705 | ****   |      |
| 4        | 1,3437 | 0,7376 | 1,1896 | **** |

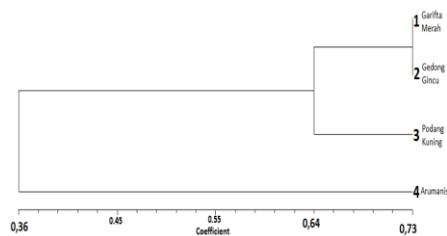
**Keterangan ;** sampel 1 Garifita Merah, sampel 2 Gedong Gincu, sampel 3 Podang Kuning, sampel 4 Arumanis.

Jarak genetik empat varietas mangga menunjukkan kisaran antara 0,3629-1,13437. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa jarak genetik antara Garifita Merah dengan Arumanis memiliki jarak genetik terjauh dengan nilai 1,3437. Jarak genetik yang besar ini menandakan bahwa hubungan kekerabatan kedua varietas sangat jauh. Jarak genetik terjauh kedua adalah Podang Kuning dengan Arumanis yaitu 1,1896. Jarak antara Gedong Gincu dengan Arumanis adalah 0,7378. Jarak antara Gedong Gincu dengan Podang Kuning adalah 0,5705. Sedangkan varietas Garifita merah dengan Gedong Gincu 0,3629. Nilai

jarak genetik ini sama dengan nilai jarak genetik antara varietas Garifta Merah dengan Podang Kuning. Jarak genetik yang dekat menunjukkan bahwa hubungan kekerabatan kedua varietas sangat dekat.

### Hubungan Kekerabatan Mangga Berdasarkan Hasil Amplifikasi dengan Teknik RAPD

Hubungan kekerabatan antar varietas mangga tersebut dapat diketahui dari koefisien genetik. Koefisien genetik terbentang antara 0 sampai 1. Apabila koefisien genetiknya semakin dekat dengan 1 maka varietas tersebut semakin mirip secara genetik, namun apabila koefisien genetiknya mendekati 0 maka varietas tersebut semakin berbeda secara genetik (Pratiwi, 2012).



**Gambar 5.** Dendrogram hubungan kekerabatan mangga berdasarkan RAPD.

Dendrogram pada gambar 5 memperlihatkan bahwa sampel 1 (Garifta Merah) berkerabat dekat dengan sampel 2 (Gedong Gincu). Kemiripan varietas tersebut terletak pada koefisien 0,73. Sampel 3 Podang Kuning memiliki koefisien genetik 0,64 dengan sampel 1 (Garifta Merah) dan sampel 2 (Gedong Gincu). Sedangkan Arumanis memiliki kondisi genetik yang jauh berbeda dengan varietas lainnya. Koefisien kemiripan genetik Arumanis dengan varietas lainnya hanya 0,36.

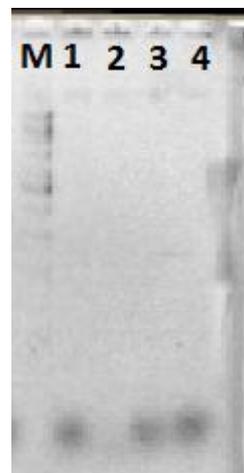
Hubungan kekerabatan berdasarkan dendrogram di atas sesuai dengan warna kulit buah mangga pada masing-masing varietas. Garifta Merah (merah) berkerabat dekat dengan Gedong Gincu (oranye), dan Podang Kuning (Kuning).

Keterkaitan primer RAPD yang digunakan pada penelitian ini dengan gen

penyandi warna buah (beta karoten) didukung dengan hasil dendrogram yang mengelompok berdasarkan warna kulit buahnya. Namun, Primer RAPD merupakan primer umum yang masih belum bisa secara pasti digunakan untuk menyeleksi mangga berdasarkan warna kulit buahnya. Oleh karena itu, hal analisis variasi genetik masih perlu diklarifikasi dengan menggunakan penanda molekuler gen spesifik yang berperan langsung terhadap warna buah.

### Amplifikasi Gen PSY dengan Menggunakan Primer 1

Primer 1 yang digunakan untuk mengamplifikasi gen PSY didesain dari gen PSY Mangga Jinhuang dari Cina (kode akses NCBI. JQ277716.1).



**Gambar 6.** Hasil amplifikasi gen PSY dengan menggunakan primer 1.

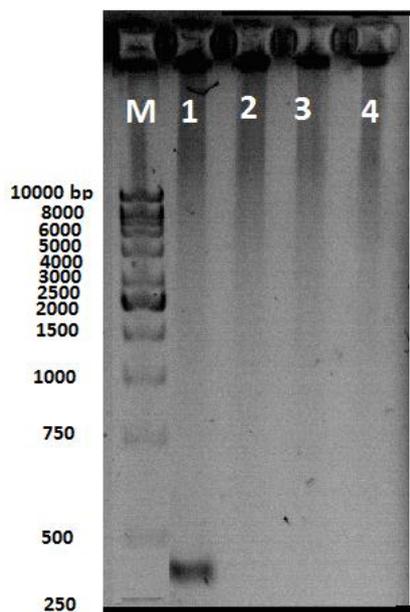
Hasil elektroforesis gambar 6 menunjukkan bahwa tidak ada pita yang teramplifikasi dengan primer 1. Penyebab ketidakberhasilan amplifikasi gen PSY pada penelitian ini kemungkinan disebabkan karena PCR *mix* yang kurang sesuai. PCR *mix* yang digunakan pada amplifikasi gen PSY berupa PCR *mix* instan yang siap pakai. Kemungkinan lain penyebab ketidakberhasilan amplifikasi gen PSY adalah sampel DNA genom yang kurang murni. Primer spesifik seperti primer gen PSY membutuhkan DNA template yang sangat murni, berbeda dengan primer RAPD yang tidak membutuhkan kemurnian DNA cetakan yang tinggi (Liu, *et. al.*2006 ).

Faktor lain yang menyebabkan ketidakberhasilan proses amplifikasi dalam penelitian ini adalah ketidaksesuaian primer

dengan sampel. Yuwono (2006) menyebutkan bahwa pada saat tahap *annealing*, primer akan menempel pada untai DNA yang telah terpisah menjadi untai tunggal. Berdasarkan hasil tersebut, maka diperlukan primer lain untuk mengamplifikasi gen PSY mangga.

## Amplifikasi gen PSY Menggunakan Primer 2

Primer 2 didesain dari gen PSY mangga Jinhuang Cina (kode akses NCBI. JQ277716.1) pada daerah sekuen yang terkonservasi dengan gen PSY tanaman lain yang ada di *gene bank*.



**Gambar 7.** Hasil amplifikasi gen PSY dengan menggunakan primer 2.

Hasil amplifikasi menunjukkan bahwa sampel yang dapat teramplifikasi adalah sampel 1 (Garifta Merah) menghasilkan pita dengan panjang 400 bp. Hasil optimasi suhu *annealing* menunjukkan bahwa suhu yang dapat digunakan untuk amplifikasi gen PSY dengan primer 2 adalah suhu 50,5°C. Hasil amplifikasi ini lebih pendek dari target produk yang sudah didesain. Belum bisa dipastikan bahwa yang teramplifikasi tersebut adalah gen PSY karena produk amplifikasi tidak sesuai dengan yang didesain.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tidak berhasilnya amplifikasi PCR yaitu komposisi PCR (kerusakan pada enzim Taq Polimerase), suhu *annealing*, primer yang tidak sesuai dan kualitas DNA

genom yang buruk. Kualitas genom yang kurang baik bisa jadi penyebab ketidakberhasilan amplifikasi DNA. Sampel DNA yang paling murni adalah sampel 1, sedangkan sampel lain tidak.

Kemungkinan lain penyebab ketidakberhasilan amplifikasi gen PSY pada sampel-sampel tersebut adalah sekuen primer yang tidak sesuai dengan DNA cetakan sampel. Enzim PSY memiliki domain Trans-IPPS-HH yang mengandung sisi aktif PSY dan asam amino yang berinteraksi dengan substrat GGDP dan kofaktor kation. Analisa SQS PSY pada buah pisang membuktikan bahwa seluruh sekuen SQS-PSY1 konserve, sedangkan SQS-PSY2 tidak memiliki sekuen konservasi yang tinggi seperti pada SQS-PSY1 (Mlalazi, 2010). Meskipun gen PSY mangga sampai saat ini masih belum dikarakterisasi, kemungkinan struktur sekuen gennya tidak jauh berbeda dengan tanaman lain. Karena sekuen PSY 2 memiliki sekuen konserve yang rendah kemungkinan hal inilah yang menyebabkan sulitnya mendesain primer pada gen PSY2.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian variasi genetik antar varietas mangga dengan teknik RAPD menggunakan primer OPA 12, OPA 13 dan OPL 17 dapat disimpulkan bahwa variasi genetik empat varietas mangga cukup tinggi, dengan nilai jarak genetik terdekat adalah 0,3629 yaitu antara Garifta Merah dengan Gedong Gincu dan Garifta Merah dengan Podang Kuning, sedangkan nilai jarak genetik terjauh adalah Garifta Merah dengan Arumanis yaitu 1,3437. Dendogram hubungan kekerabatan menunjukkan bahwa Garifta Merah berkerabat dekat dengan Gedong Gincu dan Podang Kuning, sedangkan Arumanis berkerabat jauh dengan ketiga varietas tersebut.

Primer gen PSY yang didesain pada penelitian ini belum bisa digunakan untuk menganalisis variasi genetik mangga karena amplifikasi gen PSY dengan primer 2 hanya menghasilkan 1 pita pada varietas Garifta Merah. Pita hasil amplifikasi tersebut belum dapat dipastikan merupakan gen PSY karena panjang biasanya tidak sesuai dengan produk primer yang didesain.

## Saran

1. Perlu dikembangkan teknik isolasi DNA genom mangga untuk menghasilkan DNA genom dengan kemurnian tinggi.
2. Perlu digunakan primer RAPD yang lebih banyak untuk menganalisis variasi genetik mangga.
3. Perlu optimasi penggunaan PCR *mix* untuk menemukan komposisi yang sesuai dalam proses amplifikasi gen PSY.
4. Perlu dilakukan sekuensing pita hasil amplifikasi dengan primer gen PSY untuk mengklarifikasi apakah yang teramplifikasi adalah gen PSY atau bukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Coronel, R. 1996. Status Report on Fruit Species Germplasm Conservation and Utilization in Southeast Asia. In: *Expert Consultation on Tropical fruits Species of Asia*. (Ed) Arora, R.K. dan V.R. Rao. IPGRI – New Delhi
- Crozier, A. M. N. Clifford dan H. Ashihara. 2006. *Plant Secondary Metabolites*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Wardiyati, Tatik, Arumingtyas, E. L., Roviq, M. 2010. Evaluation Of Scar18 Marker Linked To B-Carotene For Early Screening Of Mango (*Mangifera Indica L.*) Progenies. *AGRIVITA*. Vol. 32 No. 3
- Manchekar, Makarand Dhandu. 2008. Mango (*Mangifera indica L.*) by Phenotypic Characters and Molecular Markers. *Thesis*. Department of Horticulture College of Agriculture, Dharwad University of Agricultural Sciences.
- Masithoh, Rudiati Evi, Rahardjo, Budi. Sutiarto, Lilik. Harjoko, Agus. 2013. Model Kinetika Perubahan Kualitas Tomat Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 14. No. 1
- Fuad, Asrul Muhammad, dkk. 2010. *Penapisan Klon DNA Penyandi Enzim Biosintesis Karotenoid Untuk Pengembangan Ubi Kayu Transgenik Tinggi Beta Karoten*. Bogor : Program Insentif Peneliti Perekayasa L1PI
- Azmat, Muhammad Abubakkar. Cheema, Hafiza Masooma N. Rajwana, Ishtiaq Ahmad. Khan, Ahmad Sattar. Khan, Asif Ali. 2012. Extraction of DNA suitable for PCR application from mature leaves of *Mangifera indica L.* *Journal of Zhejiang University-Science B (Biomedicine and Biotechnology)*. Vol.13 (4): 230-243.
- Weising K, Nybom H, Wolff K, Kahl G. 2005. *DNA Fingerprinting in Plants Principles, Methods and Applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Pratiwi, Putri. 2012. Analisis Variasi Genetik Beberapa Populasi *Globba leucantha* Miq. Di Sumatera Barat dengan RAPD. *Tesis*. Sumatera ; Universitas Andalas.
- Liu JJ, Ekramoddoullah AKM, Hunt R, Zainal A. 2006. Identification and characterization of RAPD markers linked to a major gene (Cr2) for resistant to *Cronartium ribicola* (Fish) in *Pinus monticola* (D.Don). *Phytopathology*. Vol. 96:395-399.
- Yuwono, T. 2006. *Teori dan Aplikasi Polymerase Chain Reaction*. Yogyakarta: Kanisus.
- Mlalazi, Bulukani. 2010. Defining the role of phytoene synthase in carotenoid accumulation of high provitamin A bananas. *Thesis*. Queensland University of Technology.