

Peranan GA_3 terhadap Kerontokan dan Kualitas Buah Jeruk Pamelu Berbiji dan Tidak Berbiji

The Role of GA_3 on Fruit Drop and Fruit Quality of Seeded and Seedless Pummelo

Ummu Kalsum^{1,2}, Slamet Susanto^{3*}, Ahmad Junaedi³, Nurul Khumaida³⁺, dan Heni Purnamawati³

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Indonesia

³Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(IPB University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 8 November 2021/Disetujui 15 Desember 2021

ABSTRACT

Fruit drop occurs frequently and causes low fruit harvesting. The information about the use of the hormone GA_3 in suppressing fruit drop in pummelo is still not available. This research aimed to examine the role of GA_3 on fruit drop and fruit quality in seeded and seedless pummelo. This research was conducted from December 2019 until June 2020 in Tambakmas Village, Sukomoro District, Magetan Regency. The experiment used a nested design with two factors, i.e., cultivars as the main factor (Bali Merah 1 and Bali Merah 2) and spraying GA_3 as a nested factor (without spraying GA_3 , sprayed with GA_3 at 1st week after anthesis (WAA), and sprayed with GA_3 at 1st and 3rd WAA). Bali Merah 1 belongs to seeded pummelo, while Bali Merah 2 is a seedless pummelo. The observation variables consisted of the concentration of GA_3 at 4th, 5th, and 6th WAA, final set, the number of fruit drop, fruit weight and diameter, edible portion, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), TSS/ATT ratio, and vitamin C. The result showed that the GA_3 spraying increased the final set of pummelo but the treatment had no significant affected on fruit weight, fruit diameter, TTA, TSS/TTA ratio, and vitamin C content. The GA_3 spraying at 1st and 3rd WAA suppressed fruit drop and increased the GA_3 concentration of fruit at 4th, 5th and 6th WAA, the edible portion and TSS of pummelo fruit.

Keywords: final set, total titratable acidity, total soluble solids, vitamin C

ABSTRAK

Kerontokan buah sering terjadi dan menyebabkan rendahnya panen buah. Informasi penggunaan hormon GA_3 dalam menekan kerontokan buah pada jeruk pamelu masih belum tersedia. Riset ini bertujuan untuk mengkaji peranan GA_3 terhadap kerontokan dan kualitas buah jeruk pamelu berbiji dan tidak berbiji. Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2019 sampai Juni 2020 di Desa Tambakmas, Kecamatan Sukomoro Kabupaten Magetan. Desain percobaan menggunakan rancangan tersarang, dimana faktor utama adalah kultivar (Bali Merah 1 dan Bali Merah 2) dan faktor tersarang adalah penyemprotan GA_3 (tanpa disemprot GA_3 , penyemprotan GA_3 pada 1 minggu setelah antesis (MSA) dan penyemprotan GA_3 pada 1 dan 3 MSA). Bali Merah 1 tergolong pada pamelu berbiji, sedangkan Bali Merah 2 adalah pamelu tidak berbiji. Peubah pengamatan meliputi konsentrasi GA_3 buah pada 4, 5, dan 6 MSA, final set, jumlah buah rontok, bobot dan diameter buah, bagian dapat dimakan (BDD), padatan terlarut total (PTT), asam tertitrasi total (ATT), rasio PTT/ATT dan vitamin C. Hasil menunjukkan bahwa penyemprotan GA_3 meningkatkan final set namun tidak memberikan pengaruh nyata pada bobot buah, diameter buah, ATT, rasio PTT/ATT dan kandungan vitamin C. Penyemprotan GA_3 pada 1 dan 3 MSA menekan jumlah buah rontok serta meningkatkan konsentrasi GA_3 buah pada 4, 5, dan 6 MSA, BDD dan PTT buah.

Kata kunci: asam tertitrasi total, final set, padatan terlarut total, Vitamin C

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: slmtsanto@gmail.com

+ Wafat pada Maret 2020

PENDAHULUAN

Permasalahan dalam produksi tanaman jeruk seringkali terjadi, seperti kerontokan buah pada stadia awal perkembangan buah dan kerontokan menjelang panen. Kedua hal tersebut akan mengurangi produksi buah. Taiz dan Zeiger (2002) menyatakan bahwa absisi atau kerontokan buah merupakan proses lepasnya suatu buah dari pohon. Absisi ini terjadi pada zona absisi yang terletak pada tangkai buah, dimana proses ini umumnya diawali dengan diferensiasi suatu lapisan absisi pada zona absisi. Bisht *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa absisi organ buah dapat terjadi pada awal perkembangan buah atau saat buah akan memasuki periode panen.

Beberapa kultivar jeruk pameo berbunga hanya satu kali dalam setahun, yakni mayoritas berbunga pada akhir Oktober sampai Desember (Kalsum *et al.*, 2021). Pembungaan yang terjadi hanya sekali ini memerlukan perhatian untuk meningkatkan jumlah buah panen dan keberlanjutan ketersediaan buahnya. Peningkatan jumlah buah panen tergantung pada kemampuan setiap kultivar dalam mempertahankan retensi buah pada pohon sampai matang.

Li *et al.* (2017) dan Khefifi *et al.* (2020) melaporkan bahwa kerontokan buah pada waktu tertentu dipengaruhi oleh hara buah, potensi genetik, konsentrasi hormon dan lingkungan. Susanto *et al.* (2011) menyatakan bahwa jeruk pameo di Indonesia terbagi menjadi pameo berbiji (biji per buah >10) dan pameo tidak berbiji (biji per buah <10). Keberadaan biji pada buah diduga mempengaruhi kemampuan retensi buah. Menurut Pattison *et al.* (2014) biji merupakan sebuah sumber difusi maupun transport auksin, dimana konsentrasi auksin di biji lebih tinggi dibandingkan jaringan lainnya di dalam buah.

Salah satu cara mengurangi kerontokan buah adalah pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT). Beberapa riset pada buah telah dilakukan menggunakan zpt auksin dalam bentuk 2,4-dichlorophenoxyacetic (2,4-D) dan naphthaleneacetic acid (NAA) serta giberelin dalam bentuk GA₃. Chauhan *et al.* (2020) menyatakan bahwa hormon yang digunakan untuk *fruit set* secara luas pada awalnya adalah auksin namun beberapa riset diperoleh hasil yang lebih baik adalah penggunaan giberelin.

Beberapa perlakuan hormon yang diaplikasikan dalam menekan kerontokan buah menunjukkan hasil terbaik menggunakan hormon giberelin, seperti pada jeruk manis dan jambu air (Ibrahim *et al.*, 2011; Tuan *et al.*, 2013). Pemberian GA₃ 100 ppm pada buah jeruk manis dan lemon menghasilkan buah retensi tertinggi (Ibrahim *et al.*, 2011; Mahesa dan Singh, 2018). Penyemprotan GA₃ dengan interval 15 hari (10 dan 25 Mei) pada lemon pada buah lemon mampu menekan pecah buah, meningkatkan bobot dan PTT buah (Shandu, 2013). Penyemprotan GA₃ *double* pada buah lemon cv. Assam meningkatkan jumlah bunga, buah muda dan hasil panen (Mahesa dan Singh 2018). Berdasarkan uraian tersebut, hormon GA₃ mampu menekan kerontokan buah dengan efektif sehingga diharapkan juga mampu menekan kerontokan buah pada jeruk pameo.

Informasi aplikasi hormon GA₃ dalam menekan kerontokan buah pada jeruk pameo masih belum tersedia. Penelitian ini bertujuan mengkaji peranan GA₃ dalam meningkatkan retensi buah serta kualitas buah jeruk pameo, baik pada kultivar pameo berbiji maupun pameo tidak berbiji.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2019 sampai Juni 2020 di sentra produksi pameo Desa Tambakmas, Kec. Sukomoro Kab. Magetan. Analisis konsentrasi GA₃ buah dilakukan di Laboratorium Residu Bahan Agrokimia Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Bogor. Analisis kualitas buah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanaman Prodi Agroekoteknologi, Universitas Trunojoyo Madura.

Bahan tanam yang digunakan adalah tanaman pameo berbiji (Bali Merah 1) dan pameo tidak berbiji (Bali Merah 2) yang dipakai berumur 6-7 tahun. Perawatan tanaman meliputi pemupukan menggunakan pupuk NPK 2 kg per pohon diberikan pada saat awal musim penghujan (Desember) dan pupuk kandang 10-12 kg per pohon pada awal musim kemarau (Mei). Pemangkasan dilakukan setelah panen pada cabang maupun ranting yang kering, sakit atau posisi cabang tidak tepat. Buah pameo dibungkus menggunakan plastik transparan pada umur 4 minggu setelah antesis (MSA) agar terhindar dari serangan hama. Pemanenan buah dilakukan saat buah berumur 24 MSA.

Desain percobaan menggunakan rancangan petak tersarang dua faktor, yaitu faktor utama adalah kultivar (Bali Merah 1 dan Bali Merah 2) sedangkan faktor tersarang adalah penyemprotan GA₃ (tanpa penyemprotan, penyemprotan GA₃ saat buah berumur 1 minggu setelah antesis (MSA) dan penyemprotan saat buah berumur 1 dan 3 MSA). Bali Merah 1 merupakan pameo berbiji sedangkan Bali Merah 2 adalah pameo tidak berbiji. Setiap unit percobaan diulang sebanyak 5 kali sehingga secara keseluruhan menggunakan 30 tanaman. Perlakuan penyemprotan hormon menggunakan larutan GA₃ murni dengan konsentrasi 100 ppm dengan 2x semprotan (\pm 4 mL) pada kedua sisi setiap buah. Jumlah buah yang dihasilkan per pohonnya berbeda dari setiap kultivar. Aplikasi spray dilakukan pada zona absisi buah muda (yakni bagian pangkal buah) di seluruh pohon. Perlakuan tanpa penyemprotan GA₃ dilakukan penyemprotan menggunakan air pada bagian pangkal buahnya.

Peubah yang diamati meliputi konsentrasi GA₃ (ppm) buah saat berumur 4, 5, dan 6 MSA, *final set*, jumlah buah rontok, bobot dan diameter buah panen, bagian dapat dimakan (BDD), padatan terlarut total (PTT), asam tertitrasi total (ATT), rasio PTT/ATT dan vitamin C. *Final set* dihitung saat buah berumur 12 MSA. Sampel buah yang dianalisis agar tetap segar disimpan dalam *coolbox* berisi *ice gel* untuk dianalisis GA₃ menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dengan metode Linskens dan Jackson (1987). Sampel segar 5 g dihaluskan, diekstraksi kemudian dilakukan analisis GA₃. Pelarut yang dipakai adalah MeOH 65% dengan fase diam C-18 dan fase cair metanol asam asetat (60:40) (v/v) serta dideteksi

pada detektor $\lambda=254$ nm. PTT diukur menggunakan Digital Atago PAL-J Brix Pocket Refractometer. ATT dianalisis memakai metode titrasi menggunakan NaOH dengan larutan indikator phenolphthalein (PP) (OECD, 2013). Sampel yang digunakan perasan buah sebanyak 25 g kemudian ditera hingga volume menjadi 250 mL. Sampel yang diperoleh kemudian ditetesi larutan indikator sebanyak tiga tetes lalu dilakukan titrasi. Iodium (Techinamuti dan Pratiwi, 2018). Sampel daging buah 10 g dan letakkan pada labu takar 100 mL, kemudian tambahkan air dan kocok. Larutan homogen tersebut disaring. Filtrate ditambah dengan larutan indikator amilum 1% sebanyak 1 mL kemudian titrasi dengan iodine 0.01 N.

Data percobaan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam taraf $\alpha = 0.05$. Apabila analisis sidik ragam menunjukkan hasil berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (Tukey) $\alpha = 0.05$ untuk mengetahui perlakuan terbaik menggunakan perangkat lunak SAS 9.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi GA_3 Buah Setelah Aplikasi Semprot GA_3

Konsentrasi GA_3 buah setelah penyemprotan GA_3 terlihat adanya perbedaan antara pabelo berbiji (Bali Merah 1) dibandingkan pabelo tidak berbiji (Bali Merah 2) pada 4, 5, dan 6 MSA (Tabel 1). Perbedaan tersebut diduga karena peran penting GA_3 dalam perkembangan buah tidak berbiji setelah antesis sehingga buah tidak berbiji mensintesis GA_3 dalam konsentrasi yang lebih tinggi. Hal yang serupa terjadi pada jeruk manis yang dilakukan oleh Talón *et al.* (1990) bahwa beberapa jenis hormon giberelin jeruk manis tidak berbiji (cv. Salustiana) lebih tinggi konsentrasinya dibandingkan jeruk manis berbiji (cv. Blanca Comuna) saat perkembangan bunga dan perkembangan awal buah. Buah yang terbentuk partenokarpi secara alami ditemukan memiliki substansi giberelin yang lebih tinggi dibandingkan yang berbiji. Hal ini menjelaskan bahwa kecenderungan giberelin dalam mengatur perkembangan buah saat tidak

terjadi polinasi atau fertilisasi. Selain itu, Chauhan *et al.* (2020) menyatakan bahwa giberelin menjadi sangat penting untuk perkembangan *fruit set* yang terbentuk tanpa adanya fertilisasi yang akhirnya membentuk buah tanpa biji.

Konsentrasi GA_3 buah pabelo yang disemprot GA_3 saat buah berumur 1 dan 3 MSA nyata lebih tinggi dibandingkan tanpa disemprot GA_3 namun tidak berbeda nyata dengan buah yang disemprot GA_3 saat buah berumur 1 MSA (Tabel 1). Peningkatan konsentrasi GA_3 buah terjadi dengan dilakukan penyemprotan GA_3 . Konsentrasi GA_3 buah mempengaruhi kemampuan retensi buah di pohon. Vardi *et al.* (2008) GA_3 menjadi kebutuhan utama dalam perkembangan buah dan menghindari kerontokan buah pada kebanyakan kultivar buah jeruk. Menurut Garmendia *et al.* (2019) dan Chauhan *et al.* (2020) giberelin berperan penting bagi *fruit set* dan perkembangan buah.

Final Set dan Jumlah Buah Rontok

Final set menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara pabelo berbiji dan tidak berbiji serta buah disemprot GA_3 dengan tanpa penyemprotan (Tabel 2). *Final set* dari Bali Merah 2 (23.23%) lebih tinggi dari Bali Merah 1 (18.60%). Perlakuan penyemprotan GA_3 pada buah pabelo meningkatkan persentase final set, yakni mencapai 21.32 sampai 27.34% buah muda dapat bertahan dipohon. Persentase *final set* yang berbeda antar kultivar diduga disebabkan oleh kemampuan genetik yang berbeda dan tingginya konsentrasi GA_3 dimana konsentrasi GA_3 pada Bali Merah 2 lebih tinggi dari Bali Merah 1. Menurut Li *et al.* (2017) dan Khefifi *et al.* (2020) menyatakan bahwa kerontokan buah dipengaruhi oleh kemampuan genetik, konsentrasi hormon dan lingkungan.

Jumlah buah rontok tidak berbeda nyata antar kultivar, yaitu 60.78 buah untuk Bali Merah 1 dan 60.56 untuk Bali Merah 2. Selain itu, penyemprotan GA_3 mampu menekan jumlah buah rontok yang tersaji dalam Tabel 2. Penyemprotan GA_3 pada 1 dan 3 MSA mampu menekan buah rontok sampai 20.79% dibandingkan kontrol. Dengan

Tabel 1. Konsentrasi GA_3 buah pada jeruk pabelo setelah aplikasi GA_3

Perlakuan	Konsentrasi GA_3 (ppm)		
	4 MSA	5 MSA	6 MSA
Kultivar			
Bali Merah 1	4.49±0.12b	4.58±0.12b	4.84±0.13b
Bali Merah 2	4.88±0.07a	4.93±0.09a	5.13±0.19a
Aplikasi GA_3			
Tanpa penyemprotan	4.53±0.14b	4.48±0.16b	4.65±0.11b
Semprot saat buah berumur 1 MSA	4.60±0.04ab	4.74±0.06ab	4.86±0.17b
Semprot saat buah berumur 1 dan 3 MSA	4.92±0.11a	5.06±0.08a	5.45±0.20a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey taraf 5%

Tabel 2. Persentase *final set* pada dua kultivar jeruk pamelo dan aplikasi GA₃

Perlakuan	<i>Final set</i> (%)	Jumlah buah rontok (buah)
Kultivar		
Bali Merah 1	18.60±2.82b	60.78±4.49
Bali Merah 2	23.23±3.52a	60.56±6.14
Aplikasi GA ₃		
Tanpa penyemprotan	14.02±0.80b	67.33±5.68a
Semprot saat buah buah berumur 1 MSA	21.32±3.40a	61.33±3.05ab
Semprot saat buah buah berumur 1 dan 3 MSA	27.34±3.54a	53.33±5.44b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey taraf 5%

demikian, penyemprotan GA₃ mampu menekan rontoknya buah muda pamelo. Hal serupa terjadi pada jambu air dan tomat (Khandaker *et al.*, 2017; Pramanik *et al.*, 2018). Retensi buah diduga karena terpenuhinya kebutuhan buah muda dalam pertumbuhan dan perkembangan buah sehingga buah dapat bertahan di pohon. Menurut Tuan *et al.* (2013) giberelin memperkuat kemampuan organ sebagai *nutrient sink* serta menunda pembentukan lapisan pemisah pada zona absisi. Selain itu, Bons *et al.* (2015) menyatakan bahwa giberelin menginduksi mobilisasi karbohidrat lebih kuat ke dalam ovarium. Peningkatan kekuatan *sink* dalam pergerakan karbohidrat ke buah secara konsisten menekan kerontokan buah.

Kualitas Eksternal Buah Pamelo Berbiji dan Tidak Berbiji

Kualitas eksternal buah meliputi bobot buah, diameter buah serta BDD (Tabel 3). Bobot buah kultivar Bali Merah 1 yang merupakan pamelo berbiji sebesar 1153.94 g sedangkan pamelo tidak berbiji (Bali Merah 2) sebesar 1108.64 g. Bobot kedua kultivar sudah melebihi standar minimum Codex Alimentarius Commission (2011) yaitu > 400 g serta dikategorikan dalam ukuran kode 5 (1101-1300 g). Penyemprotan GA₃ tidak memberikan pengaruh nyata pada bobot dan diameter membujur buah. Bons *et al.* (2015) menyatakan bahwa aplikasi GA₃ setelah bunga mekar tidak selalu meningkatkan bobot buah panen, namun terjadi

peningkatan ukuran di awal stadia disebabkan peningkatan sementara pembelahan sel di dinding ovarium. Diameter buah (melintang dan membujur) dari semua perlakuan sudah melebihi standar minimum Codex UNECE (2017) yaitu 10 cm. Dengan demikian, buah pamelo dari semua perlakuan sudah memiliki nilai komersial yang baik dari segi ukuran, baik bobot maupun diameter buah.

BDD buah pamelo tidak berbiji (54.36%) lebih tinggi dibandingkan pamelo berbiji (52.54%). Pamelo tidak berbiji (Bali Merah 2) menghasilkan BDD yang lebih tinggi dari pamelo berbiji diduga karena pengaruh jumlah biji yang terdapat di dalam buah. Bobot buah pamelo berbiji dan tidak berbiji yang sama namun memiliki jumlah biji yang berbeda mempengaruhi BDD, dimana menurut Kalsum *et al.* (2021) jumlah biji per buah Bali Merah 1 >40 biji sedangkan Bali Merah 2 bijinya <10. Rahayu *et al.* (2012) persentase BDD buah pamelo berhubungan dengan bobot biji serta ketebalan dan bobot kulit.

Buah pamelo yang disemprot GA₃ saat berumur 1 dan 3 MSA nyata lebih tinggi dibandingkan disemprot GA₃ 1 MSA dan tanpa disemprot GA₃ (Tabel 3). Aplikasi GA₃ juga meningkatkan persentase BDD buah jeruk dan mangga (Hifni *et al.*, 2017; Tripathi *et al.*, 2019). Hormon GA₃ terlibat dalam proses translokasi air dan senyawa lainnya yang dapat meningkatkan BDD buah. Bisht *et al.* (2018) GA₃ meningkatkan fisiologi perkembangan buah dalam penyediaan air, nutrisi dan senyawa lainnya sehingga

Tabel 3. Kualitas eksternal buah panen dari dua kultivar jeruk pamelo dan aplikasi GA₃

Perlakuan	Bobot (g)	Diameter melintang (cm)	Diameter membujur (cm)	BDD (%)
Kultivar				
Bali Merah 1	1153.94±102.09	12.63±0.50	11.91±0.62	52.54±1.11b
Bali Merah 2	1108.64±71.86	12.29±0.66	11.73±0.98	54.36±1.48a
Aplikasi GA ₃				
Tanpa penyemprotan	1065.17±41.62	12.05±0.59b	11.62±0.34	51.50±1.17b
Semprot saat buah buah berumur 1 MSA	1097.73±98.87	12.32±0.94ab	11.75±0.54	52.62±1.40b
Semprot saat buah buah berumur 1 dan 3 MSA	1230.98±120.42	12.99±0.66a	12.09±1.04	56.23±1.32a

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $\alpha = 0.05$

meningkatkan ukuran dan kualitas hasil. Selain itu, Garcia *et al.* (2019) menyatakan bahwa GA₃ meningkatkan tekanan osmotik seluler daging buah yang memungkinkan air untuk memasuki sel serta mempromosikan ekspansi sehingga aliran air berkontribusi pada peningkatan elastisitas dinding sel dan perpanjangan sel yang mempromosikan peningkatan massa BDDnya.

Kualitas Internal Buah Panen Pamelu Berbiji dan Tidak Berbiji

Kualitas internal buah panen terdiri atas PTT, ATT, rasio PTT/ATT dan vitamin C (Tabel 4). PTT buah pamelu yang dihasilkan menunjukkan bahwa pamelu berbiji (8.47 °brix) lebih tinggi dari pamelu tidak berbiji (8.22 °brix). Perlakuan penyemprotan GA₃ saat buah berumur 1 dan 3 MSA menghasilkan PTT tertinggi. Perlakuan tersebut diduga mampu mendorong buah meningkatkan PTTnya. Aplikasi GA₃ juga meningkatkan PTT buah lemon dan empat kultivar jambu air (Shandu 2013; Tuan *et al.*, 2013). Penyemprotan GA₃ menambah kekuatan buah dalam menyerap fotosintat (Tuan *et al.*, 2013; Roopendra *et al.*, 2018). Hormon GA₃ menstimulus *phloem loading/unloading* dikarenakan *sink* yang lebih kuat, mendorong aktivitas fructose-1.6-biphosphatase dan sucrose phosphate synthase (SPS) dalam meningkatkan sintesis dan ekspor fruktosa dan sukrosa serta meningkatkan ekstraseluler invertase dan gradien sukrosa melalui konversi sukrosa menjadi glukosa (Iqbal *et al.*, 2011; Roopendra *et al.*, 2018). Fruktosa, glukosa dan sukrosa merupakan komponen utama PTT pada jeruk (Li *et al.*, 2019).

ATT, rasio PTT/ATT dan vitamin C dari semua perlakuan tidak memperlihatkan adanya perbedaan,

baik antar pamelu berbiji dengan tidak berbiji maupun perlakuan tanpa penyemprotan GA₃ dibandingkan dengan penyemprotan GA₃. Nilai ATT dari pamelu berbiji (Bali Merah 1) sebesar 0.54% dan pamelu tidak berbiji (Bali Merah 2) sebesar 0.53%, sedangkan nilai ATT dari perlakuan aplikasi GA₃ berkisar 0.49 sampai 0.58%. Kandungan ATT yang dihasilkan sudah konsisten dengan nilai ATT dari beberapa genotipe pamelu, yaitu 0.32 sampai 1.63% (Wangchu *et al.*, 2017; Nandi *et al.*, 2019). Senyawa utama dalam ATT jeruk adalah asam sitrat yang distribusinya diatur oleh V-ATPase dan P-ATPase (Li *et al.*, 2019). Aplikasi GA₃ belum menunjukkan hasil nyata terhadap ATT diduga karena setiap kultivar memiliki perbedaan sensitivitas terhadap konsentrasi GA₃. Berdasarkan temuan Tuan *et al.* (2013) kandungan ATT kultivar Atu menurun pada konsentrasi GA₃ rendah, sedangkan tiga kultivar lainnya (Red A, Red B dan Monulla) menurun pada konsentrasi GA₃ yang lebih tinggi.

Indeks kematangan digambarkan dengan rasio PTT/ATT. Rasio PTT/ATT tidak menampakkan adanya perbedaan pada semua perlakuan. Rasio PTT/ATT dari Bali Merah 1 (pamelu berbiji) adalah 15.80 dan Bali Merah 2 (pamelu tidak berbiji) sebesar 15.27. Rasio PTT/ATT dari perlakuan aplikasi GA₃ berkisar 15.00 sampai 16.46 dimana nilai rasio tersebut dikategorikan dalam rasio penerimaan kualitas yang baik karena melebihi 10 berdasarkan klasifikasi indeks kematangan oleh Ladaniya (2008). Selanjutnya, kandungan vitamin C buah tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dari semua perlakuan. Kandungan vitamin C dari riset ini 74.87 sampai 81.15 mg/100 mL. Kandungan vitamin C buah umumnya dapat ditingkatkan melalui berbagai upaya, seperti stress abiotik, pencahayaan tinggi dan praktek budidaya yang intensif (Fenech *et al.*, 2019; Musyarofah *et al.*, 2020).

Tabel 4. Kualitas internal buah panen dari dua kultivar jeruk pamelu dan aplikasi GA₃

Perlakuan	PTT (°brix)	ATT (%)	Rasio PTT/ ATT	Vitamin C (mg/100 mL)
Kultivar				
Bali Merah 1	8.47±0.13a	0.54±0.05	15.80±1.96	77.06±5.11
Bali Merah 2	8.22±0.07b	0.53±0.06	15.27±1.45	77.80±2.21
Aplikasi GA ₃				
Tanpa penyemprotan	8.18±0.06b	0.49±0.05	15.00±1.72	81.15±4.49
Semprot saat buah berumur 1 MSA	8.30±0.06b	0.54±0.04	15.15±1.45	76.27±2.77
Semprot saat buah berumur 1 dan 3 MSA	8.55±0.18a	0.58±0.06	16.46±1.93	74.87±3.72

Keterangan: Angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $\alpha = 0.05$

KESIMPULAN

Konsentrasi GA₃ dari Bali Merah 1 (pamelu berbiji) sebesar 4.49 sampai 4.84 ppm sedangkan Bali Merah 2 (pamelu tidak berbiji) sebesar 4.88 sampai 5.13 ppm pada 4, 5 dan 6 MSA. Bobot dan diameter buah pamelu berbiji (Bali Merah 1) dan pamelu tidak berbiji (Bali Merah 2)

tidak menunjukkan adanya perbedaan, namun BDD dari pamelu tidak berbiji lebih tinggi dari pamelu berbiji. PTT buah pamelu berbiji (8.47°brix) lebih tinggi dibandingkan pamelu tidak berbiji (8.22°brix). Penyemprotan GA₃ meningkatkan *final set* dibandingkan tanpa penyemprotan, yaitu *final set* meningkat 52.06% untuk penyemprotan 1 MSA dan 95.15% untuk perlakuan penyemprotan 1 dan 3

MSA. Penyemprotan GA₃ tidak memberikan pengaruh yang nyata pada bobot buah, diameter membujur buah, ATT, rasio PTT/ATT dan kandungan vitamin C buah namun perlakuan penyemprotan GA₃ saat buah berumur 1 dan 3 MSA mampu menekan kerontokan buah (20.79% dibandingkan kontrol) serta meningkatkan konsentrasi GA₃ buah pada 4, 5, dan 6 MSA dan menghasilkan BDD (56.23%) dan PTT buah tertinggi (8.55 °brix).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan pada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas Program Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisht, T.S., L. Rawat, B. Chakraborty, V. Yadav. 2018. A recent advances in use of plant growth regulators (PGRs) in fruit crops - A review. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci* 7:1307-1336. Doi:10.20546/ijemas.2018.705.159.
- Bons, H.K., N. Kaur, H.S. Rattanpal. 2015. Quality and quantity improvement of citrus: role of plant regulators. *Inter. J. Agric. Env. Bio.* 8:433-447.
- Chauhan, N., J.B. Sharma, K. Rana, W. Mir, M. Bakshi. 2020. Effects of gibberellins and promalin on the growth and development of fruit crops: A review. *J. Pharmacog. Phytochem.* 9:1284-1289.
- Codex Alimentarius. 2011. Standard for Pummelos: CXS 214-1999. FAO/WHO International Food Standards.
- Fenech, M., I. Amaya, V. Valpuesta, M.A. Botella. 2019. Vitamin C content in fruits: biosynthesis and regulation. *Front. Plant Sci.* 9:1-21.
- Garcia, R.B.M., S.C. Siebeneichler, E.R. Santos, G.C. Adorian, R. Lorenconi, C.M. Souza, R.A. Veloso, M. Oliveira. 2019. Application of GA₃ and harvest season interfere in pineapple yield and fruit quality. *Nucleus* 16:127-134.
- Garmendia, A., R. Beltran, C. Zomoza, F.J. Garcia-Breijo, J. Reig, H. Merle. 2019. Gibberellic acid in *Citrus* spp. flowering and fruiting: A systematic review. *w. PLoS ONE* 14:1-24. Doi:10.1371/journal.pone.0223147.
- Hifni, H.A., S.M. Khalifa, A.E. Hamdy, A.N.A. El-Wahed. 2017. Effect of GA₃ and NAA on growth, yield and fruit quality of Washington navel orange. *Egypt. J. Hort.* 44:33-43.
- Ibrahim, M., N.A. Abbasi, H. Ur-Rahman, A. Hussain, I.A. Hafiz. 2011. Phenological behavior and effect different chemicals on preharvest fruit drop of sweet orange cv. Salustiana. *Pak. J. Bot.* 43:453-457.
- Iqbal, N., R. Nazar, M.I.R. Khan, A. Masood, N.A. Khan. 2011. Role of gibberellins in regulation of source-sink relations under optimal and limiting environmental conditions. *Curr. Sci.* 100:998-1007.
- Kalsum, U., S. Susanto, A. Junaedi, N. Khumaida, H. Purnamawati. 2021. Flowering and fruit quality characteristics in some seeded and seedless pummelo cultivars. *Biodiversitas* 22:378-385. Doi:10.13057/biodiv/d220146.
- Khandaker, M.M., N.S. Idris, S.Z. Ismail, A. Majrashi, A. Alebedi, N. Mat. 2016. Causes and prevention of fruit drop of *Syzygium samarangense* (wax apple): A review. *Adv. Env. Bio.* 10:112-123.
- Khefifi, H., R. Selmane, M.B. Mimoun, F. Tadeo, R. Morillon, F. Luro. 2020. Abscission of orange fruit (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) in the Mediterranean Basin depends more on environmental conditions than on fruit ripeness. *Agronomy* 591:1-15. Doi:10.3390/agronomy10040591.
- Ladaniya M. 2008. Citrus Fruit Biology, Technology, and Evaluation. Elsevier Inc, Atlanta, USA, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-012374130-1.50003-6>.
- Li, X., A. Kitajima, K. Kataoka, R. Takisawa, T. Nakazaki. 2017. Anatomical observations of the citrus fruit abscission zone and morphological changes of the cells during secondary physiological fruit drop. *The Hort. J.* 86:447-455. Doi:10.2503/hortj. OKD-054.
- Li, L.J., W.S. Tan, W.J. Li, Y.B. Zhu, Y.S. Cheng, H. Ni. 2019. Citrus taste modification potentials by genetic engineering. *Int. J. Mol. Sci.* 20:1-16. Doi:10.3390/ijms20246194.
- Linskens, H.F., J.F. Jackson. 1987. High Performance Liquid Chromatography in Plant Sciences. Springer-Verlag. London.
- Musyarofah, N., S. Susanto, S.A. Aziz, K. Suketi, Dadang. 2020. The diversity of 'kristal' guava (*Psidium guajava*) fruit quality in response to different altitudes and cultural practices. *Biodiversitas* 21:3310-3316. Doi:10.13057/biodiv/d210755.
- Nandi, P., R.S. Sekhar, S. Kundu. 2019. Study on diversity of pummelo (*Citrus grandis* Osbeck.) based on core quantitative characters in West Bengal. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci* 8:1275-1283. Doi:10.20546/ijemas.2019.810.150.
- [OECD] The Organisation for Economic Co-operation and Development. 2013. OECD Guidelines for The Testing of Chemicals Test No. 122: Determination of pH, Acidity and Alkalinity. Doi:10.1787/20745753.

- Pattison, R., F. Csukasi, C. Catala'. 2014. Mechanisms regulating auxin action during fruit development. *Physiol. Plantarum* 151:62-72. Doi:10.1111/ppl.12142.
- Pramanik, K., J. Pradhan, S.K. Sahoo. 2018. Role of auxin and gibberellins growth, yield and quality of tomato: A review. *The Pharma Innovation J.* 7:301-305.
- Rahayu, A., S. Susanto, B.S. Purwoko, I.S. Dewi. 2012. Karakter morfologi dan kimia kultivar pamelo (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) berbiji dan tanpa biji. *J. Agron. Indonesia* 40:48-55.
- Roopendra, K., A. Sharma, A. Chandra, S. Saxena. 2018. Gibberellin-induced perturbation of source-sink communication promotes sucrose accumulation in sugarcane. *3 Biotech* 8:1-13. Doi:10.1007/s13205-018-1429-2.
- Shandu, S. 2013. Improving lemon (*Citrus limon* (L.) Burm) quality using growth regulators. *J. Hort. Sci.* 8:88-90.
- Susanto, S., A. Rahayu, D. Sukma, I.S. Dewi. 2011. Karakter morfologi dan kimia 18 kultivar pamelo (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) berbiji dan tanpa biji. *J. Ilmu Pert. Indonesia* 16:43-48.
- Taiz, L., Zeiger E. 2002. *Plant Physiology - 3rd Edition.* Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Talón, M., P. Hedden, E. Primo-Millo. 1990. Gibberellins in *Citrus sinensis*: A comparison between seeded and seedless varieties. *J. Plant Growth. Regul.* 9:201-206.
- Techinamuti, N., R. Pratiwi. 2018. Review: Metode analisis kadar vitamin. *Farmaka* 16:309-315.
- Tripathi, V.K., A. Singh, A.S. Bhadauria, S. Gupta. 2019. Influence of GA₃ and naphthalene acetic acid alone and in combination on fruit drop, yield and quality of mango cv. Amrapali. *Progressive Research – An International J.* 14:10-13.
- Tuan, M., Nguyen, C.R. Yen. 2013. Response of wax apple cultivars by applied GA₃ and 2,4-D on fruit growth and fruit quality. *Inter. J. Agric. Biosystems Engineering* 7:23-31.
- Vardi, A., I. Levin, N. Carmi. 2008. Induction of seedlessness in citrus: from classical techniques to emerging biotechnical approaches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133:117-126.
- Wangchu, L., G. Tamut, B. Singh, S.R. Singh, S. Singh. 2017. Studies on genetic variability of pummelo (*Citrus grandis* L.) in East Siang District of Arunachal Pradesh, India. *International J. Basic Applied Bio.* 4:6473.
- [UNECE] United Nations Economic Commission for Europe. 2017. UNECE Standard FFV-14 concerning the marketing and commercial quality control of citrus fruit 2017 Edition. New York and Geneva: United Nations.