

EFEKTIVITAS PERLAKUAN OZON DAN SUHU PENYIMPANAN DALAM MEMPERTAHANKAN KUALITAS BROKOLI

Indrie Ambarsari, Gama N. Oktaningrum, dan Agus Hermawan

*Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jl. Soekarno-Hatta KM.26 No.10, Bergas, Kabupaten Semarang 50552*

E-mail: indrie.amb@gmail.com

ABSTRACT

Broccoli is one of high economic value's vegetable crops. However, as other agricultural crops, broccoli is very vulnerable to post-harvest damage, and thus, it has a relatively short self-life. Ozone treatment has been perceived as one of technology that has a potential to extend the durability of food since it has a strong oxidizer that is able to destroy the food microorganism. In addition, ozone has also been perceived as safe since there are no chemical residues and environmentally friendly. This study was conducted in 2018 at the post-harvest laboratory, AIAT Central Java. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of ozone in preserving the quality and extending the broccoli shelf-life. The application of ozone to broccoli was carried out by dissolving the ozone into the washing water. As a control treatment is broccoli which washed using tap water (without ozone). Hereinafter, the broccoli were stored in the room temperature and cold temperature. Each treatment was repeated three times. Observations were conducted every two days during 10 days of storage. The result showed that ozone treatment will be more effective in preserving the quality of broccoli when it is combined with low temperature condition.

Keywords: *broccoli, ozone, temperature, storage*

ABSTRAK

Brokoli merupakan salah satu tanaman sayur bernilai ekonomi tinggi. Namun, seperti halnya komoditas sayur pada umumnya, brokoli sangat rentan mengalami kerusakan pasca panen sehingga memiliki umur simpan yang relatif singkat. Aplikasi ozon merupakan salah satu teknologi yang dipandang potensial untuk memperpanjang umur simpan brokoli karena memiliki kemampuan yang baik dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme pangan. Selain itu, ozon juga dinilai aman karena tidak meninggalkan residu kimia dan ramah lingkungan. Kajian ini dilakukan pada tahun 2018 di laboratorium pasca panen, BPTP Jawa Tengah dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas ozon dalam mempertahankan kualitas dan meningkatkan daya simpan brokoli. Aplikasi ozon pada brokoli dilakukan pada saat pencucian dengan cara melarutkan ozon ke dalam air pencuci. Sebagai kontrol perlakuan digunakan brokoli yang dicuci dengan menggunakan air biasa (tanpa ozon). Penyimpanan brokoli dilakukan pada suhu ruang dan suhu dingin. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Pengamatan dilakukan 2 hari sekali selama 10 hari masa penyimpanan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan ozon akan lebih efektif dalam mempertahankan kualitas brokoli apabila dikombinasikan dengan kondisi penyimpanan suhu dingin.

Kata kunci: *brokoli, ozon, suhu, penyimpanan*

PENDAHULUAN

Brokoli merupakan sayuran bernilai ekonomi tinggi dengan kandungan sejumlah senyawa aktif yang bermanfaat bagi kesehatan, salah satunya *sulforaphane* yang dikenal memiliki sifat anti-kanker (Xu *et al.*, 2016). Sayangnya umur simpan brokoli relatif singkat, yaitu hanya berkisar antara satu sampai dua hari pada suhu ruang (Asridaya, 2016).

Brokoli rentan mengalami kerusakan mekanis dan juga biologis, karena bunga brokoli tersusun atas jaringan muda yang masih menjalani aktivitas fisiologis maupun mikrobiologis (Asridaya, 2016). Untuk menekan kerusakan pada produk pertanian segar, perlakuan sanitasi dan pengawetan umumnya diikutsertakan dalam tahap penanganan pascapanen. Keberadaan mikrobia pembusuk dapat ditekan melalui proses pencucian dengan menggunakan klorin. Sayangnya, penggunaan klorin pada produk pangan segar masih menuai pro dan kontra,

terkait keberadaan senyawa residu seperti *trihalomethane* yang dikhawatirkan membahayakan kesehatan manusia maupun lingkungan (Parish *et al.*, 2003). Kondisi ini mendorong peneliti dan produsen untuk mencari metode sanitasi alternatif yang aman dan ramah lingkungan.

Teknologi ozon merupakan salah satu metode sanitasi alternatif yang cukup potensial untuk diterapkan pada komoditas pertanian. Penggunaan ozon pada komoditas pertanian dinilai aman karena akan terdekomposisi menjadi oksigen, sehingga produk yang mendapatkan perlakuan ozon bebas dari residu kimia (de Souza *et al.*, 2018). Selain itu, ozon memiliki kemampuan oksidasi yang sangat kuat yang dapat menekan pertumbuhan mikrobia pada produk pangan, sehingga kesegaran dan daya simpan produk dapat bertahan lebih lama (de Souza *et al.*, 2018).

Pada komoditas pertanian segar, teknologi ozon dapat diaplikasikan dalam bentuk gas maupun cair. Aplikasi ozon dalam bentuk gas untuk komoditas sayur umumnya dilakukan di ruang penyimpanan, sedangkan aplikasi ozon cair dapat dilakukan pada saat pencucian produk ataupun melalui bahan kemasan atau bahan lainnya yang bersentuhan langsung dengan sayur. Pada brokoli, penerapan teknologi ozon untuk memperpanjang umur simpan umumnya dilakukan dengan cara menghembuskan gas ozon selama periode tertentu di ruang penyimpanan (Forney *et al.*, 2003; Rozpadek *et al.*, 2015), sedangkan informasi mengenai penerapan ozon dalam bentuk cair masih sangat terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan kajian aplikasi ozon cair pada brokoli. Ozon diaplikasikan pada tahap perlakuan pencucian yaitu dengan cara melarutkan ozon dalam air. Pengamatan terhadap efektivitas perlakuan pencucian dengan menggunakan ozon untuk mempertahankan kualitas visual brokoli selama penyimpanan dilakukan mengingat metode aplikasi ozon yang berbeda diduga memberikan dampak yang juga berbeda terhadap komoditas yang ditangani.

METODE PENELITIAN

Kajian ini dilakukan pada tahun 2018 di laboratorium pasca panen BPTP Jawa Tengah. Brokoli yang digunakan dalam kajian dipanen dari salah satu lahan petani dan Desa Sumberejo, Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang. Brokoli yang digunakan merupakan brokoli dengan umur panen yang seragam dan telah dibersihkan dari daun yang menempel pada batang. Tangkai batang bunga dipotong dan disisakan kurang lebih 15 cm dari pangkal bunga.

Aplikasi ozon menggunakan generator mesin plasma ozon yang diproduksi oleh PT. DIPO Technology UNDIP Semarang. Tahap awal persiapan aplikasi ozon dilakukan dengan melakukan pengisian air pada bak pencucian berukuran 200 x 80 x 75 cm³. Selanjutnya gas ozon dengan konsentrasi 150 ppm dialirkan ke dalam bak pencucian melalui pipa kapiler berbahan *stainless steel*. Proses pelarutan ozon dalam air pencuci dilakukan selama 1 jam 30 menit untuk memastikan ozon terlarut sempurna di dalam air. Selanjutnya, brokoli dimasukkan ke dalam air yang telah dilarutkan dengan ozon selama 15 menit, kemudian ditiriskan dan dikeringanginkan untuk meminimalkan kandungan air pada bahan.

Pada kajian ini, sebagai kontrol perlakuan adalah brokoli yang dicuci dengan menggunakan air biasa (tanpa ozon). Brokoli, baik yang mendapatkan perlakuan ozon maupun tidak, dibagi menjadi dua kondisi penyimpanan yaitu suhu ruang (25±3°C) dan suhu dingin (10±3°C). Pengulangan untuk masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali. Penyimpanan brokoli dilakukan selama 10 hari dan pengamatan visual pada masing-masing kelompok perlakuan dilakukan setiap dua hari sekali. Variabel yang diamati meliputi perubahan warna, perubahan aroma, tingkat kekerasan, dan tingkat kerusakan akibat pertumbuhan mikroba pembusuk.

Penilaian terhadap masing-masing variabel pengamatan dilakukan dengan menggunakan sistem skoring. Skor penilaian didefinisikan sebagai berikut: 0 = tidak ada kerusakan; 1 = terjadi kerusakan ≤5%; 2 = tingkat kerusakan 6-15%; 3 = tingkat kerusakan 16-30%; 4 = tingkat kerusakan 31-60%; 5 = tingkat kerusakan ≥60%.

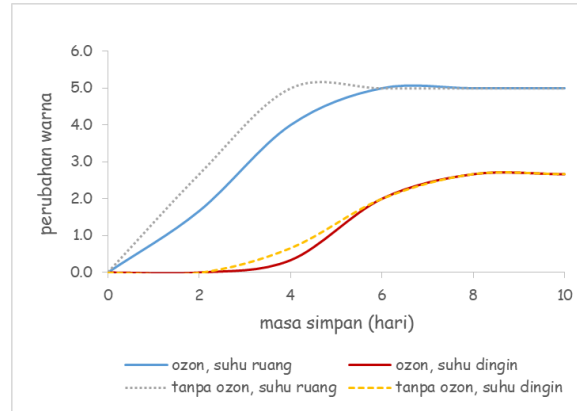
Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan *Repeated Measurement ANOVA* dengan taraf signifikansi 5%. Pengujian lanjut dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* dilakukan untuk mengetahui tingkat perbedaan antar perlakuan. Proses analisis data menggunakan *software SPSS statistics 20.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan warna

Perubahan warna brokoli menjadi kuning merupakan salah satu gejala utama terjadinya *senescence*, yang diakibatkan oleh penurunan kadar klorofil (Forney *et al.*, 2003). Hasil uji *repeated measurement ANOVA* dengan koreksi *Greenhouse-Geisser* menunjukkan adanya perubahan warna yang signifikan pada brokoli seiring dengan berjalannya waktu penyimpanan [$F(2.337, 18.695) = 216.882, p \leq 0.01, \eta^2 = 0.964$]. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa suhu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan (*p-value* 0.000) dalam menekan perubahan warna pada brokoli, sebaliknya aplikasi perlakuan ozon justru tidak menunjukkan pengaruh yang nyata (*p-value* 0.108). Tidak ada interaksi yang signifikan (*p-value* 0.233) antara perlakuan ozon dengan suhu penyimpanan.

Berdasarkan uji lanjut DMRT, penanganan pascapanen terbaik dalam menghambat degradasi warna brokoli adalah perlakuan penyimpanan suhu dingin, baik dengan atau tanpa perlakuan pencucian air ozon. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kemampuan untuk mempertahankan warna hijau pada brokoli lebih dipengaruhi oleh kondisi suhu penyimpanan dibandingkan perlakuan pencucian dengan menggunakan air ozon. Di sisi lain, konsentrasi ozon yang relatif rendah, meskipun waktu kontak dengan produk relatif lama, kemungkinan juga menjadi alasan kurang efektifnya perlakuan ozon dalam menghambat perubahan warna pada brokoli (Renumarn *et al.*, 2014).



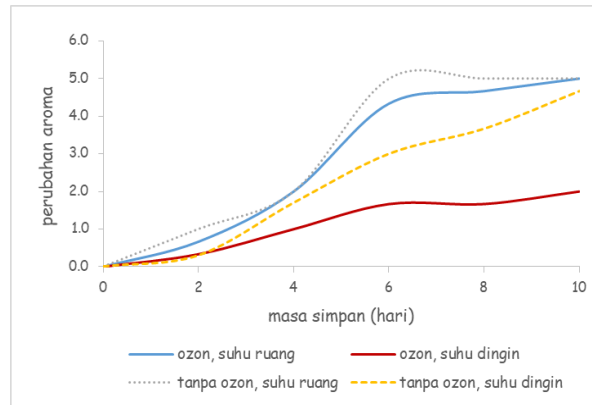
Gambar 1. Pengaruh aplikasi ozon terhadap perubahan warna brokoli selama penyimpanan

Perubahan aroma

Hasil uji *repeated measurement ANOVA* dengan koreksi *Greenhouse-Geisser* menunjukkan adanya perubahan aroma yang signifikan pada brokoli seiring dengan berjalannya waktu penyimpanan [$F(2.904, 23.232) = 410.061, p \leq 0.01, \eta^2 = 0.981$]. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa aplikasi ozon maupun suhu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan ($p \leq 0.01$) dalam mengendalikan perubahan aroma brokoli. Terdapat interaksi yang signifikan antara perlakuan ozon dengan suhu penyimpanan ($p \leq 0.05$). Berdasarkan uji lanjut DMRT, perlakuan terbaik yang dapat mempertahankan aroma kesegaran brokoli hingga 10 hari penyimpanan adalah perlakuan pencucian ozon yang dilanjutkan dengan penyimpanan pada suhu dingin. Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 2.

Perubahan aroma (*off-odor*) pada brokoli seringkali dikaitkan dengan terbentuknya

senyawa dimetildisulfida (DMDS) maupun dimetiltrisulfida (DMTS). Kehadiran kedua jenis senyawa tersebut pada brokoli merupakan indikasi adanya kerusakan fisiologis ataupun terjadinya *senescence* (Forney *et al.*, 2003).

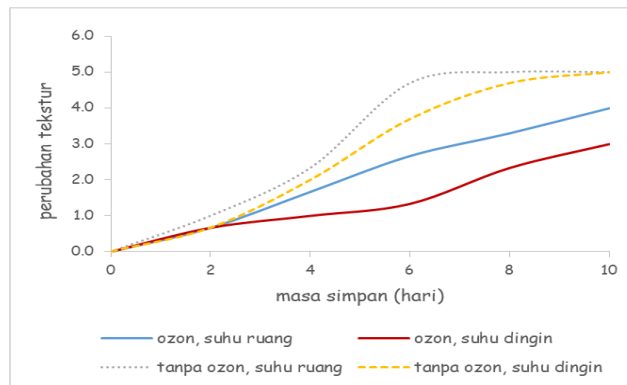


Gambar 2. Pengaruh aplikasi ozon terhadap perubahan aroma brokoli selama penyimpanan

Perubahan tekstur

Hasil uji *repeated measurement* ANOVA dengan koreksi *Greenhouse-Geisser* menunjukkan terjadinya perubahan tekstur brokoli, khususnya pada bagian batang, yang signifikan seiring dengan berjalannya waktu penyimpanan [$F(2.795, 22.361) = 262.714$, $p \leq 0.01$, $\eta^2 = 0.970$). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa aplikasi ozon maupun suhu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan ($p \leq 0.01$) dalam mengendalikan perubahan tekstur brokoli. Meskipun demikian, hasil analisis menunjukkan tidak ada interaksi yang signifikan (p -value 0.128) antara perlakuan ozon dengan suhu penyimpanan. Berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan*, sampel brokoli tanpa perlakuan ozon baik yang disimpan di suhu ruang maupun suhu dingin memiliki tekstur yang tidak berbeda nyata atau relatif sama. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perlakuan penyimpanan dingin saja tanpa disertai perlakuan ozon, tidak cukup efektif dalam mempertahankan tingkat kekerasan (tekstur kesegaran) pada brokoli (Gambar 3).

Perubahan tekstur pada brokoli terutama disebabkan oleh proses enzimatis yang mengakibatkan terjadinya perubahan komponen pada dinding sel, seperti polisakarida dan lignin (Schäfer *et al.*, 2017). Perlakuan ozon memungkinkan terjadinya peningkatan permeabilitas membran pada brokoli (Skog and Chu, 2001), akibatnya perubahan tekstur pada dinding sel dapat dihambat.

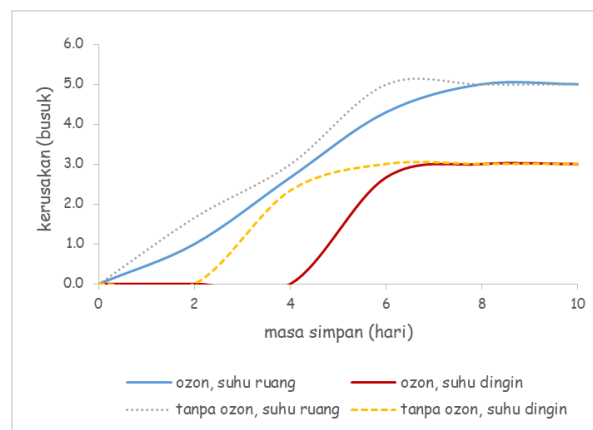


Gambar 3. Pengaruh aplikasi ozon terhadap perubahan tekstur brokoli selama penyimpanan

Tingkat kerusakan (busuk)

Hasil uji repeated measurement ANOVA dengan koreksi Greenhouse-Geisser menunjukkan adanya peningkatan kerusakan (busuk) brokoli yang signifikan seiring dengan berjalannya waktu penyimpanan [$F(1.642, 13.139) = 304.644, p \leq 0.01, \eta p^2 = 0.974$]. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa aplikasi ozon maupun suhu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan ($p \leq 0.01$) dalam mengendalikan tingkat kebusukan brokoli. Meskipun demikian, interaksi antara kedua faktor perlakuan (ozon dan suhu penyimpanan) tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (p -value 0.122) untuk parameter tingkat kebusukan brokoli. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perlakuan ozon maupun suhu dingin memiliki kemampuan tersendiri dalam menghambat kerusakan (busuk) brokoli yang diakibatkan oleh aktivitas fisiologis maupun mikrobiologi.

Pencucian brokoli dengan menggunakan ozon cukup efektif dalam menekan populasi mikroorganisme pembusuk seperti jamur (mold) dan kapang (yeast) yang terbawa dari lahan saat proses panen. Namun demikian, mikroorganisme tersebut tidak dapat dihilangkan seluruhnya sehingga masih ada kemungkinan terdapat mikroorganisme yang bertahan dan berkembang, yang menyebabkan kebusukan pada brokoli. Oleh karena itu, perlakuan penyimpanan dingin dibutuhkan sebagai upaya untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada brokoli setelah proses pencucian. Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh aplikasi ozon terhadap tingkat kerusakan brokoli selama penyimpanan

KESIMPULAN

Proses pencucian dengan menggunakan air ozon, mampu menghambat perubahan kualitas fisik dan memperpanjang umur simpan brokoli. Meskipun demikian, efektivitas perlakuan ozon tersebut akan optimal apabila dikombinasikan dengan perlakuan penyimpanan suhu dingin. Pada suhu ruang, perlakuan ozon mampu mempertahankan warna, aroma, tekstur, serta kesegaran brokoli hingga 4 hari. Sedangkan pada suhu dingin, secara umum perubahan kualitas pada brokoli dapat ditekan hingga 8 hari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada kelompok Mutiara Organik, PT. DIPO UNDIP, Prof. Dr. M. Nur (F-MIPA, Universitas Diponegoro), anggota tim kegiatan Bioindustri Sapi-Sayuran Jawa Tengah, dan semua pihak yang ikut membantu pelaksanaan kajian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asridaya, H., 2016. Pengaruh pelapis kitosan dan kemasan plastic wrapping terhadap masa simpan brokoli pada suhu ruang. Universitas Lampung.
- de Souza, L.P., Faroni, L.R.D., Heleno, F.F., Cecon, P.R., Gonçalves, T.D.C., da Silva, G.J., Prates, L.H.F., 2018. Effects of ozone treatment on postharvest carrot quality. *LWT - Food Sci. Technol.* 90, 53–60.
- Forney, C.F., Song, J., Fan, L., Hildebrand, P.D., Jordan, M.A., 2003. Ozone and 1-methylcyclopropene alter the postharvest quality of broccoli. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128, 403–408.
- Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Harris, L.J., Garrett, E.H., Farber, J.N., Busta, F.F., 2003. Methods to Reduce/Eliminate Pathogens from Fresh and Fresh-Cut Produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2, 161–173. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2003.tb00033.x>
- Renunarn, P., Srilaong, V., Uthairatanakij, A., Kanlayanarat, S., Jitareerat, P., 2014. The effects of immersion methods and concentration of ozonated water on the microbial counts and the quality and sensory attributes of fresh-cut broccoli. *Int. Food Res. J.* 21, 533–539.
- Rozpądek, P., Nosek, M., Ślesak, I., Kunicki, E., Dziurka, M., Miszalski, Z., 2015. Ozone fumigation increases the abundance of nutrients in Brassica vegetables: broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) and Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*). *Eur. Food Res. Technol.* 240, 459–462.
- Schäfer, J., Stanojlovic, L., Trierweiler, B., Bunzel, M., 2017. Storage related changes of cell wall based dietary fiber components of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) stems. *Food Res. Int.* 93, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.025>
- Skog, L.J., Chu, C.L., 2001. Effect of Ozone on Fruits Vegetables in Cold Storage. *Can.J. Plant Sci.* 81, 773-778.
- Xu, F., Tang, Y., Dong, S., Shao, X., Wang, H., Zheng, Y., Yang, Z., 2016. Reducing yellowing and enhancing antioxidant capacity of broccoli in storage by sucrose treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 112, 39–45.