

**PENGARUH PERLAKUAN JANGKA PENDEK CO<sub>2</sub> TINGGI TERHADAP  
MASA SIMPAN DAN PERKEMBANGAN *BOTRYTIS CINEREA* PADA  
BUAH STRAWBERRY**

*The Effect of Short-Term High CO<sub>2</sub> Treatment on Shelf Life and Development of Botrytis cinerea in Strawberry Fruit*

**Dini Sundari\*, Dumaris Priskila Purba, Deviana Primayuri**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

Jl. DR. Soeparno No.63. Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah

Jl. HR Soebrantas Km. 15 Pekanbaru Riau

\*Email: [dini.sundari@unsoed.ac.id](mailto:dini.sundari@unsoed.ac.id)

**ABSTRACT**

Strawberries (*Fragaria × ananassa*) are fruits with high nutritional content and significant economic value. However, postharvest handling of strawberries is a major challenge due to their perishable nature and susceptibility to the pathogen *Botrytis cinerea*, which causes grey mould disease. One practical approach to extend shelf life and reduce damage caused by pathogens is applying carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) treatment. This study aimed to evaluate the effect of CO<sub>2</sub> treatment on the shelf life and the development of *B. cinerea* in strawberries. The research was conducted at Lembang, Bandung, with a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments: CO<sub>2</sub> 40 kPa exposure for 30, 60, 90, and 120 minutes, and a control group without CO<sub>2</sub> treatment. The results showed that CO<sub>2</sub> treatment for 60, 90, and 120 minutes effectively extended the shelf life of the fruit, inhibited the growth of *B. cinerea* for up to 5 days, and reduced fruit decay by 35–55% on the 14th day of storage compared to the control. CO<sub>2</sub> treatments of 60, 90, and 120 minutes showed no significant differences, indicating that more prolonged CO<sub>2</sub> exposure did not provide additional benefits. This treatments showed that Short-term High CO<sub>2</sub> could not affect to the level sweetness of the fruit. This study suggests that CO<sub>2</sub> treatment is an effective strategy for maintaining strawberry quality and reducing postharvest losses.

Keyword: exposure, incubation period, inhibited, postharvest, prolong

**PENDAHULUAN**

Strawberry merupakan buah yang banyak digemari oleh masyarakat karena kandungan nutrisi buah yang tinggi, serta daya tarik wisata yang baik di Indonesia (Bria et al., 2020). Produksi buah strawberry di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun 2021 sebesar 9,8 ton menjadi 27,7 ton pada tahun 2023 (BPS, 2023). Peningkatan produksi ini perlu diimbangi dengan teknologi pascapanen yang tepat, karena stroberi memiliki potensi penyimpanan yang terbatas dan sifat buah yang mudah rusak (perishabel), bahkan kerusakan buah stroberi pascapanen di Indonesia dapat mencapai 50% (Sukasih & Setyadjit, 2019). Kerusakan buah ini diduga karena strawberry memiliki kandungan air yang tinggi, kulit buah yang tipis, buah rentan lecet dan memar sehingga dapat meningkatkan kerentanan buah terhadap infeksi jamur, terutama jamur *Botrytis cinerea*.

*B. cinerea* merupakan jamur penyebab penyakit abu-abu, yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan karena menyerang buah baik pada saat pra-panen maupun pascapanen

(Khan et al., 2024). Selain itu, *B. cinerea* juga dianggap sebagai pathogen yang paling penting karena memiliki kisaran inang yang luas. Jamur ini mampu memproduksi sejumlah besar etilen yang diduga hal inilah yang memainkan peranan penting dalam pathogenesis pascapanen (Droby & Lichter, 2007). Jamur *B. cinerea* juga dapat menginfeksi tanaman sejak dari pembungaan sehingga menyebabkan kematian bunga. Jamur ini juga dapat menginfeksi buah sebelum matang dan membentuk infeksi tanpa gejala dimana pathogen tetap laten hingga buah matang (Hu et al., 2019). Kondisi ini menjadi tantangan yang besar untuk meningkatkan masa simpan buah selama distribusi dan penyimpanan. Salah satu metode yang telah banyak digunakan untuk memperpanjang masa simpan buah strawberry serta dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen adalah dengan teknologi modified atmosfer terutama dengan peningkatan kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Berdasarkan penelitian Li et al. (2024), CO<sub>2</sub> berperan penting untuk memperpanjang masa simpan buah dengan menunda pelunakan buah dan menghambat pertumbuhan jamur. Kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi dapat mengurangi akumulasi Asam Absisat, asam jasmonat, dan Asam Indol-3-asetat (IAA) yang dapat memperlambat proses pematangan dan penuaan pada buah stroberi. Disamping itu, Kadar CO<sub>2</sub> berperan dalam peningkatan akumulasi Asam salisilat (SA) yang berperan dalam peningkatan ketahanan buah stroberi terhadap *B. cinerea* (Luo et al., 2024). Beberapa penelitian menunjukkan peningkatan kadar CO<sub>2</sub> dapat mengurangi insiden pembusukan buah strawberry dan menghambat pertumbuhan jamur *B. Cinerea*. (Hyang-Lan et al., 2021; H. Li et al., 2022). Perlakuan CO<sub>2</sub> jangka pendek dengan tekanan tinggi juga dapat menekan kejadian penyakit pascapanen yang disebabkan oleh jamur *Penicillium digitatum* dan *P. italicum* pada buah jeruk (Montesinos-Herrero et al., 2012). Aplikasi CO<sub>2</sub> dengan tekanan lebih dari 15 kPa dapat menekan kejadian penyakit pascapanen pada buah Strawberry. Aplikasi CO<sub>2</sub> ini tidak dianjurkan untuk diaplikasikan dibawah tekanan 10 kPa (H. Li et al., 2022). Selain itu, CO<sub>2</sub> dapat mengurangi kerusakan oksidatif dengan menghambat pembentukan spesies oksigen reaktif yang biasanya terkait dengan infeksi jamur (Hyang-Lan et al., 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perlakuan CO<sub>2</sub> selama 3 hari dapat memperpanjang masa simpan buah dengan mempertahankan kekerasan pada buah (Harker et al., 2000). Waktu perlakuan ini cukup lama mengingat buah yang perlu waktu untuk pendistribusian. Oleh karena itu, Perlakuan CO<sub>2</sub> jangka pendek merupakan strategi perlakuan pascapanen yang dapat dimanfaatkan untuk memperpanjang masa simpan buah dan menghambat kerusakan buah yang disebabkan oleh infeksi jamur. Beberapa penelitian menunjukkan paparan jangka pendek CO<sub>2</sub> dengan konsentrasi tinggi 15 kPa sampai 95 kPa dapat menekan kejadian penyakit pascapanen pada buah jeruk (Montesinos-Herrero et al., 2012), tomat (Park et al., 2021) dan strawberry (Hyang-Lan et al., 2021). Akan tetapi, penelitian mengenai durasi optimal paparan CO<sub>2</sub> dalam menghambat patogen pascapanen masih terbatas karena konsentrasi dan durasi yang berlebihan dapat berpengaruh terhadap fisiologi buah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama paparan perlakuan CO<sub>2</sub> terhadap masa simpan dan pertumbuhan patogen *B cinerea*.

## MATERI DAN METODE

### *Waktu dan Tempat*

Penelitian ini dilaksanakan di Perkebunan Stawberry Lembang, Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 Februari 2023 – 31 Mei 2023.

## ***Alat dan Bahan***

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu chamber untuk perlakuan, packaging buah strawberry, cawan petri, brix refractrometer Milwaukee MA871, vacuum pump, and pressure gauge. Bahan yang digunakan adalah buah strawberry, gas CO<sub>2</sub> dan inoculum jamur *Botrytis cinerea*.

## ***Metode Penelitian***

### ***Rancangan Penelitian***

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan durasi paparan CO<sub>2</sub>. Lama paparan CO<sub>2</sub> yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan, yaitu tanpa ada perlakuan CO<sub>2</sub>, Perlakuan CO<sub>2</sub> 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Perlakuan tersebut diulang sebanyak 5 kali dengan jumlah unit percobaan sebanyak 6 unit percobaan. Jumlah keseluruhan buah yang digunakan sebanyak 150 buah. Parameter yang diamati yaitu masa inkubasi, dan kejadian penyakit jamur *B. cinerea*. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 14 hari penyimpanan dimulai pada hari ke-0 dan penyimpanan dilakukan pada suhu dingin 4°C.

### ***Persiapan dan Inokulasi Jamur B. Cinerea***

Jamur *B. Cinerea* didapatkan dari hasil explorasi lapang di kebun buah Strawberry Lembang, Jawa Barat. Inokulasi dilakukan dengan menempelkan jamur *B. Cinerea* yang dikulturkan pada media PDA ke buah strawberry segar setelah dipanen.

### ***Perlakuan CO<sub>2</sub>***

Buah yang telah diinokulasi jamur *B. Cinerea* kemudian dilakukan perlakuan CO<sub>2</sub> 40 kPa (Montesinos-Herrero et al., 2012). Buah dimasukkan kedalam packaging, kemudian dimasukkan kedalam chamber yang telah dimodifikasi. CO<sub>2</sub> diinjeksikan kedalam chamber lalu disimpan kedalam chiller pada suhu -2°C sesuai dengan perlakuan yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit.

### ***Penyimpanan dan Pengamatan***

Buah strawberry yang telah diberi perlakuan kemudian disimpan pada cooler dengan suhu 4°C. Buah diamati setiap hari sampai dengan hari ke-14.

### ***Perhitungan Brix***

Buah dihitung tingkat kemanisannya menggunakan brix refractrometer Milwaukee MA871. Beberapa buah yang telah diberikan perlakuan dihitung brixnya dengan cara meneteskan beberapa cairan buah strawberry kedalam sensornya lalu dilakukan pengukuran.

### ***Perhitungan Kadar Gula Total dan Vitamin C***

Perhitungan kadar gula total menggunakan metode Lurfschool, sedangkan perhitungan kadar vitamin C menggunakan metode Iodimetri. Perhitungan kandungan nutrisi ini dilaksanakan di Laboratorium Jasa Uji, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjajaran. Perhitungan kedua variabel ini tidak dilakukan pada semua perlakuan, akan tetapi hanya dilakukan pada perlakuan tanpa CO<sub>2</sub> dan perlakuan CO<sub>2</sub> selama 60 menit.

## Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Analisis Varian (Analysis of Variance atau ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5% menggunakan software IBM SPSS 26.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh perlakuan jangka pendek CO<sub>2</sub> tinggi dengan masa inkubasi penyakit pascapanen *Botrytis cinerea* pada buah strawberry setelah panen. perlakuan CO<sub>2</sub> dapat memperpanjang masa simpan buah (Tabel 1). Perlakuan dengan treatment CO<sub>2</sub> dapat memperpanjang masa simpan mencapai 11 hari setelah inokulasi dan menunjukkan daya simpan yang sangat berbeda dibandingkan dengan kontrol yang hanya memiliki masa simpan 5 hari. Perlakuan CO<sub>2</sub> selama 30 menit memiliki masa inkubasi 7.2 hari. Hal ini menunjukkan hasil yang tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan kontrol. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa durasi perlakuan CO<sub>2</sub> yang lebih lama cenderung memperpanjang masa inkubasi penyakit, yang mengindikasikan adanya pengaruh pertahanan terhadap perkembangan penyakit. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Bang et al. (2019) bahwa buah strawberry tanpa perlakuan CO<sub>2</sub> dapat mulai rusak 5 hari setelah penyimpanan. Sedangkan pada perlakuan CO<sub>2</sub> buah mulai terlihat adanya kerusakan pada hari ke-6 penyimpanan. Presentase kerusakan pada perlakuan CO<sub>2</sub> dapat ditekan sampai 30% setelah 10 hari penyimpanan.

Tabel 1. Pengaruh CO<sub>2</sub> terhadap Masa Inkubasi Penyakit Kapang Abu *B. cinerea*

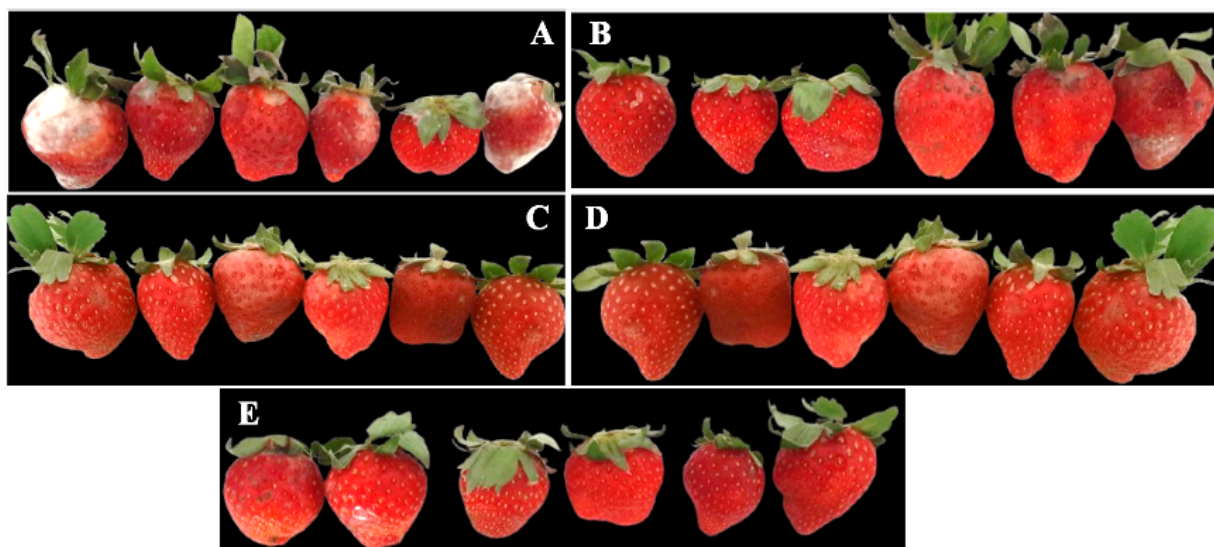
Perlakuan	Masa inkubasi (hari setelah panen)
Kontrol	5,00 a
CO <sub>2</sub> treatment 30 minutes	7,20 ab
CO <sub>2</sub> treatment 60 minutes	10,00 b
CO <sub>2</sub> treatment 90 minutes	10,60 b
CO <sub>2</sub> treatment 120 minutes	11,00 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf  $\alpha=5\%$ .

Perlakuan CO<sub>2</sub> dapat mempertahankan kekuatan dinding sel buah sehingga terjadi penghambatan infeksi oleh patogen. Mekanisme patogen dalam menginfeksi tanaman yaitu dengan membentuk struktur infeksi apresoria yang dapat menembus ke dalam sel tanaman. Appresorium memberikan tekanan turgor untuk dapat menginfeksi sel tanaman. Tekanan turgor ini menekan permukaan tanaman dan menciptakan celah untuk penetrasi. Dinding sel tanaman harus memiliki kekuatan mekanis untuk menahan tekanan turgor sebagai penghalang permeabilitas untuk menjaga osmolit (Geoghegan et al., 2017). Kekerasan buah memengaruhi tingkat kerentanan terhadap infeksi jamur, semakin tinggi degradasi dinding sel, semakin besar risiko infeksi jamur (Williams et al., 2018). Sebaliknya, dinding sel yang keras dapat menghambat penetrasi jamur.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Park et al., (2021), bahwa perlakuan CO<sub>2</sub> sebelum penyimpanan suhu dingin pada tanaman tomat menghasilkan buah yang lebih keras, memiliki penampilan yang lebih baik, dan mengurangi laju pembusukan buah. Penelitian ini juga menunjukkan adanya hubungan sinergistik antara perlakuan CO<sub>2</sub> dan penyimpanan dingin dalam menunda pematangan buah tomat. Perlakuan CO<sub>2</sub> memperpanjang masa simpan buah dengan menekan ekspresi gen yang terkait dengan pematangan buah seperti gen yang mensintesis etilen yaitu gen *1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase 4 (ACS4)* dan meningkatkan persinyalan etilen seperti gen *ethylene response factor (ERF)* yang dapat memperpanjang masa simpan.

Berdasarkan pada Gambar 1, dapat dilihat perbedaan penampakan buah strawberry setelah disimpan selama 7 hari dengan berbeagai perlakuan CO<sub>2</sub>. Pada perlakuan kontrol dan perlakuan CO<sub>2</sub> selama 30 menit, terdapat gejala penyakit yang terlihat jelas pada buah. Gejala tersebut ditandai dengan adanya pertumbuhan miselium berwarna putih yang muncul di permukaan buah, yang terlihat pada Gambar 1A dan 1B. pertumbuhan miselium ini merupakan indikasi perkembangan jamur *Botrytis cinerea*, yang menunjukkan bahwa penyakit telah menginfeksi buah strawberry setelah penyimpanan. Sebaliknya, perlakuan jangka pendek CO<sub>2</sub> selama 60 menit (Gambar 1C), 90 menit (Gambar 1D), dan 120 menit (Gambar 1E), buah strawberry yang diinkubasi tidak menunjukkan adanya tanda-tanda perkembangan penyakit. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan CO<sub>2</sub> dalam durasi tersebut telah menunda perkembangan jamur *B. cinerea* pada buah strawberry. Berdasarkan kenampakan visual buah juga menunjukkan warna buah tidak menunjukkan adanya perbedaan baik itu pada perlakuan kontrol maupun dengan perlakuan CO<sub>2</sub>. Akan tetapi, perlakuan dengan CO<sub>2</sub> berpengaruh terhadap kekerasan buah. Buah yang diberi perlakuan CO<sub>2</sub> lebih dari 60 menit memiliki kekerasan yang lebih keras dibanding perlakuan CO<sub>2</sub> 30 menit dan kontrol. Pada perlakuan kontrol, buah cenderung lebih lunak sehingga mengakibatkan buah lebih mudah terinfeksi oleh jamur patogen. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Pott et al. (2020) bahwa buah yang hanya disimpan pada perlakuan dingin atau tanpa perlakuan CO<sub>2</sub> mengalami pelunakan buah dibandingkan jika diberi perlakuan CO<sub>2</sub>.



Gambar 1. Penampakan buah Strawberry setelah 7 hari penyimpanan dalam suhu dingin. Kontrol (a), perlakuan CO<sub>2</sub> 30 menit (b), 60 menit (C), 90 menit (D), dan 120 menit (E).

Penelitian dari Bang et al. (2019) buah strawberry kontrol pada 3 hari penyimpanan, lamella hancur dan terdegradasi serta pada hari ke-5 adanya ruang kosong diantara dinding sel. Sedangkan pada perlakuan CO<sub>2</sub> lamella tetap terjaga dan dinding sel antara sel yang berdekatan tetap terhubung. Pektin merupakan komponen utama dinding sel, yang berperan penting dalam menentukan kekerasan buah stroberi. Pematangan buah dapat meningkatkan aktivitas enzim perusak pektin seperti pektin esterase (PE), poligalakturonase (PG), dan pektat sehingga terjadi pelunakan buah. Pada perlakuan CO<sub>2</sub> tinggi dapat mengurangi degradasi pektin dengan menekan ekspresi gen yang mengkode enzim perusak pektin dan hemiselulosa (Hyang-Lan et al., 2021).

Berdasarkan hasil penelitian, kejadian penyakit pada perlakuan CO<sub>2</sub> selama 60, 90 dan 120 menit berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Buah strawberry tanpa adanya perlakuan CO<sub>2</sub> pada hari ke-14 menunjukkan 90% buah telah mengalami kerusakan dengan adanya infeksi jamur *B. cinerea*. Sedangkan pada perlakuan CO<sub>2</sub>, buah strawberry hanya mengalami kerusakan berkisar antara 40 – 68%. Perlakuan CO<sub>2</sub> yang lebih lama (60, 90 dan 120 menit) lebih efektif dalam mengurangi kejadian penyakit dibandingkan dengan perlakuan CO<sub>2</sub> yang lebih pendek (30 menit).

Perbedaan antara perlakuan 60, 90, dan 120 menit tidak berbeda secara nyata, yang menunjukkan bahwa durasi perlakuan yang lebih lama mungkin tidak memberikan manfaat tambahan yang signifikan.

Table 2. Pengaruh perlakuan jangka pendek CO<sub>2</sub> terhadap Kejadian Penyakit Kapang Abu *B. cinerea* pada Buah Strawberry

Treatments	Disease incidence days of 14 <sup>th</sup>
Kontrol	90% a
CO <sub>2</sub> treatment 30 minutes	68% ab
CO <sub>2</sub> treatment 60 minutes	58% b
CO <sub>2</sub> treatment 90 minutes	40% b
CO <sub>2</sub> treatment 120 minutes	42% b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf  $\alpha=5\%$ .

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan CO<sub>2</sub> dapat secara signifikan mengurangi insiden penyakit busuk buah *Botrytis cinerea* pada buah stroberi selama penyimpanan pascapanen. Perlakuan CO<sub>2</sub> terhadap *Botrytis cinerea* dengan dua mekanisme utama yaitu penghambatan pertumbuhan dan aktivitas metabolisme jamur patogen akibat paparan CO<sub>2</sub> dan stimulasi respons pertahanan buah melalui peningkatan sintesis senyawa antimikroba atau penghambatan degradasi dinding sel. Mekanisme perlakuan CO<sub>2</sub> dalam memperpanjang dan mempertahankan kualitas buah adalah dengan mempertahankan kekerasan buah dan menurunkan laju respirasi buah (Hyang-Lan et al., 2021). Penelitian lain dari Vazquez-Hernandez et al. (2018) perlakuan CO<sub>2</sub> jangka pendek dapat memperpanjang masa simpan buah anggur dan mengurangi pembusukan buah yang disebabkan oleh jamur *B. cinerea*. Ketahanan buah terhadap infeksi jamur *B. cinerea* ini diinduksi oleh perlakuan paparan CO<sub>2</sub> jangka pendek yang dapat meningkatkan enzim chitinase yang berperan dalam menghidrolisis kitin, komponen utama dinding sel jamur.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan CO<sub>2</sub> dapat berpengaruh terhadap kandungan nutrisi buah (Osman et al., 2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan CO<sub>2</sub> tidak berpengaruh terhadap tingkat kemanisan buah atau brix (Tabel 3). Berdasarkan hasil penelitian H. Li et al. (2022), perlakuan CO<sub>2</sub> 15 kPa dan 20 kPa tidak berpengaruh terhadap nilai brix buah.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan CO<sub>2</sub> terhadap tingkat kemanisan buah/brix

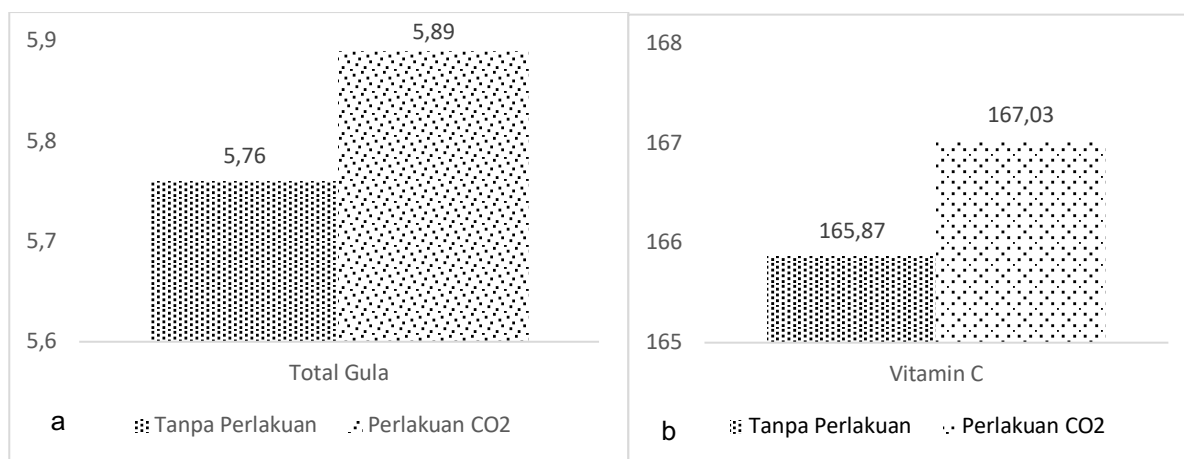
Perlakuan	Tingkat kemanisan/ Brix (%)
Kontrol	11,67a
CO <sub>2</sub> treatment 30 minutes	10,43a
CO <sub>2</sub> treatment 60 minutes	11,67a
CO <sub>2</sub> treatment 90 minutes	11,00a
CO <sub>2</sub> treatment 120 minutes	11,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf  $\alpha=5\%$ .

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan jangka pendek CO<sub>2</sub> tidak berpengaruh terhadap tingkat kemanisan buah. Akan tetapi, ada beberapa penelitian menunjukkan pengaruh CO<sub>2</sub> terhadap kandungan glukosa, fruktosa dan sukrosa. Meskipun secara total gula tidak berpengaruh secara nyata, tetapi ada perubahan kandungan sukrosa yang diinduksi oleh CO<sub>2</sub>. Perlakuan pascapanen dengan jangka pendek CO<sub>2</sub> menunjukkan kecenderungan memengaruhi kandungan total gula pada buah (Gambar 1). Kandungan total gula cenderung lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan CO<sub>2</sub>. Hal ini sesuai dengan penelitian H. Li et al. (2022), yang

menunjukkan adanya peningkatan kandungan fruktosa dan glukosa, sedangkan kandungan sukrosa terjadi penurunan. Adanya konversi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa akibat dari perlakuan CO<sub>2</sub> yang tinggi. Perlakuan CO<sub>2</sub> 30 kPa dapat menurunkan regulasi inhibitor invertase yang memicu lebih banyak glukosa dan fruktosa di sintesis dalam buah.

Vitamin C menunjukkan kandungan yang lebih tinggi pada perlakuan CO<sub>2</sub> dibandingkan tanpa perlakuan CO<sub>2</sub> (Gambar 1). Berdasarkan penelitian dari H. Li et al. (2022), perlakuan CO<sub>2</sub> maupun tanpa CO<sub>2</sub> tidak menunjukkan pengaruh terhadap kandungan nutrisi khususnya asam askorbat pada buah strawberry. Karena pengujian total gula dan kadar vitamin C tidak dilakukan uji statistik lanjutan, perbedaan antar perlakuan ini hanya dapat dianalisis secara deskriptif dan membutuhkan penelitian lebih lanjut untuk validasi.



Gambar 2. Pengaruh perlakuan jangka pendek CO<sub>2</sub> terhadap total gula (a) dan vitamin C (b).

Penelitian lain dari Kim et al. (2022) perlakuan CO<sub>2</sub> 30% selama 3 jam berpengaruh terhadap komposisi volatile strawberry 'Seolhyang'. Perlakuan CO<sub>2</sub> dapat mempertahankan konsentrasi heksanal dan 2-heksanal yang berperan dalam bau segar pada buah strawberry. Sebaliknya, perlakuan CO<sub>2</sub> dapat mengurangi pembentukan volatile bau yang tidak sedap seperti asetaldehida, 2,3-butanedion dan asam heksanoat selama penyimpanan. Penelitian lain dari Ahn et al. (2021), bahwa perlakuan CO<sub>2</sub> dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada buah strawberry.

Selain dimanfaatkan untuk pascapanen, CO<sub>2</sub> juga telah banyak diteliti dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap beberapa patogen. CO<sub>2</sub> dapat meningkatkan resistensi tanaman *Arabidopsis thaliana* terhadap *Botrytis cinerea* dengan mengaktifkan jalur pertahanan tanaman melalui jalur persinyalan Asam Salisilat (SA) dan Asam Jasmonat (JA) (Williams et al., 2018). Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan CO<sub>2</sub> dapat menghambat pertumbuhan patogen baik pada prapanen selama budidaya maupun pascapanen. Selain itu, penambahan CO<sub>2</sub> ketika proses budidaya dapat meningkatkan hasil panen dan kandungan nutrisi (kandungan gula total dan vitamin C) pada buah strawberry (Osman et al., 2024).

## KESIMPULAN

Pemberian Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan jangka pendek CO<sub>2</sub> sebelum penyimpanan pada suhu dingin menunjukkan pengaruh yang dapat memperpanjang masa simpan buah dan mengurangi kejadian penyakit pascapanen yang disebabkan oleh jamur *B. cinerea*. Perlakuan pretreatment ini dapat digunakan oleh industri hortikultura khususnya strawberry dalam penyimpanan. sehingga dapat memperpanjang masa simpan buah dan mengurangi kerugian hasil pascapanen. Penelitian pada komoditas lain perlu dilakukan untuk mengukur seberapa lama CO<sub>2</sub>

dapat memperpanjang masa simpan buah dan mengurangi kerusakan khususnya akibat dari pembusukan buah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, D., Kim, I., Lim, J. H., Choi, J. H., Park, K. J., & Lee, J. (2021). The effect of high CO<sub>2</sub> treatment on targeted metabolites of ‘Seolhyang’ strawberry (*Fragaria × ananassa*) fruits during cold storage. *Lwt*, *143*(December 2020), 111156. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111156>
- Bang, J., Lim, S., Yi, G., Lee, J. G., & Lee, E. J. (2019). Integrated transcriptomic-metabolomic analysis reveals cellular responses of harvested strawberry fruit subjected to short-term exposure to high levels of carbon dioxide. *Postharvest Biology and Technology*, *148*(November 2018), 120–131. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.11.003>
- BPS. (2023). *Produksi Tanaman Buah-buahan, 2021-2023*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/production-of-fruits.html>
- Bria, A., Sa’diyah, A. A., & Nugroho, A. P. (2020). Strategi Pengembangan Usaha Strawberry di Agrowisata Petik Strawberry. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, *16*(3), 226–238.
- Droby, S., & Lichter, A. (2007). *Post-Harvest Botrytis Infection: Etiology, Development and Management BT - Botrytis: Biology, Pathology and Control* (Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski, & N. Delen (eds.); pp. 349–367). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2626-3\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2626-3_19)
- Geoghegan, I., Steinberg, G., & Gurr, S. (2017). The Role of the Fungal Cell Wall in the Infection of Plants. *Trends in Microbiology*, *25*(12), 957–967. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.05.015>
- Harker, F. R., Elgar, H. J., Watkins, C. B., Jackson, P. J., & Hallett, I. C. (2000). Physical and mechanical changes in strawberry fruit after high carbon dioxide treatments. *Postharvest Biology and Technology*, *19*(2), 139–146. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00090-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00090-9)
- Hu, Z., Chang, X., Dai, T., Li, L., Liu, P., Wang, G., Liu, P., Huang, Z., & Liu, X. (2019). Metabolic Profiling to Identify the Latent Infection of Strawberry by *Botrytis cinerea*. *Evolutionary Bioinformatics*, *15*. <https://doi.org/10.1177/1176934319838518>
- Hyang-Lan, E., Seung-Hyun, H., & Eun-Jin, L. (2021). High-CO<sub>2</sub> Treatment Prolongs the Postharvest Shelf Life of Strawberry Fruits by Reducing Decay and Cell Wall Degradation. *Foods*, *10*, 1649.
- Khan, A. R., Ali, Q., Ayaz, M., Bilal, M. S., Tariq, H., El-Komy, M. H., Gu, Q., Wu, H., Vater, J., & Gao, X. (2024). Bio-perfume guns: Antifungal volatile activity of *Bacillus* sp. LNXM12 against postharvest pathogen *Botrytis cinerea* in tomato and strawberry. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *203*(June), 105995. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2024.105995>
- Kim, I., Ahn, D., Choi, J. H., Lim, J. H., Ok, G., Park, K. J., & Lee, J. (2022). Changes in Volatile Compounds in Short-Term High CO<sub>2</sub>-Treated ‘Seolhyang’ Strawberry (*Fragaria × ananassa*) Fruit during Cold Storage. *Molecules*, *27*(19). <https://doi.org/10.3390/molecules27196599>
- Li, D., Wang, Q., Xu, Y., Chen, Y., Zhang, X., Ding, S., & Luo, Z. (2024). The regulation of postharvest strawberry quality mediated by abscisic acid under elevated CO<sub>2</sub> stress. *Food Chemistry*, *459*(June), 140439. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140439>
- Li, H., Yin, Y., Affandi, F. Y., Zhong, C., Schouten, R. E., & Woltering, E. J. (2022). High CO<sub>2</sub>



- Reduces Spoilage Caused by *Botrytis cinerea* in Strawberry Without Impairing Fruit Quality. *Frontiers in Plant Science*, 13(April), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.842317>
- Luo, J., Yu, W., Xiao, Y., Zhang, Y., & Peng, F. (2024). FaSnRK1 $\alpha$  mediates salicylic acid pathways to enhance strawberry resistance to *Botrytis cinerea*. *Horticultural Plant Journal*, 10(1), 131–144. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2023.05.006>
- Me-Hea Park, Sun-Ju Kim, Jung-Soo Lee, Yoon-Pyo Hong, S.-H. C. and K.-M. K. (2021). Carbon Dioxide Pretreatment and Cold Storage Synergistically. *Foods*.
- Montesinos-Herrero, C., del Río, M. Á., Rojas-Argudo, C., & Palou, L. (2012). Short exposure to high CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> at curing temperature to control postharvest diseases of citrus fruit. *Plant Disease*, 96(3), 423–430. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-11-0595>
- Osman, M., Qaryouti, M., Alharbi, S., Alghamdi, B., Al-Soqeer, A., Alharbi, A., Almutairi, K., & Abdelaziz, M. E. (2024). Impact of CO<sub>2</sub> Enrichment on Growth, Yield and Fruit Quality of F1 Hybrid Strawberry Grown under Controlled Greenhouse Condition. *Horticulturae*, 10(9), 941. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10090941>
- Pott, D. M., de Abreu e Lima, F., Soria, C., Willmitzer, L., Fernie, A. R., Nikoloski, Z., Osorio, S., & Vallarino, J. G. (2020). Metabolic reconfiguration of strawberry physiology in response to postharvest practices. *Food Chemistry*, 321(March), 126747. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126747>
- Sukasih, E., & Setyadjit, S. (2019). Fresh Handling Techniques for Strawberry to Maintain its Quality. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 38(1), 47. <https://doi.org/10.21082/jp3.v38n1.2019.p47-54>
- Vazquez-Hernandez, M., Navarro, S., Sanchez-Ballesta, M. T., Merodio, C., & Escribano, M. I. (2018). Short-term high CO<sub>2</sub> treatment reduces water loss and decay by modulating defense proteins and organic osmolytes in Cardinal table grape after cold storage and shelf-life. *Scientia Horticulturae*, 234(February), 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.020>
- Williams, A., Pétriacq, P., Schwarzenbacher, R. E., Beerling, D. J., & Ton, J. (2018). Mechanisms of glacial-to-future atmospheric CO<sub>2</sub> effects on plant immunity. *New Phytologist*, 218(2), 752–761. <https://doi.org/10.1111/nph.15018>