

## Manipulasi Nutrien dan Zat Pengatur Tumbuh untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) Kultivar BAT-1

### *Nutrient and Growth Regulator Manipulation to Increase The Production and Fruit Quality of Strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. BAT-1*

Leolita Gustania<sup>1</sup>, Aris Tjahjoleksono<sup>2</sup>, Diah Ratnadewi<sup>2\*</sup>

Diterima 16 Januari 2023/ Disetujui 15 Juli 2023

#### ABSTRACT

Indonesian farmers less frequently cultivate strawberry cv.BAT-1 because the fruit is less sweet, even though the cultivar is more adaptable to tropical conditions. Meanwhile, improving the quality and productivity of this cultivar is difficult for ordinary farmers. This study aimed to help increase the production and quality of strawberry BAT-1, i.e., the size, color, fruit sweetness, and shelf life, by manipulating some nutrients and hormones. This research was conducted in August - December 2021 and February - June 2022 (for the rainy and dry seasons, respectively) in Halimun-Salak, Bogor. This study used a factorial complete randomized design. The first stage of treatment was giving potassium and calcium and measuring vegetative parameters. Treatment with IBA and brassinolide was applied for the second stage, and generative parameters were measured. The results were that the treatments of potassium and calcium advanced and shortened the productive period. Combined with two growth regulators, they increased the fruit weight, anthocyanin content, and sweetness and decreased total acid value. D3I3B2 (PPC + CaCl<sub>2</sub> 2 g/L on leaves and IBA 3 mM + BL 0.2 μM on fruits) was the best treatment in both seasons. Brassinolide (0.2 μM) extended the shelf-life of the fruit.

Keywords: Brassinolide, brix, calcium, IBA, potassium

#### ABSTRAK

Stroberi kultivar BAT-1 semakin jarang dibudidayakan oleh petani Indonesia karena rasa buahnya kurang manis, padahal kultivar tersebut mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan tropis. Hal tersebut disebabkan perbaikan kualitas dan produktivitas stroberi adaptif itu masih sulit dilakukan dengan praktik pertanian biasa. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan produksi dan kualitas buah stroberi BAT-1, yaitu ukuran, warna, rasa manis dan umur simpan, dengan memodifikasi nutrien dan manipulasi zat pengatur tumbuh (ZPT). Penelitian ini dilaksanakan pada Agustus – Desember 2021 (musim hujan) dan Februari – Juni 2022 (musim kemarau), di kaki Gunung Halimun-Salak, Kabupaten Bogor. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial: Perlakuan tahap pertama berupa pemberian kalium dan kalsium, dan diukur parameter vegetatifnya. Untuk tahap kedua diberikan perlakuan asam indol butarat dan brassinolida, dan diukur parameter generatifnya. Hasilnya, perlakuan kalium dan kalsium mempercepat dan mempersingkat rentang waktu berproduksi tanaman; dan modifikasi nutrien yang berkombinasi dengan ZPT mampu meningkatkan bobot buah, kandungan antosianin buah, nilai kemanisan serta menurunkan nilai total asam. D3I3B2 (PPC + CaCl<sub>2</sub> 2 g/L pada daun dan ZPT IBA 3 mM + BL 0.2 μM pada buah) merupakan perlakuan terbaik, di kedua musim tanam. Brassinolida (0.2 μM) mampu memperlama daya simpan buah setelah panen.

Kata kunci: Brassinolide, brix, IBA, kalium, kalsium.

<sup>1</sup>Program Studi Biologi Tumbuhan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Jl. Agathis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Jl. Agathis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

E-mail: dratnadewi@apps.ipb.ac.id (\*penulis korespondensi)

## PENDAHULUAN

Stroberi merupakan salah satu tanaman hortikultura yang dikembangkan di Indonesia. Produksi buah stroberi meningkat tiga kali dari tahun 2021 ke 2022 (BPS, 2022) yang mengindikasikan penyerapan pasar. Kualitas stroberi, seperti rasa, warna, aroma, dan daya simpan pasca-panen masih sulit didapatkan di tingkat petani dengan kondisi lingkungan tropis (Falah *et al.*, 2018). Pertumbuhan dan produksi stroberi di daerah tropis terbatas pada dataran tinggi, dengan kisaran suhu 12-25 °C (Wang dan Camp, 2000; She *et al.*, 2011), sesuai dengan kebutuhan tanaman tersebut. Stroberi kultivar BAT-1 cukup dapat beradaptasi dengan iklim Indonesia, namun makin sedikit dibudidayakan oleh petani, karena cita-rasanya kurang manis. Cita rasa menjadi kriteria utama buah stroberi yang dikenal memiliki rasa manis dan asam yang segar.

Pemberian pupuk kalium pada stroberi dapat meningkatkan jumlah bunga dan buah stroberi (Nakro *et al.*, 2022). Kalsium berperan dalam peningkatan kualitas buah cabai besar yang meliputi bobot, panjang dan diameter (Rachma dan Suminarti, 2019), serta berpengaruh signifikan dalam peningkatan bobot buah nanas (Karamina *et al.*, 2021). Auksin pada buah stroberi yang mulai berkembang dipasok oleh *achene* di permukaan buah, yang akan memacu pembesaran dasar bunga (*receptacle*). *Receptacle* yang tumbuh membesar itulah yang disebut buah stroberi. Ketika memasuki fase pematangan, kadar auksin menurun untuk memungkinkan buah menjadi matang dan masak (Symons *et al.*, 2012). Selain auksin, brassinosteroid berperan dalam peningkatan gula dan total padatan terlarut pada beberapa buah, seperti pada anggur (Symons *et al.*, 2006) dan tomat (Nie *et al.*, 2017).

Penelitian ini bertujuan meningkatkan produksi dan kualitas buah stroberi BAT-1, yakni dalam hal jumlah dan ukuran buah, warna, serta rasa yang lebih seimbang antara manis dan asamnya. Untuk itu, penelitian ini menganalisis pengaruh kalium dan kalsium, dan pemberian asam indol butarat (IBA) dan brassinolida (BL) pra-panen terhadap peningkatan produksi dan kualitas buah stroberi cv. BAT-1.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2021 (musim hujan), dan Februari-Juni 2022 (musim kemarau), di *Green House* (GH) Kebun Nirmala Rose, yang berlokasi di Gunung Halimun-Salak, Kabupaten Bogor. Ketinggian lokasi 1400 m dpl (meter di atas permukaan laut). Bahan tanaman yang digunakan adalah stek sulur stroberi cv. BAT-1, yang ditanam pada media cocopeat : perlite (3 : 1) di dalam polibag 30 cm.

### Persiapan dan Pemberian Perlakuan

Tanaman yang diberi perlakuan merupakan tanaman hasil stek, yang sudah mengalami fase reproduktif pertama, yakni

menghasilkan bunga pertama. Bunga pada fase ini dibuang, dengan tujuan untuk menyeragamkan kondisi tanaman. Sebelum tanaman berumur dua bulan perlakuan dimulai, yang terdiri dari 2 tahap. Percobaan menggunakan RAL faktorial dengan 2 faktor. Tahap I dengan faktor perlakuan nutrisi PPC (pupuk pelengkap cair, K = 526 g L<sup>-1</sup>) 10 mL L<sup>-1</sup> + CaCl<sub>2</sub>, yang terdiri dari 4 taraf, yaitu D0 (kontrol, tanpa PPC), D1 (PPC + CaCl<sub>2</sub> 0 g L<sup>-1</sup>), D2 (PPC + CaCl<sub>2</sub> 1 g L<sup>-1</sup>), dan D3 (PPC + CaCl<sub>2</sub> 2 g L<sup>-1</sup>), dan faktor musim. Perlakuan diberikan pada permukaan daun dengan volume penyemprotan 10 mL per tanaman, seminggu sekali sampai buah-buahnya berwarna hijau-putih. Setiap perlakuan diulang 3 kali (3 polibag, berisi 4 tanaman). Percobaan tahap II dengan 2 faktor, yaitu kombinasi nutrisi + ZPT, yang terdiri dari 3 taraf komposisi nutrisi dari perlakuan tahap I x 4 taraf komposisi ZPT. Konsentrasi ZPT IBA yaitu 0 dan 3 mM, dan BL 0 dan 0.2 µM, dan faktor musim. IBA diberikan sejak buah berwarna hijau-putih hingga buah berwarna merah dan berukuran maksimum. Setelah itu, perlakuan dilanjutkan dengan pemberian BL. ZPT disemprotkan pada buah seminggu sekali pada 8-10 buah per tanaman, dengan volume semprot 0.5 mL per buah. Perlakuan diulang 3 kali.

### Analisis Parameter Vegetatif

Jumlah daun per tanaman dihitung sebelum dimulai perlakuan dan di akhir tahap I. Pengukuran luas daun per tanaman serta kandungan total klorofil dilakukan sebelum perlakuan tahap II diberikan. Luas daun diukur menggunakan *Image J*. Analisis kandungan klorofil mengacu pada metode Quinet *et al.* (2012) dengan sedikit modifikasi, pada sampel daun urutan ke tiga atau ke empat dari ujung batang. Untuk setiap parameter, diambil 3 tanaman per perlakuan sebagai ulangan.

### Analisis Parameter Generatif

Pengamatan meliputi rentang waktu mulai berbunga hingga panen, jumlah buah (yang dibatasi 8-10 buah) yang dapat dipanen per tanaman, dan bobot per buah. Terhadap buah yang dipanen, dilakukan pengujian Total soluble solid (TSS), total asam tertitrasi (TAT), dan kadar antosianin.

### Pengukuran TSS Buah

Pengukuran dilakukan pada hari ke-1, 3, 5 setelah buah dipanen. TSS diukur dengan cara buah dihaluskan dengan blender lalu disaring; filtrat diteteskan ke refraktometer. Satuan °Brix setara dengan % sukrosa. Pengukuran diulang 3 kali.

### Pengukuran TAT Buah

Pengukuran dilakukan pada hari ke 1, 3, 5 setelah buah dipanen. Sampel buah 10 g diblender, jus disaring dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL, lalu ditambahkan akuades hingga tanda tera. Diambil 25 mL dan ditambah

3 tetes fenolftalen, kemudian dititrasi dengan NaOH 0.1 N sampai warna berubah menjadi merah jambu (AOAC, 1995).

**Pengukuran Kadar Antosianin**

Buah dianalisis di hari ke 4 setelah panen. Penetapan kadar antosianin menggunakan metode pH diferensial (Suzzery *et al.*, 2010). Digunakan spektrofotometer Thermo Spectronic tipe 4001/4 untuk mengukur absorbansi larutan.

**Analisis Data**

Data diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) SPSS 25. Bila terdapat perbedaan signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Tukey's, taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ .

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Luas Daun dan Pertambahan Jumlah Daun**

Data di Tabel 1 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan dan musim berpengaruh terhadap luas dan pertambahan jumlah daun. Luas dan pertambahan jumlah daun terendah di kedua musim terdapat pada D0 (kontrol). Luas daun terbesar pada perlakuan D2 dan D3 musim hujan dan D3 musim kemarau. Pertambahan jumlah daun tertinggi pada perlakuan D2 dan D3 pada musim kemarau. Pemberian tambahan K saja (PPC, D1) mampu meningkatkan luas daun dan pertambahan jumlah daun, namun penambahan  $CaCl_2$  bersama PPC,

cenderung lebih meningkatkan luas dan jumlah daun. Hal itu dapat dilihat di kedua musim. Kalium berfungsi membantu transportasi asimilat ke seluruh tubuh tumbuhan. Pemberian pupuk kalium yang cukup dapat meningkatkan hasil tanaman kubis, yakni luas daun dan bobot segar daun (Rahmawan *et al.*, 2019). Pemberian  $CaCl_2$  memberikan efek pada luas dan jumlah daun meskipun tidak sebaik pemberian Ca terkelat (Hagagg *et al.*, 2020). Pada suhu rendah di musim hujan, luas daun lebih besar tetapi jumlah daun lebih sedikit (Tabel 1). Munawaroh *et al.* (2018) melaporkan bahwa tanaman kedelai yang ternaungi memiliki panjang dan lebar daun yang lebih besar, untuk mengefektifkan fotosintesis. Menurut Xiong *et al.* (2017), kondisi kurang cahaya (ternaungi) mengakibatkan ukuran kloroplas lebih besar dan jumlahnya lebih banyak, sehingga luas daun bertambah besar, untuk mengefektifkan perolehan cahaya untuk fotosintesis.

**Kandungan Klorofil Total dan Rentang Masa Berproduksi**

Analisis statistik terhadap kandungan klorofil total menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan dengan musim. Pada musim hujan dan kemarau, klorofil total pada daun yang diberi perlakuan D3 paling tinggi dibandingkan perlakuan lain (Tabel 2). Kandungan klorofil terendah pada daun kontrol (D0). Pemberian pupuk PPC saja (D1) mendapatkan hasil klorofil lebih baik, namun penambahan  $CaCl_2$  (D2 dan D3) memberikan hasil lebih tinggi lagi. Pemberian  $CaCl_2$  pada daun kenikir di konsentrasi 5% menghasilkan klorofil total tertinggi dibandingkan dengan

Tabel 1. Luas dan pertambahan jumlah daun stroberi pada musim hujan dan kemarau

Perlakuan	Luas daun (cm <sup>2</sup> )		Pertambahan jumlah daun	
	Hujan	Kemarau	Hujan	Kemarau
D0	402.599 d	418.181 d	9.6 d	10.6 d
D1	478.986 bc	463.151 c	15.6 c	21 b
D2	485.567 ab	473.604 bc	17 c	26 a
D3	489.950 a	482.404 ab	19 bc	28 a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada parameter yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Tukey ( $\alpha = 5\%$ ). D0 = tanpa perlakuan; D1 = PPC (K 5.26 g L<sup>-1</sup>); D1 = PPC +  $CaCl_2$  1 g L<sup>-1</sup>; D2 = PPC +  $CaCl_2$  2 g L<sup>-1</sup>

Tabel 2. Kandungan klorofil total daun dan rentang waktu produktif tanaman stroberi di musim hujan dan kemarau

Perlakuan	Kandungan klorofil (mg g <sup>-1</sup> )		Rentang waktu berbunga hingga panen (Hari)	
	Hujan	Kemarau	Hujan	Kemarau
D0	16.635 a	6.011 a	59 a	45 c
D1	18.232 ab	6.887 ab	50 b	39.2 d
D2	19.018 b	7.962 b	48.7 b	37.5 de
D3	21.264 c	9.274 c	46.5 c	35.8 e

Keterangan: angka pada kandungan klorofialeml yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata, sedangkan pada rentang waktu berbunga, huruf yang berbeda pada pada parameter tersebut menunjukkan berbeda nyata; berdasarkan uji Tukey ( $\alpha = 5\%$ ). D0 = tanpa perlakuan; D1 = PPC (K 5.26 g L<sup>-1</sup>); D1 = PPC +  $CaCl_2$  1 g L<sup>-1</sup>; D2 = PPC +  $CaCl_2$  2 g L<sup>-1</sup>.

2.5% (Muslikah *et al.*, 2022). Kalsium berperan mencegah degradasi klorofil, sehingga kandungan klorofil meningkat dan mampu mendorong laju fotosintesis pada tanaman gandum (Dolatabadian *et al.*, 2013). Di musim kemarau, kandungan klorofil jauh lebih kecil daripada di musim hujan. Pada musim hujan, intensitas cahaya dan suhu lebih rendah. Daun akan merespon dengan meningkatkan ukuran kloroplas serta jumlah klorofil agar lebih kuat dalam menyerap energi cahaya untuk proses fotosintesis (Xiong *et al.*, 2017). Tumbuhan pada intensitas cahaya rendah menghasilkan klorofil total lebih tinggi, dengan ratio PS II:PS I = 3:1 (Yustiningsih, 2019).

Tabel 2 memperlihatkan adanya interaksi perlakuan dan musim terhadap rentang waktu berbunga hingga panen. Rentang waktu berproduksi tersingkat diperoleh pada tanaman dengan perlakuan D2 dan D3 di musim kemarau, dan terlama pada kontrol (D0) di musim hujan. Mulai dari D1, perlakuan D2 dan D3 mampu mempersingkat waktu produktif tanaman, terutama di musim kemarau. Dengan demikian, pengaruh musim dan perlakuan cukup besar terhadap rentang berproduksi tanaman stroberi. Irianto *et al.* (2020) melaporkan bahwa pemberian kalium merangsang pembentukan bunga dan mempercepat umur berbunga tanaman okra.

**Bobot, TAT dan TSS buah**

Rata-rata bobot per buah tertinggi diperoleh pada perlakuan D2I3B2, D3I3B0 dan D3I3B2 pada musim hujan (Gambar 1). Pada musim hujan bobot per buah yang dihasilkan lebih tinggi, karena pada musim hujan, jumlah buah stroberi yang dipanen per tanaman lebih sedikit, kurang dari 10. Menurut Zamzami *et al.* (2015), sedikit buah membuat bobot per buah lebih besar karena fotosintat yang dihasilkan hanya terkonsentrasi kepada buah yang sedikit itu. Pemberian perlakuan cenderung meningkatkan bobot buah, dan yang tertinggi di kedua musim diperoleh dari perlakuan D3I3B2. Auksin akan menginduksi ukuran sel buah yang berujung pada pembesaran buah (Bu *et al.*, 2020). Selain auksin, BL meningkatkan bobot buah srikaya melalui pemanjangan sel,

dan meningkatkan mobilisasi metabolit ke buah (Mostafa *et al.*, 2018).

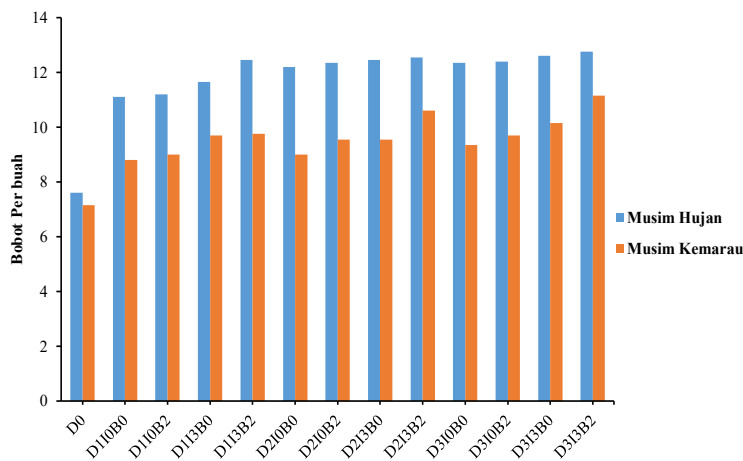
Tidak terdapat interaksi antara perlakuan nutrisi/ZPT dan musim terhadap nilai TAT dan TSS. Nilai TAT tertinggi pada hari ke 1, 3, 5 terdapat pada D0 (kontrol), sedangkan nilai TAT konsisten terendah pada perlakuan D3I3B2 (Tabel 3).

Selain pengaruh CaCl<sub>2</sub>, pemberian auksin diduga mampu menurunkan total asam. Menurut Taiz *et al.* (2015), aplikasi auksin pada buah memberikan efek peningkatan respirasi sehingga asam malat ditarik dari vakuola untuk dimetabolismekan dalam siklus Krebs, sehingga cadangan asam berkurang.

Pada musim hujan dan musim kemarau, nilai TSS terendah hari ke 1, 3, 5 terdapat pada D0 (kontrol) (Tabel 3). TSS tertinggi di musim hujan di hari ke 1 ada pada D1I3B2, D3I3B0 dan D3I3B2, di hari ke 3 dan 5 pada D3I3B2. Pada musim kemarau, nilai TSS paling tinggi pada hari ke 1 dan 3 pada D3I3B2, pada hari ke 5 nilai TSS turun hampir merata. Kombinasi perlakuan menaikkan nilai TSS. Auksin mengaktifkan sinyal untuk mendorong transportasi gula ke jaringan sink untuk perkembangan buah (Kanamaya, 2017), sedangkan BL membantu metabolisme karbohidrat sehingga akan meningkatkan total gula buah (Ramos *et al.*, 2019) dan menurunkan total asam (Furio *et al.*, 2019). Rasa manis dan asam stroberi ditentukan oleh rasio TSS/TAT (Susanto *et al.* 2010).

**Antosianin Total dan Daya Simpan Buah**

Kandungan antosianin dipengaruhi oleh kombinasi perlakuan dan musim, di mana nilai total tertingginya terdapat pada buah D0 (kontrol) pada kedua musim (Tabel 4). Hal itu karena pada kontrol, buah masak (menua) lebih cepat daripada buah yang diberi perlakuan, sehingga warna merah disebabkan oleh antosianin lebih cepat muncul (Gambar 2). Perlakuan yang mendapatkan hasil tertinggi setelah kontrol yaitu D3I3B2 dan D3I3B0 pada musim hujan dengan



Gambar 1. Bobot per buah stroberi pada musim hujan dan kemarau

Tabel 3. TAT dan TSS buah stroberi pada musim hujan dan kemarau

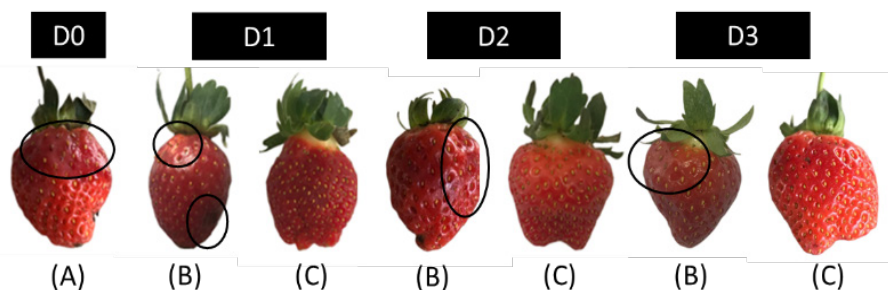
Perlakuan	Musim Hujan						Musim Kemarau					
	Asam (%)			TSS (°Brix)			Asam(%)			TSS (°Brix)		
	H-1	H-3	H-5	H-1	H-3	H-5	H-1	H-3	H-5	H-1	H-3	H-5
D0	5.70c	6.5d	7.5b	4.0a	4.0a	3.6a	7.3g	8.2g	8.3g	4.0a	3.6a	3.0a
D1I0B0	3.43ab	3.9cd	6.7ab	5.0ab	5.0b	4.6ab	4.3f	4.4ed	4.46ef	5.3ab	4.6ab	4.0b
D1I0B2	3.14ab	4.8d	6.3ab	5.0ab	5.0b	5.0ab	3.6ef	3.8de	3.83ef	5.6bc	5.3bc	5.0c
D1I3B0	2.84ab	3.7cd	4.5ab	5.3b	5.0b	4.6ab	2.7de	3.2bc	3.23cd	5.6bc	5.3bc	5.0c
D1I3B2	2.62a	2.8ab	4.8ab	6.0bc	5.0b	5.3ab	2.53bc	2.7ab	2.8bc	5.6bc	5.6bc	4.6ab
D2I0B0	3.13b	3.25bc	4.0ab	5.0ab	5.0b	5.0ab	4.33f	4.6f	4.66f	5.0ab	5.0ab	5.0c
D2I0B2	3.38ab	3.33bc	4.0ab	5.0ab	5.3b	5.0ab	3.53ef	3.6de	3.6e	5.0ab	5.3bc	5.0c
D2I3B0	3.00ab	2.5a	4.8ab	5.3b	5.6b	5.3ab	2.66de	2.7ab	2.76ab	6.0bc	6.0c	5.0c
D2I3B2	2.93ab	2.95bc	4.9ab	5.6b	5.6b	5.3ab	2.3ab	2.5a	2.53a	6.0bc	6.0c	5.0c
D3I0B0	3.66b	3.68cd	6.3ab	5.0ab	5.3b	4.6ab	3.46ef	3.6de	3.66de	5.0ab	5.0ab	5.0c
D3I0B2	3.27ab	3.66cd	4.3ab	5.0ab	5.0b	5.0ab	3.26de	3.3cd	3.36cd	5.3ab	5.3bc	5.0c
D3I3B0	3.01ab	4.3cd	5.1ab	5.6bc	5.3b	5.3ab	2.56cd	2.7ab	2.7a	6.3bc	5.6bc	5.0c
D3I3B2	2.36a	2.48a	3.7a	6.6c	6.3c	6.0b	2.23a	2.5a	2.5a	7.0d	6.6d	5.3c
Rerata	3.27	5.1	5.0	5.26	5.2	4.96	3.44	3.67	3.72	5.52	5.30	4.8

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji Tukey ( $\alpha = 5\%$ ). D0 = Kontrol tanpa perlakuan, D1 = PPC 5.26 g L<sup>-1</sup>, D2 = PPC + CaCl<sub>2</sub> 1 g L<sup>-1</sup>, D3 = PPC + CaCl<sub>2</sub> 2 g L<sup>-1</sup>; I0 = Tanpa IBA, I3 = IBA 3 mM, B0 = Tanpa BL, B2 = BL 0.2 μM, H = Hari ke-.

Tabel 4. Total antosianin dan daya simpan buah stroberi pada musim hujan dan kemarau

Perlakuan	Total antosianin (mg L <sup>-1</sup> )		Daya simpan buah (Hari)	
	Hujan	Kemarau	Hujan	Kemarau
D0	134.58 4 a	129.758 a	4.6 a	4.6 a
D1I0B0	37.293 ijk	29.252 k	4.6 a	5.0 a
D1I0B2	32.682 jk	41.810 ghijk	6.6 b	6.6 bc
D1I3B0	37.817 ijk	43.378 ghik	5.6 a	5.6 ab
D1I3B2	40.614 hijk	43.427 ghijk	6.6 b	6.6 bc
D2I0B0	53.482 defgh	37.273 ijk	4.6 a	5.3 a
D2I0B2	55.090 defgh	46.185 fghij	6.6 b	7.0 c
D2I3B0	56.034 defg	46.259 fghij	5.0 a	5.6 ab
D2I3B2	59.424 def	50.052 efghi	7.0 b	7.0 c
D3I0B0	65.657d	60.075 def	5.0 a	5.6 ab
D3I0B2	82.946 c	64.924 d	6.6 b	7.0 c
D3I3B0	95.724 bc	63.989 de	6.0 ab	6.6 bc
D3I3B2	101.270 b	66.190 d	7.0 b	7.0 c

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada total antosianin menunjukkan berbeda nyata; sedangkan untuk daya simpan, angka yang berbeda para kolom yang sama berbeda nyata, berdasarkan uji Tukey ( $\alpha = 5\%$ ). D0 = Kontrol tanpa perlakuan, D1 = PPC 5.26 g L<sup>-1</sup>, D2 = PPC + CaCl<sub>2</sub> 1 g L<sup>-1</sup>, D3 = PPC + CaCl<sub>2</sub> 2 g L<sup>-1</sup>; I0 = Tanpa IBA, I3 = IBA 3 mM, B0 = Tanpa BL, B2 = BL 0.2 μM.



Gambar 2. Tampilan buah stroberi BAT-1 lima hari setelah dipanen. D0 = Tanpa perlakuan, D1 = PPC 5.26 g L<sup>-1</sup>, D2 = PPC + CaCl<sub>2</sub> 1 g L<sup>-1</sup>, D3 = PPC + CaCl<sub>2</sub> 2 g L<sup>-1</sup>, A. kontrol, B. tanpa BL, C. BL 0.2 μM, lingkaran bulat = dinding buah yang rusak.

antosianin berkisar 95.7-100.1 mg L<sup>-1</sup>, sedangkan antosianin total terendah terdapat pada perlakuan D1I0B0 pada musim kemarau. Tampak bahwa mulai perlakuan D2I0B0 dan D2I0B2, antosianin meningkat pada kedua musim. Pada musim hujan, kadar antosianin lebih besar dibandingkan kemarau. Hal ini diduga karena peningkatan suhu di musim kemarau menurunkan kadar antosianin, seperti terjadi pada buah beri (Goncharovska dan Levon, 2021).

Perlakuan D (K dan Ca) yang berkombinasi dengan IBA dan BL tampak mampu meningkatkan kadar antosianin. Penyemprotan K pada daun meningkatkan aktivitas enzim CHI (*Chalcone isomerase*), yang mengkatalisis pembentukan flavonol untuk biosintesis antosianin (Su *et al.*, 2022), demikian pula kalsium merangsang jalur biosintetik flavonoid, sehingga mendorong akumulasi antosianin buah (Xu *et al.*, 2014). Penyemprotan NAA pada buah ceri di taraf menguning merangsang biosintesis etilen, yang akhirnya mendorong pembentukan antosianin (Clayton-Cuch *et al.*, 2021), dan pemberian BL meningkatkan total antosianin melalui peningkatan transkrip gen untuk biosintesis antosianin (Luan *et al.*, 2013).

Data di Tabel 4 memperlihatkan bahwa BL pra-panen mampu memperpanjang daya simpan buah, yang tidak dipengaruhi oleh musim. Daya simpan buah terendah terdapat pada kontrol dan meningkat pada perlakuan dengan B2 (BL 0.2 μM) (Gambar 2). Menurut Gao *et al.* (2015), BL mampu menghambat aktivitas enzim pendegradasi dinding sel (PAL dan PPO), sehingga kesegaran buah bertahan lama dan memperpanjang umur simpan buah. Buah stroberi yang disimpan pada suhu ruang, umumnya mampu bertahan segar sekitar 3 hari, sedangkan buah yang diberi perlakuan BL dapat bertahan 3-4 hari lebih lama. Menurut Falah *et al.* (2018) umur simpan buah stroberi pendek pada suhu ruang karena suhu tak terkendali dan proses evapotranspirasi cukup besar.

## KESIMPULAN

Perlakuan kalium (PPC) dan CaCl<sub>2</sub> pada daun mampu meningkatkan luas daun, jumlah daun, kandungan klorofil total, dan mempersingkat waktu berproduksi tanaman stroberi

BAT-1. Perlakuan K dan Ca yang berkombinasi dengan IBA dan BL mampu memperbesar bobot buah, meningkatkan nilai TSS dan antosianin total, serta menurunkan nilai TAT. D3I3B2 (PPC + CaCl<sub>2</sub> 2 g L<sup>-1</sup> pada daun dan IBA 3 mM + BL 0.2 μM pada buah) merupakan perlakuan terbaik untuk parameter vegetatif dan generatif di kedua musim tanam. Penyemprotan BL (0.2 μM) pra-panen memperpanjang daya simpan buah hingga 7 hari, dan tidak dipengaruhi oleh musim. Di musim hujan, jumlah buah per tanaman lebih sedikit namun bobot per buahnya lebih besar, serta kadar antosianin buah lebih tinggi dibandingkan dengan hasil buah di musim kemarau.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga besar Kebun Nirmala Rose atas penyediaan tempat dan bahan tanaman stroberi, serta dana untuk penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemistry. 1995. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Washington DC. AOAC Intl.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Produksi tanaman buah-buahan. <http://bps.go.id> [10 Januari 2023].
- Bu, H., W. Yu, H. Yuan, P. Yue, Y. Wei, A. Wang. 2020. Endogenous auxin content contributes to larger size of apple fruit. *Front. Plant. Sci.* 11(1): 1-11.
- Clayton-Cuch, D.C., L. Yu, N. Shirley, D. Bradley, V. Bulone, C. Bottcher. 2021. Auxin treatment enhances anthocyanin production in the non climacteric sweet cherry (*Prunus avium* L). *Int. Mol. Sci.* 22(1): 1-18. Doi: <https://doi.org/10.3399/ijms221910760>.
- Dolatabadian, A., S.A.M.M, Sanavy., M. Gholamhoseini., A.K. Joghani., M. Majidi., A.B. Kashkooli. 2013.



- The role of calcium in improving photosynthesis and related physiological and biochemical attributes of spring wheat subjected to simulated acid rain. *Physiol Mol Biol Plants*. 19(2): 189-198.
- Falah, M.A.F., P. Yuliasuti, R.R. Hanifah, P.J. Saroyo. 2018. Kualitas buah stroberi (*Fragaria sp cv holibert*) segar dan penyimpanan dalam tropis dari kebun ketep Magelang Jawa tengah. *Agroindustri*. 8(1): 1-10.
- Furio, R.N., S.M. Salazar, G.M. Martinez, Y.C.V. Zamora, H. Conrad, J.C.D. Ricci. 2019. Brassinosteroid promote growth, fruit quality and protection against botrytis on *fragaria x ananassa*. *Eur. J. Plant. Pathol*. 1: 1-11.
- Gao, H., L.N. Kang, Q. Liu, N. Cheng, B.N. Wang, W. Cao. 2015. Effect of 24-epibrassinolide treatment on the metabolism of eggplant fruits in relation to development of pulp browning under chilling stress. *J. Food. Sci. Technol*. 52: 3394-3401. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1402-y>.
- Goncharovska, I., V.F. Levon. 2021. Content of anthocyanins in the bark of fruit and berry plants due to adaption to low temperatures. *Chem. Plant. Raw. Mater*. 1(1): 233-239. Doi: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021017747>.
- Hagagg, L., M.A. Merwad, M.M.F. Shahin, E.S. Elhady. 2020. Ameliorative effect of foliar application of calcium on vegetative growth and mineral contents of olive trees Kalmata and Manzanillo cultivars irrigated with saline water. *Bull. Natl. Res. Cent*. 44(128): 1-6. Doi: <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00374-0>.
- Irianto, I., B. Ichwan, S. Nusifera, A.D.D. Putra. 2020. Pertumbuhan dan hasil biji okra (*Abelmoschus esculentus* L) dengan pemberian pupuk nitrogen dan kalium pada tanah ultisol. *Agroecotania*. 3(1): 53-66.
- Kanamaya, Y. 2017. Sugar metabolism and fruit development in the tomato. *Sci. Hortic*. 1: 1-10. Doi: <https://doi.org/10.2503/hortj.OKD-IR01>.
- Karamina, H., A.T. Murti, T. Murjoko. 2021. Peningkatan komponen dan kualitas hasil nanas melalui aplikasi kalsium dan etilen sintetik di daerah kering dan panas kabupaten malang. *Kultivasi*. 20(1): 35-41.
- Luan, L.Y., Z.W. Zhang, Z.M. Xi, S.S. Huo, L.N. Ma. 2013. Brassinosteroid regulate anthocyanin biosynthesis in the ripening of grape berries. *South African. J. Enol. Vitic*. 34(2): 196-203. Doi: <https://doi.org/10.21548/34-2-1094>.
- Mostafa, L.Y., H.R.M. Kotb. 2018. Effect of Brassinosteroids and Gibberellic acid on parthenocarpic fruit formation and fruit quality of Sugar Apple *Annona squamosa* L. *Middle. East. J. Agric. Res*. 7(4): 1341-11351.
- Munawaroh, L., U. Kalsum, P.B. Laksono, I. Siallagan. 2018. Respon tanaman kedelai varietas ceneng pada intensitas cahaya berbeda. *JPP*. 2(2): 98 -112.
- Muslikah, S., Z. Sunawan, S.A. Zamarudah, Mardiyah. 2022. Peningkatan kualitas tanaman kenikir melalui aplikasi kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) dan ragam teknik budidaya. *Folium*. 6(1):48-57.
- Nakro, A., A. Bamouh, O. E. Khatib, L. Ghaouti. 2022. Effect of potassium source and dose on yield and quality of strawberry fruit. *Am. J. Plant. Sci*. 13: 1196-1208.
- Nie, S., S. Huang, S. Wang, D. Heng, J. Liu, L.V. Siqi, W.X. Liq. 2017. Enhancing brassinosteroid signaling via overexpression of tomato (*Solanum lycopersicum*) SIBRI1 improves major agronomic traits. *Front Plant. Sci*. 8(1): 1-12.
- Quinet, M., D. Vromman, A. Clippe, P. Bertin, H. Lequeux, I. Dufey, S. Lutts, I. Lefevre. 2012. Combined transcriptomic and physiological approaches reveal strong differences between short and long-term response of rice (*Oryza sativa*) to iron toxicity. *Plant Cell Environ*. 35 (10): 1837-1859. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02521.x>.
- Rachma A.D., N.E. Suminarti. 2019. Pengaruh pupuk kalsium dan giberelin pada pertumbuhan hasil dan kualitas tanaman cabai besar (*Capsicum annum*). *Prod. Tan*. 7(12): 2262-2271.
- Rahmawan, I.S., A.Z. Arifin, Sulistyawati. 2019. Pengaruh pemupukan kalium (K) terhadap pertumbuhan dan hasil kubis (*Brassica oleraceae var. capitata* L.). *JAMP. Merdeka. Pasuruan*. 3(1): 17 – 23.
- Ramos A.P., A.M. Zanardi, C.V.T.D. Amarancte, C.A. Steffens, A.B.P. Netto. 2019. Effect an auxin and a brassinosteroid on physical, chemical and biochemical attributes of galaxy apples. *Cienc. Rural*. 49(4): 1 – 10. Doi : <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180311>.
- She, J., Z. Han, T.W. Kim, J. Wang, W. Cheng, J. Chang, S. Shi, M. Yang, Z.Y. Wang, J. Chai. 2011. Structural insight into brassinosteroid perception by BRI1. *Nature*. 474: 472 – 476. doi: <https://doi.org/10.1038/nature10178>.

- Su, X., C. Bai, X. Wang, H. Liu, Y. Zhu, L. Wei, Z. Cui, L. Yao. 2022. Potassium sulfate spray promotes fruit color preference via regulation of pigment profile in litchi pericarp. *Plant Sci.* 13: 1-10. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.92560>.
- Susanto, S., B. Hartanti, N. Khumaida. 2010. Produksi dan kualitas stroberi pada beberapa sistem irigasi. *J. Hort. Indonesia.* 1(1): 1-9. Doi: <https://doi.org/10.29244/jhi.1.1.1-9>.
- Suzzery, M., S. Lestari, B. Cahyono. 2010. Penentuan Total Antosianin dari Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L) Dengan Metode Maserasi Dan Sokshletasi. *JSM.* 18(1) : 1-6.
- Symons, G.M., Y.J. Chua, J.J. Ross, L.J. Quitenden, N.W. Davies, J.B. Reid. 2012. Hormonal changes during non climacteric ripening in strawberry. *Exp. Bot.* 1(1): 1-10. Doi: <https://doi.org/10.1093/jxb/ers147>.
- Symons, G.M., C. Davies, Y. Shavrukov, I.B. Dry, J.B. Reid, M.R. Thomas. 2006. Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. *Plant Physiol.* 140: 150 –158.
- Taiz, L., E. Zeiger, I.A. Moller, A. Murphy. 2015. *Plant physiology and development* Sixth edition. Sunderland: Sinauer Associates Inc, USA.
- Wang, S.Y., M. J. Camp. 2000. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Sci Hortic.* 85:183-199. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00143-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00143-0)
- Xiong, D., J. Huang, S. Peng, Y. Li. 2017. A few enlarged chloroplasts are less efficient in photosynthesis than a large population of small chloroplasts in *Arabidopsis thaliana*. *Sci Rep.*7:5782. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06460-0>.
- Xu, W., H. Peng, T. Yang, B. Whitaker, L. Huang, J. Sun, P. Chen. 2014. Effect of calcium on strawberry fruit flavonoid pathway gene expression and anthocyanin accumulation. *Plant Physiol. Biochem.* 82: 289-298. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.06.015>.
- Yustiningsih, M. 2019. Intensitas cahaya dan efisiensi fotosintesis pada tanaman naungan dan tanaman terpapar cahaya langsung. *Bio. Edu.* 4(2): 43-48.
- Zamzami, M., Nawawi, N. Aini. 2015. Pengaruh jumlah tanaman per polibag dan pemangkasan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun Kyuri (*Cucumis sativus* L.). *J. Prod. Tan.* 3: 113 – 119. Doi: <https://doi.org/10.21176/protan.v3i2.178>.