

# Studi Poliembryoni dan Penentuan Tingkat Kemasakan Fisiologis Benih Japansche Citroen Berdasarkan Warna Kulit Buah (*Studies On Polyembryony and Determination of Physiological Maturity of Japansche Citroen Seed Based On Fruit Skin Color*)

Andrini, A<sup>1)</sup>, Suharsi, TK<sup>2)</sup>, dan Surahman, M<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Jl. Raya Tlekung No 1, Junrejo, Batu 65301

<sup>2)</sup>Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

E-mail : anis\_arr@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 16 Juli 2013 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 16 September 2013

**ABSTRAK.** Buah jeruk JC harus dipetik pada saat masak fisiologis untuk mendapatkan benih bermutu tinggi. Pada umumnya benih masak fisiologis saat berat kering benih optimum dan vigor optimum. Sementara itu benih JC bersifat poliembryoni, diduga dapat memengaruhi mutu benih. Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi tentang karakter poliembryoni, menentukan tingkat kemasakan fisiologi benih dan mengetahui pengaruh tingkat kemasakan benih terhadap *multiple seedling* dan *off type* pada benih JC. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu, Nursery, dan Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, pada Bulan Juli-Oktober 2012. Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui karakter poliembryoni benih JC. Percobaan di nursery menggunakan rancangan acak kelompok lengkap satu faktor tingkat kemasakan buah dengan tiga ulangan. Pengamatan terhadap beberapa variabel dilakukan untuk mengetahui mutu fisik, fisiologis, genetis, dan jumlah semaian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih JC mempunyai 1–6 embrio yang dapat tumbuh menjadi 1–4 semaian. Berat kering benih JC tidak dipengaruhi secara nyata oleh tingkat kemasakan buah karena adanya keragaman tingkat kemasakan embrio di dalam benih. Tingkat kemasakan fisiologis benih JC dapat ditandai dengan indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah optimum yang diperoleh pada saat buah berwarna kuning lebih dari 90% merata dengan karakter warna kulit benih krem kecoklatan dan embrio dominan krem. Tingkat kemasakan buah tidak berpengaruh nyata terhadap persentase *multiple seedling* dan persentase semaian *off type*. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendapatkan *multiple seedling* yang banyak dan semaian *off type* yang sedikit.

Katakunci : Japansche Citroen; Kemasakan fisiologis; *Multiple seedling*; *Off type*

**ABSTRACT.** JC citrus fruit should be picked at the time physiological maturity to get a high quality seed. In general, physiological maturity seeds reached at the seed dry weight and vigor optimum. While the seeds are polyembryony that might impact on quality of seeds. So that this research needs to be done. The aim of this research were to get information about polyembryony, to determine physiological maturity of JC seed, to know fruits maturity affect to multiple seedling and off type percentage. This research was conducted at Integrated Laboratory, Nursery, and Experimental Field, Indonesian Citrus and Subtropical Fruits Research Institute, on July to October 2012. Descriptive analysis was used for identification polyembryonic. Experiment in nursery using one factor randomized complete block design with three replications. Observations on some variables was conducted to determine the quality of the physical, physiological, genetic, and number of seedlings. The results showed that JC have 1–6 embryos per seed but its only have 1–4 survive seedlings per seed. JC seed dry weight was not affected by seed maturity because of embryos maturity varians in a seed. Seed physiological maturity was attain in optimum vigor index, speed germination, and germination capacity. JC seed physiological maturity was reached in fruits with more than 90% fruit skin color is yellow. Seed maturity base on fruits maturity level doesn't affect significantly on percentage of multiple and off type seedling. Further research is needed to do to get a lot of multiple seedling and slightly off type.

Keywords : Japansche Citroen; Physiological maturity; Multiple seedling; Off type

Japansche Citroen (JC) (*Citrus limonia* Osbeck) merupakan salah satu jenis batang bawah jeruk varietas unggul yang banyak digunakan di Indonesia. Keunggulan batang bawah jeruk JC yaitu mempunyai daya adaptasi yang luas, kompatibel dengan berbagai varietas jeruk batang atas, meningkatkan vigor batang atas, dan dapat bertahan dengan baik pada kondisi lahan rawa daerah pasang surut (Dwiastuti *et al.* 2007, Putri 2002, Supriyanto & Setiono 2008).

Batang bawah dapat memengaruhi kualitas batang atas, sehingga perlu ketersediaan benih JC bermutu tinggi. Hingga saat ini benih JC diperjualbelikan dalam

bentuk biji dan belum ada sertifikasi mutu benih. Sertifikasi mutu benih hanya dilakukan pada benih batang atas yang disambung dengan batang bawah. Sementara itu beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas batang bawah yang digunakan dapat memengaruhi volume kanopi, ukuran buah, total asam, total gula, dan total jus jeruk (Muhtaseb & Ghnaim 2006, Yildirim *et al.* 2010).

Mutu benih mencakup empat hal yaitu mutu fisik, fisiologis, genetis, dan patologis. Mutu fisik dan fisiologis benih dipengaruhi oleh tingkat kemasakan benih (Ilyas 2012). Benih mencapai masak fisiologis

pada saat benih (embrio) mencapai berat kering maksimum dan saat disemai menunjukkan vigor dan viabilitas yang tinggi (Hartman *et al.* 1997). Pada benih kakao dan tanjung, tingkat kemasakan fisiologis benih dapat diduga berdasarkan tingkat kemasakan fisiologis buah yang ditandai dengan perubahan warna kulit buah (Baharudin *et al.* 2011). Demikian pula benih tanjung dan *Citrus garrawayi*, perubahan warna kulit buah sebagai indikator kematangan buah berhubungan dengan daya berkecambah benih (Hamilton *et al.* 2008, Suita *et al.* 2008).

Benih JC bersifat poliembrioni yaitu di dalam sebuah benih terdapat lebih dari satu embrio yaitu embrio zigotik dan atau embrio nuselar. Adanya embrio nuselar menguntungkan dalam perbanyak tanaman batang bawah karena dapat dihasilkan tanaman yang secara genetik seragam dan identik dengan induknya (Kepiro & Roose 2007). Namun demikian, adanya tanaman *off type* yang berasal dari embrio zigotik merugikan dalam perbenihan jeruk batang bawah karena umumnya tanaman kurang vigor dan dapat menurunkan produksi buah batang atas (Altaf *et al.* 2001, Hussain *et al.* 2011). Saat kemasakan fisiologis benih berdasarkan warna kulit buah dan pengaruh poliembrioni benih terhadap mutu semaian JC perlu diketahui, sehingga diperoleh mutu fisik, fisiologis, dan genetik benih JC yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan saat kemasakan fisiologis benih jeruk JC berdasarkan warna kulit buah dan mengetahui pengaruh tingkat kemasakan fisiologis benih terhadap daya tumbuh benih, *multiple seedling*, semaian *off type*, dan semaian *true to type*. Hipotesis dalam penelitian ini yaitu benih telah mencapai masak fisiologis bila berat kering dan vigor maksimal, diperoleh pada buah warna kulit lebih dari 90% kuning. Benih JC masak fisiologis menghasilkan daya tumbuh benih dan *multiple seedling* terbanyak serta semaian *off type* paling rendah.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kebun, Nurseri, dan Laboratorium Terpadu Balitjestro, Batu, Jawa Timur pada Bulan Juli sampai dengan Oktober 2012.

### Bahan dan Alat

Benih yang diekstrak dari buah yang dipetik dari 10 tanaman jeruk JC dengan kriteria tingkat kemasakan buah berdasarkan warna kulit buah : (1) hijau tua, (2) hijau semburat kuning, (3) hijau kekuningan, (4) kuning > 90% merata, dan (5) kuning-oranye. Alat yang digunakan ialah pisau, pemeras jeruk, mikroskop, pinset.

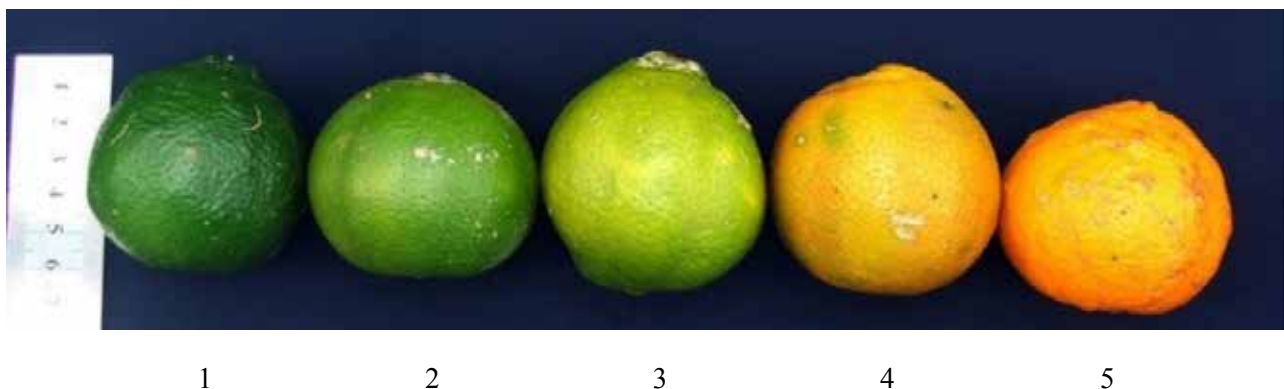
### Studi Poliembrioni Benih Jeruk Pada Lima Tingkat Kemasakan Buah

Sebanyak 30 benih dikupas dan diamati di bawah mikroskop binokular. Tolok ukur yang diamati ialah warna kulit benih, rerata embrio per benih, persentase poliembrioni, dan warna embrio dominan. Warna embrio dominan diamati pada embrio terbesar di dalam benih. Warna embrio dominan dibagi menjadi dua yaitu warna kotiledon dan warna plumula, radikula.

### Pengujian Mutu Fisik dan Fisiologis Benih

Mutu fisik dan fisiologis benih diduga menggunakan tolok ukur : kadar air benih (KA), berat kering benih (BKB), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh benih ( $K_{CT}$ ), dan daya berkecambah (DB).

Pengukuran kadar air dan berat kering benih dilakukan secara destruktif menggunakan rancangan acak lengkap satu faktor tingkat kemasakan buah berdasarkan warna kulit buah. Masing-masing perlakuan sebanyak 10 benih dan diulang sebanyak tiga kali. Pengujian kadar air benih dihitung dengan metode langsung menggunakan oven  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  selama  $17\pm 1$



**Gambar 1.** Gradasi warna kulit buah jeruk JC lima tingkat kemasakan buah (*Fruit skin color gradation on JC citrus on five fruit maturity levels*)

jam (ISTA 2010). Benih diiris-iris tipis, dimasukkan ke dalam wadah aluminium kemudian dioven. Benih yang telah dioven dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang berat keringnya. Kadar air benih dihitung dengan rumus:

$$KA (\%) = \frac{(M2-M3)}{(M2-M1)} \times 100\%$$

di mana :

KA = Kadar air benih,

M1 = Berat cawan,

M2 = Berat cawan + benih sebelum dioven,

M3 = Berat cawan + benih sesudah dioven.

Pengukuran berat kering benih dilakukan dengan mengeringkan benih dalam oven suhu 60°C selama 3x24 jam, setelah didinginkan dalam desikator beratnya ditimbang.

Pengujian mutu fisiologis benih pada persemaian untuk perhitungan indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah dilakukan dengan mengamati kecambah normal yang muncul sejak mulai tanam sampai dengan 30 hari. Kriteria kecambah normal jeruk yaitu munculnya dua daun pertama berwarna hijau dengan bentuk daun sempurna. Benih yang menghasilkan kecambah normal lebih dari satu tetap dihitung satu kecambah normal (ISTA 2010). Pengamatan kecambah normal hitungan satu dilakukan saat tanam sampai dengan 21 hari setelah tanam (KN1) dan hitungan terakhir diamati mulai 22 hari sampai dengan 30 hari setelah tanam (KN2) (Mulsanti 2002).

Indeks vigor (IV) menggambarkan vigor kecepatan tumbuh (Copeland & McDonald 2001), dihitung dengan rumus:

$$IV (\%) = \frac{\sum KN1}{\sum Benih} \times 100\%$$

Pengamatan kecepatan tumbuh dilakukan dengan mengamati jumlah kecambah normal yang muncul setiap hari (interval 24 jam) sampai dengan 30 hari setelah tanam. Kecepatan tumbuh benih dihitung berdasarkan Sadjad *et al.* 1999, sebagai berikut:

$$K_{CT} (\% / \text{etmal}) = \sum_{i=1}^n d$$

di mana :

$K_{CT}$  = Kecepatan tumbuh,

N = Kurun waktu perkecambahan,

d = Persentase kumulatif kecambah normal per etmal.

Daya berkecambah benih dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada hitungan pertama (KN1) dan hitungan kedua (KN2) (ISTA 2010), dengan rumus:

$$DB (\%) = \frac{\sum (KN1+KN2)}{\sum Benih} \times 100\%$$

### Mutu Genetis dan Jumlah Semaian

Mutu genetis dan jumlah semaiam diamati saat 3 bulan setelah tanam dengan tolok ukur daya tumbuh benih dan persentase *multiple seedling*.

Daya tumbuh dihitung berdasarkan jumlah benih yang tumbuh menjadi semaiam dibagi dengan jumlah benih yang ditanam dengan catatan untuk *multiple seedling* (benih yang menghasilkan lebih dari satu semaiam) hanya dihitung satu semaiam.

Persentase *multiple seedling* dihitung dengan rumus:

$$\text{Multiple seedling} (\%) = \frac{\sum BTMS}{\sum BTS} \times 100\%$$

di mana:

$\sum BTMS$  = Jumlah benih tumbuh menjadi *multiple seedling*,

$\sum BTS$  = Jumlah benih yang tumbuh menjadi semaiam (*multiple seedling* dan semaiam tunggal).

Total semaiam hidup dihitung berdasarkan total semaiam yang tumbuh pada setiap unit percobaan. *Multiple seedling* dihitung secara keseluruhan.

Persentase semaiam *off type* dihitung berdasarkan persentase semaiam *off type* dari total semaiam hidup. Semaiam *off type* yaitu semaiam yang secara morfologi berbeda dengan semaiam JC sesungguhnya (*true to type*). Total semaiam *true to type* dihitung berdasarkan jumlah keseluruhan *true to type* dari total semaiam hidup (Gambar 2).

Data yang dikumpulkan dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) dengan bantuan *software* SAS 9.0. Apabila diperoleh hasil analisis ragam yang berpengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan *Duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Poliembriani Benih JC

Hasil evaluasi pada benih-benih menunjukkan karakter-karakter yang berbeda mendominasi pada masing-masing tingkat kemasakan benih berdasarkan



**Gambar 2.** Semaian JC *true to type* (1) dan *off type* (2,3,4) (JC seedling of *true to type* (1) and *off type* (2,3,4))

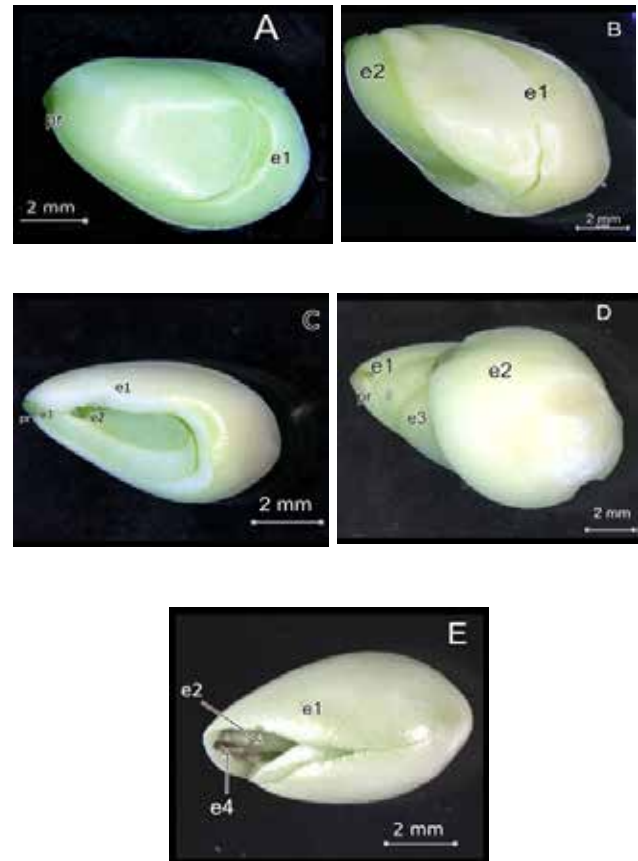
warna kulit buah. Gambar 3 menunjukkan semakin masak benih warna embrio dominan semakin berwarna krem dan tidak terlihat adanya warna kehijauan. Warna hijau pada embrio disebabkan adanya klorofil. Semakin masak benih warna hijau memudar dan pada tahap akhir tingkat kemasakan benih tidak terdapat warna hijau pada embrio. Saat benih masak terjadi perubahan warna yang disebabkan klorofil mengalami degradasi (Werker 1997). Benih dengan dua embrio umumnya menunjukkan tingkat kemasakan embrio yang hampir sama (Gambar 3A), sedangkan benih dengan lebih dari tiga embrio menunjukkan tingkat kemasakan yang beragam (Gambar 3C) dengan bentuk embrio yang tidak beraturan (Gambar 3D dan 3E). Hasil penelitian Soares-Filfo *et al.* 1992 menunjukkan apabila jumlah embrio per benih semakin banyak keragaman tingkat kemasakan embrio di dalam benih semakin tinggi karena tingginya kompetisi antarembrio.

Embrio-embrio dalam benih JC tampak bergerombol di-*microfilar* dengan bentuk yang kadang-kadang tidak beraturan. Posisi embrio nuselar di-*microfilar* diduga disebabkan kebergantungan embrio nuselar terhadap perkembangan endosperm. Keberadaan endosperm mendukung perkembangan embrio nuselar pada *microfilar* tetapi menekan pertumbuhannya di-*khalazal* (Kishore *et al.* 2012). Jeruk dengan biji poliembrioni mempunyai ukuran kotiledon beragam dan beberapa embrio berukuran kecil dengan perkembangan kotiledon yang lambat (Gambar 3).

Terdapat keragaman dalam rerata jumlah embrio, persentase benih poliembrioni dan monoembrioni pada lima tingkat kemasakan benih (Tabel 1). Persentase

benih poliembrioni JC pada penelitian ini 53,34–73,32% (Tabel 1) lebih rendah daripada *Citrus reshni* yaitu 79,4–90,1% (Andrade-Rodriguez *et al.* 2005). Persentase benih yang mempunyai dua embrio lebih banyak dibandingkan 3, 4, 5, dan 6 embrio/benih.

Embrio tidak selalu berkembang menjadi kotiledon dan hanya berkembang sampai fase globular dan *heart*. Hal ini ditemukan di dalam benih fase kemasakan V seperti tampak pada Gambar 4. Perkembangan embrio sampai dengan fase globular dan torpedo



**Gambar 3.** Keragaan poliembrioni benih JC dari buah tingkat kemasakan I (A), II (B), III (C), IV (D), dan V (E); e1. embrio kesatu, e2. embrio kedua, e3. embrio ketiga, dan e4. embrio keempat (*Polyembryony performance of JC seed from fruit maturity phase I (A), II (B), III (C), IV (D), and V (E); e1. first embryo, e2. second embryo, e3. third embryo, and e4. fourth embryo*)

ditemukan pada biji jeruk hasil persilangan yang tidak berkembang (Aleza *et al.* 2010). Penyebab tidak lengkapnya perkembangan embrio sampai fase kotiledon diduga karena tidak terbentuknya endosperm atau terjadi disfungsi endosperm (Jaskani *et al.* 2005).

**Tabel 1. Poliembriani benih pada lima tingkat kemasakan buah pada JC (*JC seed polyembryony from five fruits maturity level*)**

Variabel pengamatan (Observed variable)	Tingkat kemasakan benih berdasarkan tingkat kemasakan buah (Seed maturity level based on fruit maturity level)				
	I	II	III	IV	V
Rerata jumlah embrio/benih	1,67	2,3	3,0	1,67	2,3
Benih monoembriani (%)	36,67	43,33	26,67	46,66	43,33
Benih poliembriani (%) :	63,33	56,67	73,33	53,34	56,67
2 embrio/benih (%)	40,00	23,33	46,67	20	23,33
3 embrio/benih (%)	20,00	13,33	23,33	20	13,33
4 embrio/benih (%)	3,00	13,33	0	6,67	3,33
5 embrio/benih (%)	0	6,67	3,33	6,67	6,67
6 embrio/benih (%)	0	0	0	0	3,33

Kemasakan buah berdasarkan warna kulit (*Fruit maturity based on skin color*)

Menurut Koltunow (1993), sumber nutrisi yang cukup penting dalam embriogenesis nuselar biasanya disuplai oleh endosperm.

#### Mutu Fisik dan Fisiologis Benih dari Lima Tingkat Kemasakan Buah Berdasarkan Warna Kulit Buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat kemasakan buah berpengaruh nyata terhadap kadar air, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah benih tetapi tidak berpengaruh nyata

terhadap berat kering 10 benih. Rerata berat kering 10 benih dan hasil uji DMRT kadar air, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah ditampilkan dalam Tabel 3.

Terdapat kecenderungan bahwa semakin masak benih, maka kadar air benih menurun. Benih tingkat kemasakan I menunjukkan kadar air paling tinggi berbeda nyata dengan benih tingkat kemasakan II, IV, dan V. Kadar air benih tingkat kemasakan III tinggi dan tidak berbeda nyata dengan tingkat kemasakan I diduga disebabkan persentase benih poliembriani yang paling tinggi dibandingkan dengan keempat tingkat kemasakan benih. Benih dengan banyak embrio menyebabkan semakin banyak embrio belum masak (hasil studi poliembriani) dan diduga memengaruhi kadar air benih.

Berat kering benih maksimum dapat menjadi indikator tercapainya saat masak fisiologi (Hartmann et al. 1997), namun dalam kasus benih poliembriani pada benih JC berat kering benih tidak dipengaruhi secara nyata oleh tingkat kemasakan buah. Benih JC poliembriani mempunyai lebih dari satu embrio yang berbeda tingkat kemasakannya sehingga didapatkan keragaman berat kering benih dalam lot benih.

Indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah mempunyai kecenderungan meningkat dan optimum pada benih dari buah tingkat kemasakan IV kemudian menurun pada tingkat kemasakan V. Benih dari buah tingkat kemasakan IV mencapai masak fisiologis, sehingga benih dapat dipanen pada buah dengan ciri warna kulit kuning 90% merata, warna kulit benih krem kecoklatan, dan warna embrio krem. Penelitian Hamilton et al. 2007 pada *C. garrawayi* juga menunjukkan bahwa benih masak dengan kulit warna krem lebih cepat berkecambah dibandingkan dengan benih belum masak yang berwarna kehijauan.



**Gambar 4. Biji dari buah tingkat kemasakan V dengan embrio-embrio yang tidak berkembang sampai dengan fase hearth. G. fase globular, H: fase hearth (Seed from 5<sup>th</sup> maturity level which are undevelopment embryos hearth phase G. globular phase, H. hearth phase)**

**Tabel 3. Pengaruh tingkat kemasakan buah terhadap mutu fisik dan fisiologis benih JC (Effect of fruit maturity to physic and physiological seed quality)**

Tingkat kemasakan buah (Fruit maturity level)	KA (%)	BKB (g)	IV (%)	K <sub>CT</sub> (% /etmal)	DB (%)
I	48,21 a	0,59 a	6,0 b	6,97 d	44,00 d
II	38,50 b	0,61 a	12,67 b	11,90 ab	67,67 ab
III	40,97 ab	0,64 a	10,67 b	10,75 bc	65,67 bc
IV	33,97 b	0,66 a	25,00 a	13,22 a	74,33 a
V	33,87 b	0,59 a	7,67 b	9,54 d	58,67 c

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf  $\alpha = 5\%$ . KA = Kadar Air, BKB = Berat Kering 10 Benih, IV = Indeks Vigor; K<sub>CT</sub> = Kecepatan Tumbuh, DB = Daya Berkecambah (Same number in the same column is not significant different in DMRT in  $\alpha = 5\%$ . MC : Moisture Content, SDW : 10 Seeds Dry Weight, VI = Vigor Index, SG: Speed Germination, GP : Germination Percentage)

Benih dari buah tingkat kemasakan I menunjukkan berat kering benih, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah yang terendah. Semua variabel mutu fisiologis benih dari buah tingkat kemasakan II dan III tidak berbeda nyata, diduga merupakan satu tingkat kemasakan meskipun berasal dari buah dengan warna kulit berbeda. Vigor dan viabilitas benih tingkat kemasakan V lebih rendah daripada benih dari tingkat kemasakan IV, sehingga benih pada fase ini telah melewati masak fisiologis. Buah tingkat kemasakan I dan V menghasilkan benih-benih yang belum masak dan telah lewat masak fisiologis menyebabkan rendahnya perkecambahan. Buah dengan karakter kulit buah hijau tua dan oranye tidak disarankan digunakan sebagai sumber dalam mendapatkan benih JC.

**Pengaruh Tingkat Kemasakan Buah Terhadap Mutu Genetis dan Jumlah Semaian**

Benih poliembrioni mempunyai karakter fisiologis yang berbeda dengan benih monoembrioni karena dapat menghasilkan semaian lebih dari satu per benih (*multiple seedling*). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat kemasakan buah tidak berpengaruh

nyata terhadap persentase *multiple seedling* dan *off type*. Tingkat kemasakan benih berpengaruh nyata terhadap daya tumbuh benih, total semaian hidup, dan total semaian *true to type*.

Tabel 4 menunjukkan persentase *multiple seedling* benih JC 11,38–20,33%. Persentase *multiple seedling* nampak pada benih dari buah tingkat kemasakan III yang didominasi dua semaian/benih. Benih JC mempunyai 1–6 embrio, namun maksimal hanya 4 semaian/benih yang tumbuh, diduga terdapat kompetisi antarembrio dalam benih membuat embrio yang berukuran lebih besar dan masak muncul terlebih dahulu dibandingkan embrio yang berukuran lebih kecil dan belum masak.

Jumlah benih tumbuh menjadi semaian, total semaian hidup dan semaian *true to type* benih dari buah tingkat kemasakan III paling tinggi, tidak berbeda nyata dengan benih dari buah tingkat kemasakan II dan IV meskipun indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah lebih rendah daripada benih tingkat kemasakan IV. Hal ini disebabkan persentase *multiple seedling* benih dari buah tingkat kemasakan III lebih

**Tabel 4. Pengaruh tingkat kemasakan buah terhadap daya tumbuh benih, persentase multiple seedling, total semaian hidup, persentase semaian off type, dan total semaian true to type (Effect of fruits maturity level to multiple seedling, total seed become seedling, off type seedling percentage, and total true to type seedling)**

Variabel pengamatan (Observed variable), %	Tingkat kemasakan buah (Fruits maturity level)				
	I	II	III	IV	V
Daya tumbuh benih	80,67 b	86,67 a	92,00 a	91,00 a	79,67 b
<i>Multiple seedling</i> :	12,39	14,44	20,33	11,38	11,27
2 semaian/benih	12,39	13,34	18,87	11,38	10,83
3 semaian/benih	0	0,75	1,09	0	0,39
4 semaian/benih	0	0	0,37	0	0
Total semaian hidup	90,67 b	99,33 ab	111,00 a	101,33 ab	88,67 b
Semaian <i>off type</i> :	6,00	10,34	9,33	10,34	7,33
Semaian <i>off type</i> pada <i>multiple seedling</i>	0	0,67	3,33	0,99	0,33
Semaian <i>off type</i> pada semaian tunggal	6,00	9,67	6,00	9,35	7,00
Total semaian <i>true to type</i>	84,67 b	89,00 ab	101,67 a	91,00 ab	81,33 b

tinggi daripada benih dari buah tingkat kemasakan IV. Berdasarkan hal tersebut persentase *multiple seedling* yang tinggi dapat menguntungkan karena meningkatkan total semaian hidup dan *true to type*. Semaian *true to type* yang tinggi dapat menjadi indikator mutu genetik benih yaitu keseragaman dan kebenaran benih.

Semaian *off type* dapat menurunkan kemurnian benih jeruk sehingga harus di-*roguing* (dicabut). Persentase semaian *off type* jeruk JC pada penelitian ini 6–10,34% dan lebih banyak muncul pada semaian tunggal. Persentase semaian *off type* yang tinggi pada semaian tunggal juga ditemukan pada jeruk Volkameriana yaitu 88,88% (Andrade-Rodriguez 2004).

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Benih JC mempunyai 1–6 embrio per benih yang dapat tumbuh menjadi 1–4 semaian per benih pada persemaian dengan media pasir.
2. Tingkat kemasakan fisiologis benih JC dicapai saat indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan daya berkecambah benih mencapai optimum yaitu diperoleh dari buah dengan warna buah kuning lebih dari 90%, warna kulit benih krem kecoklatan, dan warna embrio dominan krem.
3. Tingkat kemasakan buah tidak memengaruhi persentase *multiple seedling* dan semaian *off type*.
4. Berat kering benih tidak disarankan digunakan dalam penentuan tingkat kemasakan fisiologis benih jeruk poliembrioni khususnya jeruk JC.

## PUSTAKA

1. Altaf, N, Murwat, EK, Bhatti, IA & Iqbal, MM 2001, 'Nuselus regeneration and polyembryony of citrus cultivars', *Pak.J.Bot.*, vol. 33, no. 2, pp 211-5.
2. Aleza, P, Jua'rez, J, Ollitrault, P & Navarro, L 2010, 'Polyembryony in non-apomictic citrus genotypes', *Annals*, no. 106, pp. 533-45.
3. Andrade-Rodríguez, M, Villegas-Monter, A, Carrillo-Castañeda, G & García-Velázquez, A 2004, 'Polyembryony and identification of Volkamerian lemon zygotic and nucellar seedlings using RAPD', *Pesq. Agropec. Bras., Brasília*, vol. 39, no. 6, pp 551-9.
4. Andrade-Rodriguez, M, Villegas-Monter, A, Gutierrez-Espinosa, A, Carrillo-Castañeda, G & García-Velázquez, A 2005, 'Polyembryony and RAPD markers for identification of zygotic and nucellar seedling in citrus', *Agrociencia.*, no. 39, pp. 378-3.
5. Baharudin, Suhartanto, MR, Ilyas, S & Purwantara, A, 2011, 'Perubahan biologis dan fisiologis sebagai indikator masak benih kakao hibrida', *J. Littri*, vol. 17, no. 2, hlm. 41-50.

6. Copeland, LO & Mc Donald, WB 2001, *Principles of seed science and technology*, ed. ke-8, Boston/Dordrecht/London, Kluwer Academic Publishers.
7. Dwiasuti, ME, Wiratno, A, Sumardi & Sukadi 2007, 'Respons ketahanan varietas batang bawah jeruk introduksi terhadap penyakit busuk pangkal batang dan akar *Phytophthora* sp. di lahan Pasang Surut', *J. Hort. Edisi Khusus.*, no. 3, hlm. 259-65.
8. Hamilton, KN, Ashmore, SE, Drew RA & Pritchard, HW 2007, 'Seed morphology and ultrastructure in *Citrus garrawayi* (Rutaceae) in relation to germinability', *Austr J. Bot.*, vol. 55, no. 6, pp. 618-27.
9. Hartmann, HT, Kester, DE, Davies, FT & Geneve, RL 1997, *Plant propagation: Principles and practices*, Prentice Hall. New Jersey.
10. Hussain, S, Curk, F, Ollitrault, P, Morrilllon, L & Luro, F 2011, 'Facultative apomixis and chromosome doubling are sources of heterogeneity in citrus rootstock trials: Impact on clementine production and breeding selection', *Scientia Horticulturae*, no. 130, pp. 815-9.
11. Ilyas, S 2012, *Ilmu dan teknologi benih : teori dan hasil-hasil penelitian*, IPB Press, Bogor.
12. ISTA (The International Seed Testing Association) 2010, *International Rules for Seed Testing*, ISTA, CH-Switzerland.
13. Jaskani, MJ, Khan, IA & Khan, MM 2005, 'Fruit set, seed development and embryo germination in interploid crosses of citrus', *Scientia Horticulturae*, no. 107, pp. 51-7.
14. Kepiro, JL & Roose, ML 2007, 'Nucellar Embryony', In Khan, IA (ed.). *Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology*. London (GB), Biddlles Ltd, Kings Lynn, pp. 141-9.
15. Kishore, K, Monika, Rinchen, Lepcha, B & Pandey, B 2012, 'Polyembryony and seedling emergence traits in apomictic citrus', *Science Horticulturae*, no. 138, pp. 101-7.
16. Koltunow, A 1993, 'Apomixis: embryo sacs and embryo formed without meiosis or fertilization in ovules', *The Plant Cell.*, no. 5, pp. 1425-37.
17. Muhtaseb & Ghnaim 2006, 'Effect of four rootstocks on fruit quality of sweet orange c.v Shamouti under jordan valley conditions', *Emirj. Agric. Sci.*, vol. 18, no. 1, pp. 33-9.
18. Mulsanti, IW 2002, 'Pengaruh lama pengeringan terhadap viabilitas benih jeruk JC (Japanese Citroen)', Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
19. Putri, LAP 2002, 'Karakteristik fisiologi karakter vegetatif jeruk besar Cikoneng dan Nambangan pada beberapa batang bawah', Tesis, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
20. Ruiz, C, M. Paz Breto & Asins, MJ 2000, 'A quick methodology to identify sexual seedlings in citrus breeding programs using SSR markers', *Euphytica*, no.112, pp. 89-94.
21. Sadjad, S, Murniati, E, & Ilyas, S 1999, *Parameter pengujian vigor benih dari komparatif ke simulatif*, PT Grasindo, Jakarta.
22. Soares-Filfo, WS, Vascuez, JE, da Cunha, MAP, da Cunha, Sobrino, AP & Passos, OS 1992, 'Degree of polyembryony, size, and survival of the zygotic embryo in citrus', *Proceeding International Society, Citricult*, no. 1, pp. 135-8.
23. Suita, E, Nurhasybi & Haryadi, D 2008, 'Pengaruh tingkat kemasakan buah terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit tanjung (*Mimusops elengi* L.)', *Mitra Hutan Tanaman*. vol.3. No 2. Hlm 71-8.

24. Supriyanto, A & Setiono 2008, 'Keragaan pertumbuhan jeruk siam Banjar pada 11 varietas batang bawah di lahan pasang surut', *Prosiding Seminar Nasional Jeruk*, Puslitbang Hortikultura, Badan Litbang Pertanian. Jakarta, hlm. 228-34.
25. Werker, E 1997, *Seed Anatomy*, Gebruder, Berlin.
26. Yildirim, B, Yesiloglu, T, Kamiloglu, MU, Incesu, M, Tuzcu, O & Cimen, B 2010, 'Fruit yield and quality of Santa Teresa lemon on seven rootstocks in Adana (Turkey)', *Afr. J. Agric. Res.*, vol. 5, no 10, pp. 1077-81.