

Mekanisme Pembentukan Jeruk SoE *Seedless* Hasil Induksi Radiasi Sinar Gamma

Karakter *seedless* pada jeruk diperlukan untuk meningkatkan kenyamanan konsumsi buah segar. Upaya perakitan buah jeruk *seedless* telah dilakukan melalui metode radiasi sinar gamma, pengaruhnya adalah keragaman pada morfologi dan genetik jeruk SoE. Keragaman morfologi bunga dan kualitas polen menjadi objek spesifik yang membedakan SoE mutan dari tetuanya. Kombinasi posisi kepala putik dan kepala sari dengan level fertilitas polen menjadi salah satu alasan terjadinya buah jeruk *seedless*.

Jeruk keprok SoE merupakan buah unggulan di Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Jeruk ini telah dilepas pada tahun 1998 dengan Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 863/KPTS/TP.240/11/1998 tanggal 14 November 1998. Ciri khas jeruk ini adalah bentuknya bulat pipih, kulit halus mengkilap, berwarna oranye kemerahan, dan rasa manis segar (Gambar 1). Jumlah biji masih banyak, yaitu 10–14 biji/buah. Kriteria luar buah ini sudah memenuhi keinginan konsumen jeruk di Indonesia.

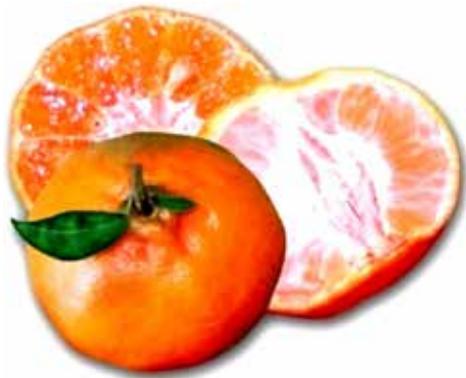
Secara umum, konsumen di Indonesia lebih menyukai buah jeruk dengan kualitas makan yang baik, yaitu berbiji sedikit (*seedless*), warna kulitnya menarik (oranye), ukuran seragam, dan

citarasa enak (manis segar). Buah jeruk disebut *seedless* jika memiliki buah normal tanpa biji, biji tidak berkembang (*aborted seed*) atau berbiji sedikit (0–5) (Vardi *et al.* 2008).

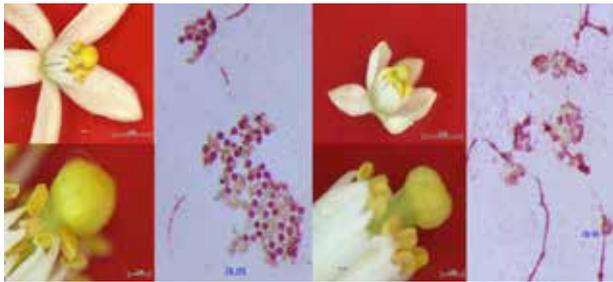
Untuk mendapatkan jeruk dengan karakter *seedless*, beberapa metode pemuliaan konvensional dan modern sering digunakan seperti persilangan, fusi protoplasma, transformasi genetik, dan induksi mutasi dengan sinar gamma (Raza *et al.* 2003). Induksi mutasi untuk menghasilkan tanaman jeruk *seedless*, berhasil pada jeruk keprok Tango (Roose & William 2007, Crowley 2011), keprok Ougan (Hu *et al.* 2007), keprok Wuzishatangju (Ye *et al.* 2009, Jianfeng *et al.* 2012), keprok Afourer (Gambetta *et al.* 2013), dan jeruk Keraji (Yamamoto & Tominaga 2002). Di Indonesia, induksi mutasi telah dilakukan sejak tahun 2002. Mata tunas jeruk SoE diradiasi dengan sinar gamma yang dipancarkan oleh Cobalt-60 pada dosis radiasi 20, 40, dan 60 Gy. Pada tahun 2013, ada 20 tanaman dari hasil radiasi 20 dan 40 Gy yang menghasilkan buah *seedless* di lebih dari 90 persen/tanaman.

Keragaman Bunga Jeruk Keprok SoE Mutan

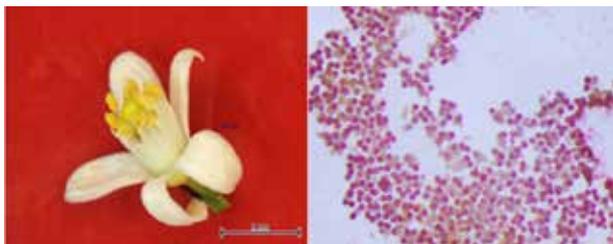
Keprok SoE aslinya memiliki kepala putik dan kepala sari pada posisi yang sejajar dan polen fertil mencapai 100% (Gambar 2). Radiasi



Gambar 1. Buah jeruk keprok SoE



Gambar 3. Kepala putik lebih tinggi kepala sari dengan polen steril



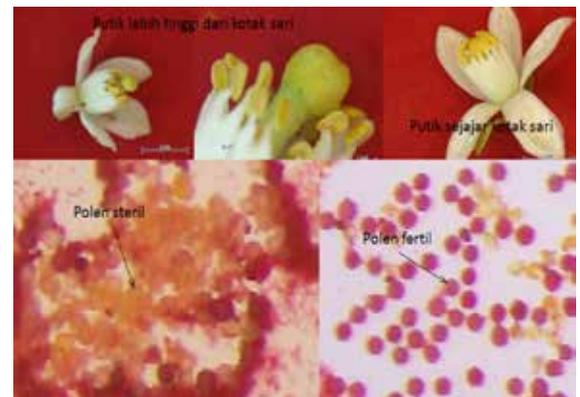
Gambar 4. Kepala putik lebih rendah dari kepala sari dan polen fertil

menyebabkan morfologi bunga dan sterilitas polen berubah. Kepala putik mutan lebih tinggi daripada kepala sari dan fertilitas menurun hingga 50% (Gambar 3 A dan B).

Perubahan posisi bunga ini diyakini memiliki hubungan dengan mekanisme pembentukan buah *seedless*. Mutan SoE (Gambar 3 A dan B) memiliki stigma yang jauh di atas kepala sari jika dibandingkan dengan bunga SoE induk (Gambar 2), menyerupai keprok Satsuma (Gambar 4) yang memiliki karakter *seedless* disebabkan mekanisme mandul jantan. Jika dilihat pada gambar, seperti halnya keprok Satsuma, Soe mutan memiliki persentase polen steril (terlihat transparan pada Gambar 3) yang lebih banyak dibanding induknya. Kombinasi posisi stigma yang tidak terjangkau kepala sari dan fertilitas yang rendah mungkin menurunkan kemampuan penyerbukan.



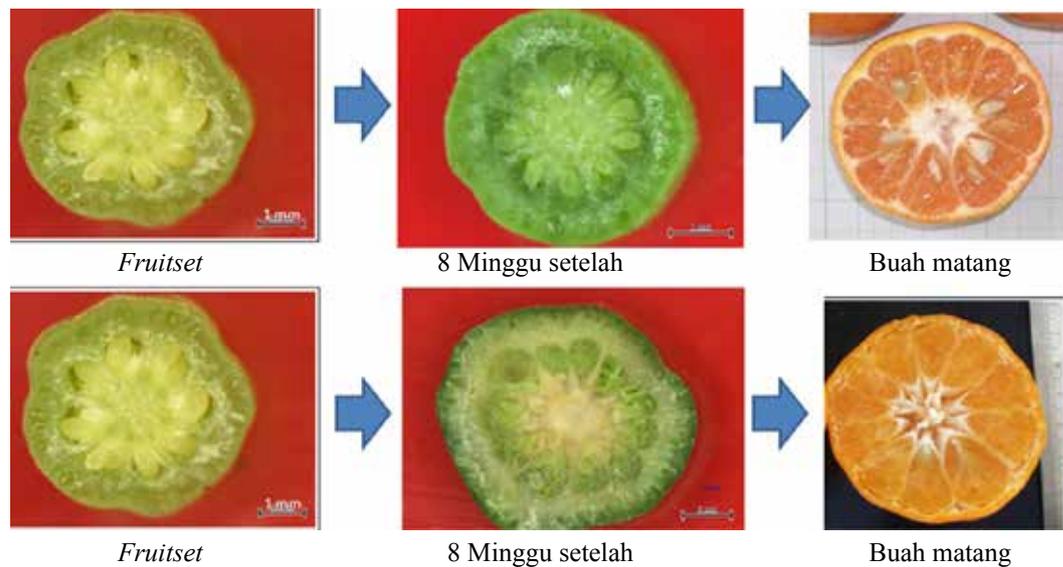
Gambar 2. Morfologi bunga dan polen keprok SoE (A) dan Satsuma (B)



Gambar 5. Keragaman posisi kepala putik terhadap kepala sari dan fertilitas polen pada satu pohon

Keragaman lain bunga SoE mutan adalah kepala putik berada pada posisi di bawah kepala sari (Gambar 4) dengan penurunan jumlah polen fertil yang lebih rendah daripada SoE induk (Gambar 2A), namun lebih tinggi dibanding mutan lain (Gambar 3). Kondisi ini sebenarnya masih memungkinkan terjadinya proses fertilisasi, namun buah *seedless* masih dominan terbentuk. Mekanisme pembentukan buah *seedless* pada tipe tanaman dengan bunga ini belum diketahui secara pasti.

Keragaman yang unik adalah ditemukannya posisi kepala putik dan kepala sari yang beragam dalam satu individu tanaman (Gambar 5) disertai dengan keragaman level fertilitas polen. Karakter ini dijumpai pada percabangan yang berbeda mengindikasikan keragaman kimera yang terjadi.



Gambar 6. Perkembangan buah jeruk keprok SoE induk (A) dan mutannya (B)

Ini dapat dipahami karena mutagenesis dilakukan pada bagian multiseluler (mata-tunas), dimana banyak sel yang terlibat mutagenesis dengan level kerusakan atau perubahan yang berbeda.

Fenomena Ovul Abortus Buah Jeruk Keprok SoE Mutan

Mekanisme biji abortus menjadi daya tarik pembentukan buah *seedless*. Hasil pengamatan pada buah muda menunjukkan bahwa, secara umum, buah *seedless* ternyata tidak terbentuk sejak awal. Irisan memotong pada buah yang berada pada fase awal pembentukan buah (*fruit set*), memperlihatkan ovul yang normal. Namun, pada perkembangan selanjutnya, biji mengalami abortus pada umur 8 minggu setelah antesis (Gambar 6B). Peristiwa ini tidak terjadi pada tanaman induk jeruk keprok SoE yang membentuk calon biji (Gambar 6A).

Fenomena biji abortus disebabkan oleh proses meiosis yang abnormal atau terjadi kecacatan selama perkembangan endosperm (Varoquaux *et al.* 2000, Mesejo *et al.* 2014). Pada jeruk mutan Mukaku kishu (*Citrus kinokuni* hort ex Tanaka), fenomena biji abortus disebabkan oleh perkembangan awal biji yang tertahan sebagai akibat ketidakseimbangan kromosom antara embrio dan endosperm (Yamasaki *et al.* 2009). Pada beberapa jenis buah seperti semangka dan anggur, awalnya endosperm berkembang normal, namun seiring dengan perkembangan biji terjadi keragaman (Mesejo *et al.* 2014).

KESIMPULAN

Radiasi sinar gamma pada jeruk SoE menyebabkan munculnya sifat *seedless*. Salah satu penyebabnya adalah perubahan morfologi bunga dan interaksinya dengan penurunan persentase polen fertil. Mekanisme *seedless* lainnya adalah proses abortus ovul yang terjadi pada umur delapan minggu setelah antesis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Crowley, JR 2011, 'A molecular genetic approach to evaluate a novel seedless phenotype found in tango, a new variety of Mandarin developed from gamma-irradiated W. Murcott', Dissertation, University of California Riverside, 179 pp.
2. Gambetta, G, Gravina, A, Fasiolo, C, Fornero, C, Galiger, S, Inzaurrealde, C & Rey, F 2013, 'Self-incompatibility, parthenocarpy, and reduction of seed presence in 'Afourer' mandarin', *Scientia Horticulturae*, vol. 164, pp. 183-8.
3. Hu, Z, Zhang, M, Wen, Q, Wei, J, Yi, H & Deng, X 2007, 'Abnormal microspore development leads to pollen abortion in a seedless mutant of 'Ougan' Mandarin (*Citrus suavissima* Hort. ex Tanaka)', *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, vol. 132, no. 6, pp. 777-82.
4. Jianfeng, H, Yonghua, Q, Hongxia, M, Zhunyang, Z, Zixing, Y & Guibing, H 2012, 'Molecular marker analysis of 'Shatangju' and "Wuzishatangju' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco)', *African Journal of Biotechnology*, vol. 11, no. 89, pp. 15501-9.

5. Mesejo, C, Muñoz-Fambuena, N, Reig, C, Martínez-Fuentes, A & Agustí, M 2014, 'Cell division interference in newly fertilized ovules induces stenopermy in cross-pollinated citrus fruit', *Plant Science*, vol. 225, pp. 86-94.
6. Raza, H, Khan, MM & Khan, AA 2003, 'Seedlessness in Citrus', *Int. J. Agri. Biol.*, vol. 5, pp. 388-91.
7. Roose, ML & William, TE 2007, *Mandarin tree named 'Tango'*, US Plant Patent PP17,863.
8. Vardi, A, Levin, I & Carmi, N 2008, 'Induction of seedlessness in citrus: From classical techniques to emerging biotechnological approaches', *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, vol. 133, no. 1, pp. 117-26.
9. Varoquaux, F, Blanvillain, R, Delseny, M & Gallois, P 2000, 'Less is better: New approaches for seedless fruit production', *Trends Biotechnol.*, vol. 18, pp. 233-42.
10. Yamamoto, M & Tominaga, S 2002, Relationship between seedlessness of Keraji (*Citrus keraji* hort. ex Tanaka) and female sterility and self-incompatibility', *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, vol. 71, pp. 183-6.
11. Yamasaki, A, Kitajima, A, Ohara, N, Tanaka, M & Hasegawa, K 2009, 'Characteristics of arrested seeds in Mukaku Kishu-type seedless citrus', *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, vol. 78, pp. 61-7.
12. Ye, W, Qin, Y, Ye, Z, da Silva, JAT, Zhang, L, Wu, X, Lin, S & Hu, G 2009, 'Seedless mechanism of a new mandarin cultivar 'Wuzishatangju' (*Citrus reticulata* Blanco)', *Plant Science*, no. 177, pp. 19-27.

Farida Yulianti dan Dita Agisimanto

Balai Penelitian Tanaman Jeruk

dan Buah Subtropika

Jln. Raya Tlekung no. 1, Junrejo,

Kotak Pos 22, Kota Batu, Jawa Timur 65301

E-mail: adiraf212@gmail.com