

Peran Teknologi Ozonisasi Dalam Mempertahankan Kesegaran
dan Memperpanjang Masa Simpan Buah Nenas

(*Ananas Comosus (L) Merr.*) : Review

Sandro Pangidoan Siahaan dan Siti Mariana Widayanti

Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor, Indonesia

Email : sandro.markus09@gmail.com

Abstrak

Penanganan pascapanen hortikultura menjadi penting dalam memperpanjang umur simpan. Khususnya dalam upaya peningkatan nilai tambah dan daya saing produk hortikultura di Indonesia. Penanganan pascapanen yang tepat perlu dilakukan untuk menjaga kesegaran buah. Selain itu, syarat penting yang perlu dipenuhi oleh para eksportir buah adalah buah aman dan bersih dari segala macam kontaminasi, baik mikroba, mikroorganisme patogen (bakteri, virus dan jamur) dan residu pestisida. Industri buah dan sayur memerlukan teknologi yang secara efektif dapat menginaktivasi patogen dan menghilangkan kontaminan – kontaminan, memastikan kesegaran buah dan yang tidak kalah penting adalah ramah lingkungan. Teknologi ozonisasi adalah salah satu teknologi yang dapat memperpanjang umur simpan buah, menjaga kesegaran produk, tidak mempengaruhi nilai gizi dan mampu melarutkan beberapa jenis pestisida dan ozon sendiri adalah antimikroba yang tidak meninggalkan residu. Tujuan dari review ini adalah untuk mengetahui hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah mengaplikasikan teknik ozonisasi beserta dosis penggunaannya sebagai salah satu teknologi dalam memperpanjang umur simpan buah nenas. Dari beberapa tulisan menunjukkan bahwa teknologi ozonisasi pada penanganan pascapanen pada buah nenas segar diyakini dapat menjaga kesegaran produk serta memperpanjang umur simpan dengan cara membunuh mikroorganisme dan meluruhkan residu pestisida yang ada pada buah. Dosis paparan yang direkomendasikan dari review ini adalah 1 mg/L dengan waktu 20 menit. Dosis tersebut diketahui dapat meluruhkan residu pestisida dan mikroorganisme yang masih tertinggal pada buah nenas.

Kata kunci: nenas, teknologi ozonisasi, konsentrasi ozon, residu pestisida

Pendahuluan

Saat ini, penanganan pascapanen hortikultura menjadi penting dalam upaya peningkatan nilai tambah dan daya saing produk hortikultura di Indonesia. Hal ini dilakukan

untuk memastikan produk hortikultura Indonesia dapat bersaing di dunia internasional. Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian mencatat bahwa untuk melakukan peningkatan nilai tambah dan daya saing hortikultura, salah satu upayanya adalah melaksanakan penanganan pascapanen produk hortikultura. Penanganan pascapanen melalui proses penerapan teknologi mulai dari pengangkutan setelah panen, sortasi, *grading*, pencucian, *packing*, penyimpanan sementara sampai pendistribusiannya (Dirjen Hortikultura, 2016). Hal ini dilaksanakan guna untuk meningkatkan nilai jual dan nilai tambah produk hortikultura untuk konsumsi dalam negeri dan komoditas ekspor. Salah satu produk hortikultura unggulan di Indonesia adalah nenas (*Ananas comosus* L.). Produksi nenas di Indonesia cukup besar, berdasarkan Angka Tetap (ATAP) tahun 2015 mencapai 1,73 juta ton. Indonesia termasuk penghasil ketiga terbesar nenas di Asia Tenggara setelah Filipina dan Thailand dengan kontribusi sebesar 23% (Pusdatin, 2016). Peningkatan pertumbuhan daya saing akan mempercepat pertumbuhan volume ekspor sedangkan peningkatan harga ekspor nenas di negara tujuan ekspor akan menurunkan permintaan ekspor nenas di negara tersebut (Safitri et al. 2019). Pemanfaatan nenas bisa bermacam-macam, selain untuk konsumsi buah segar (*fresh fruit*), hasil buah untuk bahan *juice*, maupun bagian buah, daun, atau bagian lainnya untuk *massage/spa* (Rai et al., 2016).

Transportasi yang ditempuh untuk ekspor nenas biasanya menggunakan transportasi laut. Jarak yang cukup jauh membuat harus ada penanganan pascapanen yang tepat untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga kesegaran buah dan sayuran (Siahaan et al., 2019). Buah nenas dalam keadaan segar hanya dapat bertahan selama 7 hari pada kondisi kamar (suhu 28-30°C), sifat tersebut akan menjadikan kendala dalam penyediaan buah untuk konsumsi segar dan ekspor. Penanganan segar yang sudah dilaksanakan untuk ekspor nenas adalah diawali dengan pencucian, sortasi, *grading*, pelilinan (*waxing*), perendaman fungisida (*dipping*), pemasangan *net foam* dan pengemasan (Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati, 2017). Selain itu, permintaan dari eksportir buah adalah buah aman dan bersih dari segala kontaminasi mikroba, mikroorganisme patogen (bakteri, virus dan jamur) dan residu pestisida yang mungkin masih ada pada saat buah dikirimkan ke konsumen. Pencucian yang biasa dilakukan pada buah dan sayuran segar adalah menggunakan klorin. Akan tetapi, pencucian tersebut dapat bereaksi dengan trihalometan yang menjadi sorotan dalam keamanan pangan manusia dan menjadi polutan dalam lingkungan (Shofiatu et al. 2017). Saat ini, Industri buah dan sayur sedang mencari teknologi yang secara efektif dapat menginaktivasi patogen dan menghilangkan kontaminan – kontaminan, memastikan kesegaran buah dan terpenting adalah **bersahabat dengan lingkungan** (de Souza et al.

2017). Teknologi ozon pada industri pangan diyakini lebih efektif dalam spektrum yang lebih luas dalam penanganan mikroorganisme dibandingkan klorin dan disinfektan lain. Ozonisasi juga tidak meninggalkan residu kimia dan terdegradasi oleh molekul oksigen secara alami sehingga sangat ramah lingkungan (Aafia et al. 2018).

Teknologi ozonisasi adalah salah satu cara untuk menjaga kesegaran produk dan memperpanjang umur simpan produk pertanian. Asgar *et al.* (2015) telah melaksanakan teknologi ozonisasi untuk mempertahankan kesegaran cabai pada saat penyimpanan. Kombinasi antara perlakuan ozonisasi dan pengemasan dengan plastik polietilen dapat menjaga kualitas bahkan memperpanjang umur simpan buah tomat selama 12 hari pada suhu ruang (Zainuri et al. 2018). Buah stroberi yang diberikan teknologi ozonisasi menjadi alternatif untuk memperpanjang umur simpan buah stroberi, mengurangi kerusakan karena jamur dan kehilangan air selama penyimpanan dingin (Contigiani et al. 2018). Penerapan teknologi ozon juga berhasil memperlambat proses pelunakan pada blewah selama penyimpanan pada suhu 6°C dan juga membatasi pertumbuhan mikroba pada buah blewah (*cantaloupe melon*) (Toti et al. 2018). Menurut Qin et al. (2018), teknologi ozonisasi bisa memperpanjang umur simpan untuk buah dan sayur 7 hari sampai lebih apabila diberikan pada kemasan buah dan sayur selama 2 menit. Teknologi ini juga mampu mendegradasi pestisida dan zat racun residu dari pupuk kimia yang ada pada buah dan sayuran segar. Penggunaan ozon pada buah dan sayur juga tidak mempengaruhi gizi pada buah dan sayur sehingga aman untuk dikonsumsi (Asgar, 2014). Ozonisasi juga dapat menghilangkan residu pestisida pada wortel tanpa merubah gizi dari wortel tersebut (de Souza *et al.* 2017).

Tujuan dari review ini adalah untuk mengetahui hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah mengaplikasikan teknik ozonisasi beserta dosis penggunaannya sebagai salah satu teknologi dalam memperpanjang umur simpan buah segar.

Landasan Teori dan Analisis

A. Tinjauan Pustaka

1. Ozon

Ozon merupakan oksidan yang kuat dan berpotensi sebagai bahan desinfektan yang mampu membunuh mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus dan jamur. Ozon memiliki potensial oksidasi 2.07 Volt dan dapat menghasilkan radikal hidroksida dengan potensial oksidasi 2.7 Volt. Ozon dapat terbentuk melalui dua proses, yaitu proses penyerapan cahaya dan proses tumbukan. Pembentukan ozon melalui proses penyerapan cahaya, baik gas

oksigen (O_2) maupun ozon (O_3) dapat menyerap radiasi sinar UV. Gas oksigen yang menyerap radiasi sinar UV dengan panjang gelombang kurang dari 240 nm, akan terurai menjadi dua atom oksigen. Atom oksigen hasil reaksi tersebut sangat reaktif yang dapat bereaksi dengan O_2 dan membentuk ozon (O_3). Reaksi ini bersifat eksotermik. Akibat dari kedua reaksi tersebut terjadi perubahan tiga molekul oksigen menjadi dua molekul ozon dan konversi radiasi sinar UV menjadi panas. Ozon menyerap radiasi sinar UV dengan panjang gelombang antara 240 – 290 nm, reaksi tersebut menyebabkan ozon mengalami perubahan komposisi menjadi gas oksigen dan atom oksigen (Haifan, 2017). Reaksi ini juga bersifat eksotermik, sehingga mengkonversi radiasi sinar UV menjadi panas. Menurut Purwadi et al. (2013), Pembentukan ozon melalui proses tumbukan dapat dilakukan dengan melewati gas oksigen (O_2) pada daerah yang dikenai tegangan tinggi. Molekul oksigen ini akan mengalami ionisasi, yaitu proses terlepasnya suatu atom atau molekul dari ikatannya menjadi ion-ion oksigen. Molekul-molekul oksigen yang terionisasi ini biasa disebut dengan kondisi plasma (Haifan, 2017).

Ozon memiliki karakteristik dengan bau yang kuat. Di bawah temperatur normal dan tekanan atmosfer, ozon dengan konsentrasi rendah tidak berwarna. Akan tetapi, apabila konsentrasinya mencapai 15%, menjadi berwarna biru cerah. Ozon tidak dapat larut dalam substansinya seperti oksigen cair dan karbon tetraklorida, tetapi terlarutkan dalam air. Akan tetapi, stabilitas larutan ozon sangat berpengaruh nyata dalam pemurnian air. Ozon dapat didekomposisi secara cepat menjadi oksigen, akan tetapi, ozon terdekomposisi lambat di air murni. Densitas ozon adalah 2,14 g/L (0 C, 0.1 MP), dengan titik didih – 111⁰ C dan titik leleh -192⁰C. Pada suhu ruang, umur paruh ozon di dalam air sekitar 20 menit dan di udara sekitar 16 jam (Purwadi et al. 2007). Ozon secara termodinamika tidak stabil. Ozon juga dapat terdekomposisi pada suhu ruang dan dapat secara cepat terdekomposisi pada suhu 200⁰C. Ozon merupakan agen oksidasi terkuat dalam perlakuan dalam air. Ozon dapat meledak dengan mudah ketika konsentrasinya mencapai 25% (Qin *et al.* 2017). Menurut Qin et al. (2017), Aplikasi ozon digunakan untuk banyak hal seperti disinfektan dan pembunuh virus pada obat – obatan, penanganan tanah pada pertanian, purifikasi bahan pangan, penjernihan air dan air minum, disinfektan dan sterilisasi, menjaga kesegaran buah dan sayuran serta pencegahan pertumbuhan jamur, kecantikan dan kesehatan, pertanian dan perikanan, penghilang bau busuk, serta aplikasi pada proses pabrikasi pembuatan *film*. Tantangan dalam peningkatan penelitian tentang ozonisasi ini adalah membuat volume atau berat dari teknologi ozon dalam satuan waktu dapat konstan. Ini dapat dicapai dengan

mengoptimalkan sistem elektroda, material dielektrik dan ruang penggunaannya (Qin et al. 2017).

2. Ozon Generator

Ozon dapat diproduksi dengan menggunakan metode lucutan senyap, yaitu dengan cara melewatkan udara (20% nya adalah oksigen) melalui celah sempit dengan beda tegangan listrik bolak-balik (AC) orde kilo-volt (Purwadi et al. 2007). Maksud pembuatan ozon dengan metode lucutan terhalang elektrik adalah untuk mendapatkan ozon berkonsentrasi rendah antara 0,01 ppm sampai 4,00 ppm yang dapat diterapkan pada bidang pertanian, bidang kesehatan, bidang lingkungan dan bidang industri. Molekul ozon yang terbentuk pada ozon generator relative tidak stabil, karena disamping keberadaan tiga atom oksigen menjadi satu molekul ozon yang berjejal, juga karena adanya hamburan muatan elektronik dari masing-masing antar atom oksigen pada molekul ozon tersebut (Purwadi *et al.* 2007).

Terdapat 3 proses pembentukan gas yang dapat dilakukan ozon generator yaitu metode *electrical discharge*, radiasi ultraviolet dan elektrolisis (Purwadi et al. 2007, Qin et al. 2018).

1. *Ultraviolet Ozone Generator*, menggunakan panjang gelombang spesifik (185nm) dari radiasi ultraviolet untuk mengiradiasi molekul oksigen. Dengan radiasi ultraviolet tersebut, molekul oksigen akan terdekomposisi untuk memproduksi ozon. Karena volume yang besar yang dibutuhkan untuk tabung sinar ultraviolet, produksi ozon yang rendah dan penggunaan yang sangat singkat, kegunaan dari tipe *generator* ini sangat terbatas.
2. *Electrolysis Generator*, menggunakan air terelektrolisis dengan elektroda. Keuntungan penggunaan metode ini adalah :
 - a. Gas ozon yang terproduksi dengan metode ini memiliki konsentrasi yang tinggi dengan maksimum konsentrasi 20% (lebih dari 250 mg/L).
 - b. Tidak terdapat gas nitrogen dan tidak karsinogenik.
 - c. Dalam humiditas lebih dari 85%, produksi ozon dapat terjaga stabil walaupun dalam lingkungan yang basah
 - d. Karena menggunakan aliran DC pada elektrolisis, proses ini tidak menghasilkan gelombang elektromagnetik dan *noise*.
 - e. Dengan kuantitas yang sama dengan ozon dalam air, konsentrasi residu ozon yang tinggi dapat dicapai karena konsentrasi ozon yang tinggi.
3. *High Voltage Discharge*, menggunakan tembakan frekuensi tertentu (sinar radio aktif) sehingga molekul oksigen disekitaran medan listrik dapat bereaksi secara elektrokimia untuk membentuk ozon. Ozon generator ini memiliki beberapa keuntungan seperti

operasi yang stabil, lama pemaparan ozon yang panjang, kapasitas produksi yang besar (mencapai 1 kg/jam). Ozon generator ini biasanya digunakan dalam skala industri.

4. Teknologi Ozonisasi

Penggunaan teknologi ozon mampu meluruhkan kontaminasi pestisida dan bakteri serta logam berat yang menempel pada permukaan buah dan sayuran sehingga aman dikonsumsi bagi kesehatan. Mekanisme ozon dalam membunuh mikroba yaitu ozon melakukan penyerangan pada dinding sel mengarah pada perubahan dalam permeabilitas dari sel dan dapat menyebabkan terjadinya lisis pada sel bakteri. Air yang telah mengandung ozon dapat mencuci buah dan sayur agar steril, dengan tanpa menghilangkan warna, aroma, dan tidak mengurai senyawa organik yang terkandung dalam bahan pangan, sehingga mampu memperpanjang umur kesegaran (Asgar, 2014).

Perlakuan ozonisasi pada berbagai produk buah dan sayuran telah banyak dilakukan dan menunjukkan adanya perbaikan kualitas. Perlakuan ozonisasi terhadap buah tomat terbukti dapat memperpanjang umur kesegaran tomat selama 12 hari pada suhu ruang dan mencapai 3 minggu pada penyimpanan dingin. (Asgar, 2014 ; Tzortzakis et al. 2007; Zainuri et al. 2017). Pencucian dengan ozon pada buah stroberi selama 5 menit (konsentrasi maksimum 3.5 mg/L) terbukti menurunkan kerusakan karena jamur dan kehilangan kadar air selama penyimpanan dingin tanpa mempengaruhi parameter mekanis pada stroberi (Contigiani et al. 2018). Aplikasi ozon dalam air (0,8 mg/L selama 30 detik) sebelum pengemasan menurunkan dampak penguningan (*yellowing*) dan mempertahankan karakteristik kesegaran serta memperpanjang umur simpan dari bayam potong selama 3 hari (Papachristodoulou et al. 2017). Menurut de Souza et al. (2017), pemberian aplikasi 5 mg/L untuk gas ozon dan 10 mg/L ozon yang terlarut dalam air selama 60 menit, terbukti memperpanjang umur simpan wortel selama 5 hari. Hasil penelitian pada cabai merah varietas Kencana menunjukkan bahwa selama penyimpanan 14 hari, warna, kesegaran, dan kenampakan dengan perlakuan suhu penyimpanan 10°C dan konsentrasi ozon 1 ppm (Asgar *et al.* 2015). Menurut Toti et al. (2018), pemberian ozon dalam bentuk gas (0,15 – 0,30 ppm) dalam 1 hari selama penyimpanan 6°C (RH 90%) pada blewah (*cantaloupe melon*) memperpanjang umur simpan tanpa memberikan efek negatif pada parameter kualitas. Menurut Asgar *et al.* (2011), perlakuan ozon 1,5 ppm pada sayuran kubis bunga menghasilkan kesegaran yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa penanganan ozon. Penelitian lainnya telah dilakukan oleh Widayanti et al (2020) menunjukkan bahwa perendaman nenas dalam larutan ozon 0,5 -1

ppm selama 30 menit dapat memepertahankan kesegaran buah nenas hingga 20 hari pada suhu 20°C. Ini berarti 10 hari lebih lama dibandingkan nenas tanpa perlakuan ozon.

Penurunan kadar logam Hg (merkuri) yang terjadi setelah pencucian dengan konsentrasi ozon 1,5 ppm lebih besar daripada pencucian dengan konsentrasi ozon 0 ppm. Hal ini disebabkan oleh ozon yang larut dalam air menghasilkan hidroksil radikal (-OH), sebuah radikal bebas yang memiliki potensial oksidasi yang sangat tinggi (2,8 V) jauh melebihi ozon (1,7 V) dan klorin (1,36 V). Hidroksil radikal ialah bahan oksidator yang dapat mengoksidasi berbagai senyawa organik (fenol, pestisida, atrazine, TNT, dan sebagainya). Sebagai hasil akhir dari proses oksidasi hanya akan diperoleh karbondioksida dan air (Asgar, 2014). Menurut Asgar *et al.* (2011), pada saat pencucian dengan larutan ozon, diduga molekul ozon masuk ke dalam sistem jaringan kubis bunga melalui stomata yang terdapat pada epidermis yang berupa katup-katup kecil untuk pertukaran gas, kemudian kontak dengan dinding sel yang selanjutnya dioksidasi oleh ozon dan dapat terjadi lysis, sehingga enzim yang terkandung dalam sel khususnya pada membran dan inti sel pada *cytoplasm* sebagian akan non-aktif, dan proses respirasi yang melibatkan ozon akan terhambat.

Menurut Karaca *et al.* (2014), penanganan ozonisasi dalam air dan gas secara efektif menginaktivasi inokulasi mikroorganisme seperti *E.coli* dan *L. innocua* yang merupakan patogen berbahaya bagi sayuran potong segar. Dengan pemberian 12,5 mg/L air ozonisasi selama 15 menit pada suhu 5°C, terbukti menginaktifasi bakteri patogen berbahaya tersebut. Pada Zainuri *et al.* (2017), kombinasi antara penanganan ozon dan pengemasan secara efektif mengurangi kontaminasi *E. Coli* pada tomat. Menurut Toti *et al.* (2018), Penanganan ozon menghambat pertumbuhan dari total *mesophiles* pada saat penyimpanan.

Ozon terlarut (1,4 mg/l) efektif untuk mengoksidasi 60–90% metil paration, sipermetrin, paration dan diazinon, dalam larutan air selama 30 menit dan degradasi sebagian besar selesai pada 5 menit pertama. Ozon paling efektif untuk memisahkan sipermetrin (> 60%), dimana efisiensi pemisahan bergantung pada tingkat ozon terlarut pada suhu. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa ozonisasi merupakan proses yang aman dan menjanjikan untuk memisahkan residu pestisida yang diuji dan permukaan sayuran pada tingkat terbatas (Asgar, 2014 ; Wu *et al.* 2007). Menurut de Souza *et al.* (2017), pemberian ozon (10 mg/L selama 120 menit) berdampak pada penghilangan residu pestisida pada wortel sebanyak 98% untuk difenoconazole dan 95% untuk linuron. Diketahui pula bahwa sifat ozon setelah bereaksi dengan zat lain tidak meninggalkan residu zat kimia yang berbahaya seperti yang dialami oleh bahan desinfektan lain (khlor) dapat menghasilkan zat karsinogen penyebab penyakit

kanker. Namun untuk ozon, setelah bereaksi dengan unsur lain malah selalu menghasilkan oksigen, sehingga teknologi ozon adalah sangat ramah lingkungan (Purwadi et al. 2007).

Pengawetan sayuran dengan ozon tidak akan mengubah kandungan gizi, karena oksidasi potensial yang tinggi dari ozon dapat dimanfaatkan untuk membunuh bakteri (sterilisasi), menghilangkan warna (dekolorisasi), menghilangkan bau (deodorasi), dan menguraikan senyawa organik (degradasi). Aktifnya ozon terutama terletak pada permukaan sel bakteri. Mekanisme ozon yang paling penting adalah oksidasi sulfhydryl dari enzim. Lapisan tersebut merupakan subyek pertama yang akan diserang (bereaksi) dengan molekul ozon. Penyerangan oleh ozon pada dinding sel mengarah pada perubahan dalam permeabilitas dari sel dan dapat menyebabkan terjadinya lysis. Ozon sangat efektif terhadap macam-macam mikroorganisme pada buah buahan dan sayuran (Asgar, 2014). Dengan oksidasi potensial yang tinggi ozon dapat dimanfaatkan untuk membunuh ozon itu sendiri akan hilang dengan cara penguapan. Jika ozon terkena sinar matahari, ozon akan mengurai menjadi oksigen kembali. Perlakuan ozon tidak berpengaruh terhadap kandungan vitamin C. (Asgar, 2014). Menurut de Souza et al. (2017), pemberian ozon dalam bentuk gas dan terlarut dalam air terbukti tidak merubah karakteristik dari wortel seperti persentase bobot, kerenyahan dan warna.

5. Teknologi Pascapanen Nenas

Nenas adalah buah non-klimakterik yang harus dipanen ketika tingkat kematangannya tepat untuk memastikan keoptimalan kualitas produk tersebut. Menurut FAO (2005), aktivitas pascapanen pada buah nenas meliputi *pre-grading*, pencucian, pelilinan, penanganan fungisida, *grading*, *pre-cooling*, pengemasan, penyimpanan dan transportasi. Pengemasan nenas untuk ekspor biasanya menggunakan kemasan karton. Buah nenas dapat disimpan pada temperatur 10°C dengan kelembapan 85% - 95%. Pada suhu ruang, buah nenas dapat bertahan kesegarannya antara 7 – 10 hari dengan ruangan berventilasi (Leungwilai et al. 2016). Buah nenas dapat disimpan dengan baik selama 20 Hari pada suhu 10 – 13°C. Penyimpanan buah nenas pada suhu di bawah 12°C selama 1 – 3 minggu akan memberikan penampakan gejala *chilling injury* setelah dipindahkan pada suhu ruang (Leungwilai et al. 2016). Buah nenas termasuk buah yang gampang rusak dan mudah terkena kerusakan fisiologi dan infeksi patogen yang dapat memperpendek umur simpan buah tersebut. Beberapa teknologi telah diinvestigasi untuk memperpanjang umur simpan dari buah nenas seperti *Modified Atmosphere packaging* (MAP), Pelilinan buah (*wax coating*), perlakuan panas, penanganan CaCl₂, Penanganan ABA dan penanganan 1-MCP (methylcyclopropene).

Banyak teknologi yang dihasilkan memfokuskan penelitian kearah penanganan *internal browning* pada buah nenas. Masih sedikit studi yang memberikan perhatian tentang penjagaan kualitas penampakan buah dan rasa dari buah nenas tersebut (Li et al. 2018).

Banyak penelitian telah dilakukan terkait teknologi pascapanen yang dapat memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas buah nenas. Penelitian yang dilakukan Zhang et al. (2015) menyatakan bahwa aplikasi penggunaan asam absisat sebanyak 380 μ M dapat menurunkan internal browning (IB) sampai 86.3%, yang sekaligus menjaga kualitasnya buah nenas. Aplikasi asam absisat menurunkan perkembangan IB dengan mengurangi biosintesis substrat fenolik, menghambat oksidasi enzim fenolik, dan menjaga membran sel. Menurut Sari et al. (2016), radiasi UV-C berhasil menurunkan kemungkinan terserang penyakit dan *internal browning* pada buah nenas selama penyimpanan 10⁰C selama 28 hari. Menurut Weerahewa et al. (2005), perendaman dalam air panas dengan suhu 38⁰C selama 60 menit menurunkan 45 – 70% potensi IB pada buah dan memperlambat pematangan buah buah nenas. Menurut Ferrer et al. (2002), penggunaan MAP (*modified atmosphere packaging*) dengan komposisi 10% CO₂, 4% O₂, 86% N₂ adalah sistem MAP paling efisien dalam memperpanjang umur simpan dari buah nenas. MAP menghambat pertumbuhan mikroba, menjaga kualitas warna, kekerasan, bau dan rasa setelah 25 hari disimpan pada suhu 5⁰C.

Kematangan dan kualitas dari buah nenas biasanya dilihat dari kadar gula dan kadar asam, warna kulit nenas dan senyawa – senyawa aromatik (Li et al. 2018). Menurut SNI (2009), ketentuan kematangan diukur dari padatan terlarut total pada daging buah nenas minimum 12⁰ Brix. Faktor kualitas yang ada mempengaruhi penerimaan konsumen adalah penampakan (ukuran, bentuk, kecerahan, dan keamanan dari kerusakan), tekstur (kekerasan, kerenyahan, ketegaran), rasa (kemanisan, keasaman, aroma, *off flavor*), nutrisi (vitamin, mineral, serat) (Brazil dan Siddiqui 2018).

B. Analisis

Berdasarkan literatur hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa, pemaparan ozon terlarut dapat membunuh mikroorganisme dan meluruhkan residu pestisida yang ada pada buah. Pemaparan ozon terlarut dapat diaplikasikan dengan dosis 0,5 – 1,0 mg/L dengan waktu 30 menit pada buah nenas yang dipilih. Setelah dipaparkan dengan ozonisasi, untuk memperpanjang umur simpan, buah nenas dapat disimpan dalam suhu 20⁰C selama 20 hari.

Untuk mengetahui penerimaan konsumen terhadap buah nenas yang telah disimpan dan dipapar oleh ozonisasi diperlukan uji organoleptik. Penerimaan tersebut disesuaikan dengan ketentuan yang telah ditetapkan BSN tentang SNI buah nenas. Berikut adalah SNI buah nenas:

1. Buah utuh, dengan atau tanpa mahkota
2. Tampilan segar dengan atau tanpa mahkota
3. Buah layak dikonsumsi
4. Bersih, bebas dari benda – benda asing yang tampak
5. Bebas dari hama dan penyakit
6. Bebas dari memar
7. Bebas dari kerusakan akibat temperatur rendah dan atau tinggi
8. Bebas dari kelembaban eksternal yang abnormal
9. Bebas dari aroma dan rasa asing

Untuk mengetahui residu pestisida yang masih ada pada buah nenas dapat dilaksanakan analisis residu pestisida dengan menggunakan GC (Gas Chromatograph) (Komisi Pestisida 1997). Terdapat 17 jenis pestisida yang dapat diujikan dengan metode ini yang tergolong organoklorin, organofosfat, dan karbamat. Jenis pestisida yang dapat diujikan antara lain lindan, aldrin, dieldrin, heptaklor Ep, DDT, endrin, endosulfan, diazinon, metidation, klorpirifos, malation, fenitrothion, diklorvos, monokrotofos, profenofos, karbaril, dan karbofuran. Adapun prosedur analisis mengacu kepada panduan oleh Komisi Pestisida sebagai berikut: sampel tanaman segar dirajang halus, dihomogenkan lalu ditimbang 25 g, kemudian dimasukkan ke dalam *cup homogenizer*. Tambahkan aseton 100 ml dan homogenkan dengan menjalankan alat selama 20 menit dengan kecepatan 100 rpm. Sampel kemudian disaring menggunakan corong *buchner celit* 545, tampung pelarut dalam labu bundar 300 ml. Evaporasi hingga ± 1 ml. Kemudian tambahkan 50 ml heksan secara bertahap. Selanjutnya pemurnian dilakukan dengan melewati sampel pada kolom kromatografi yang telah diisi dengan florisil ± 3 g dan sodium anhidrat. Evaporasi dilakukan hingga volume total ± 1 ml. Kemudian, dilaksanakan pembilasan tabung dengan aseton secara bertahap dan penampungan dalam tabung uji sampai volume 10 ml. Selanjutnya, sampel yang telah siap diinjeksikan/diderivatisasi ke dalam GC sebanyak 2 μ m. Contoh hasil ekstraksi diinjeksikan pada alat GC dan detektor *electro capture detector* (ECD) dengan kondisi suhu injeksi 240⁰C, suhu kolom 220-230⁰C, kecepatan alir gas 40 ml/menit, serta kecepatan kertas 5 mm/menit. Data hasil analisis residu pestisida pada masing - masing produk kemudian diinterpretasikan,

dan angka yang diperoleh dibandingkan dengan standar BMR (Batas Maksimum Residu) residu pestisida yang ada. Kemudian data akan disajikan secara deskriptif (Miskiyah & Munarso 2009). Untuk buah nenas, BMR yang diperbolehkan oleh pada SNI 7313 : 2008 tentang “batas maksimum residu pestisida pada hasil pertanian” yaitu 20 mg/kg (BSN 2008).

Kesimpulan dan Saran

1. Teknologi Ozonisasi pada penanganan pascapanen pada buah nenas segar diyakini dapat menjaga kesegaran produk dan memperpanjang umur simpan dengan cara membunuh mikroorganisme dan meluruhkan residu pestisida yang ada pada buah.
2. Dosis paparan yang direkomendasikan untuk teknologi ozonisasi pada nenas adalah 0,5 – 1,0 mg/L dengan waktu 30 menit. Dosis tersebut diketahui dapat meluruhkan residu pestisida dan mikroorganisme yang masih tertinggal pada buah nenas.

Daftar pustaka

- Aafia S, Rouf A, Kanojia V, Ayaz Q. (2018). Ozone Treatment in Prolongation of Shelf Life of Temperate and Tropical Fruits. *Int. J. Pure App. Biosci.* 6(2): 298-303.
- Asgar A, Sugiarto AT, Sumartini, Ariani D. (2011). Kajian Ozonisasi (O₃) Terhadap Karakteristik Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) Segar Selama Penyimpanan Pada Suhu Dingin. *Berita Biologi* 10(6).
- Asgar A. (2014). Teknologi Ozonisasi untuk Mencuci Sayuran. *Iptek Hortikultura no.10*.
- Asgar A, Musaddad D, Setyabudi D A, Hassan Z H. (2015). Teknologi Ozonisasi Untuk Mempertahankan Kesegaran Cabai Cultivar Kencana Selama Penyimpanan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(1): 20-26.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). *Nenas*. SNI 3166 : 2009 ICS 67.080.10 BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Batas maksimum residu pestisida pada hasil pertanian*. SNI 7313 : 2008 ICS 65.100.01 BSN.
- Brazil IM & Siddiqui M W. (2018). Chapter 1 - Postharvest Quality of Fruits and Vegetables: An Overview. *Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality*, Pages 1-40.
- Contigiani EV, Jaramillo-Sanchez G. Castro MA, Gomez PL, Alzamora SM. (2018). Postharvest Quality of Strawberry Fruit (*Fragaria x Ananassa* Duch cv, Albion) as Affected by Ozone Washing: Fungal Spoilage, Mechanical Properties, and Structure. *Journal of Food and Bioprocess Technology*, Springer Nature.
- de Souza LP, Faroni LRD, Heleno FF, Cecon PR, Carvalho Goncalves TD, da Silva GJ, Prates LHF. 2017. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Carrot Quality, *LWT - Food Science and Technology*, 2018.
- de Souza LP, Faroni LRD, Heleno FF, Pinto F G, Queiroz M E, Prates L H. (2017). Ozone Treatment for Pesticide Removal from Carrots: Optimization by Response Surface Methodology. *Food Chemistry*.
- Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian. (2017). Petunjuk umum Program Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Produk Hortikultura. *Sekretariat Direktorat Jenderal Hortikultura*.

- Ferrer M, Harper C, Perez-Munoz F P, Chaparro M. (2005). Modified Atmosphere Packaging of Minimally Processed Mango and Pineapple Fruits. *Journal of Food Science*. 67(9): 3365.
- FAO. (2005). *Pineapple Post-harvest Operation – Postharvest Compendium*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Haifan M. (2017). Review Kajian Aplikasi Teknologi Ozon untuk Penanganan Buah, Sayuran dan Hasil Perikanan. *Jurnal IPTEK*, 1(1): 15-21.
- Karaca H, Velioglu Y S. (2014). Effects of Ozone Treatments on Microbial Quality And Some Chemical Properties of Lettuce, Spinach, And Parsley. *Postharvest Biology and Technology*, p. 46 – 53.
- Li X, Zhu X, Wang H, Lin X, Lin H, Chen W. (2018). Postharvest application of wax controls pineapple fruit ripening and improves fruit quality. *Postharvest Biology and Technology* 136, p. 99–110.
- Miskiyah & Munarso SJ. (2009). Kontaminasi Residu Pestisida pada Cabai Merah, Selada, dan Bawang Merah (Studi Kasus di Bandungan dan Brebes Jawa Tengah serta Cianjur Jawa Barat). *J. Hort*. 19(1): 01-111.
- Papachristodoulou M, Koukounaras A, Siomos AS, Liakou A, Gerasopoulos D. (2018). The Effects of Ozonated Water on The Microbial Counts and The Shelf Life Attributes of Fresh-Cut Spinach. *Journal Food Processing and Preservation*, p.42.
- Purwadi, A, Usada W, Suryadi, Isyuniarto. (2007). Konstruksi Tabung Lucutan Plasma Pembangkit Ozon 100 watt dan Karakteristiknya. *Jurnal Kimia Indonesia*, 2(1): 31-36.
- Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati. (2017). *Seri Pedoman Sertifikasi Fitosanitari Komoditas Ekspor Indonesia*. Badan Karantina Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Pusdatin Kementan. (2016). *Outlook Nenas*. ISSN: 1907 – 1507. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Qin S, Cheng L, Selorm AL, Yuan F. (2018). An Overview of Ozone Research. *Journal of Advanced Oxidation Technologies*, p. 21(1).
- Rachma Safitri, V., & Kartiasih, F. (2019). Daya Saing dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekspor Nanas Indonesia. *Jurnal Hortikultura Indonesia*.
- Rai IN, Wijana, G, Sudana, IP, Wiraatmaja I. W, Semarajaya, C. G. A., & Alit Astiari, N. K. (2016). Identifikasi dan Telaah Pemanfaatan Sumber Daya Genetik Buah-buahan Lokal untuk Meningkatkan Integrasi Pertanian dan Pariwisata di Bali. *Jurnal Hortikultura Indonesia*.
- Rizal M. (2015). Diversifikasi produk olahan nanas untuk mendukung ketahanan pangan di Kalimantan Timur. *Prosiding Semnas Masy Biodiv Indon*, 1(8).
- Reddy SVR, Sharma RR, Gundewadi G. (2018). *Use of Irradiation for Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables*. Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables, p.121–136.
- Siahaan, S. P., & Purwanto, Y. A. (2019). Transportasi Curah Cabai Merah Segar dan Introduksi Pengukuran Getaran Berbasis Android. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*.
- Syafarudin A, Novia. (2013). Produksi Ozon Dengan Bahan Baku Oksigen Menggunakan Alat Ozon Generator. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(2).
- Toti M, Carboni C, Botondi R. (2018). Postharvest Gaseous Ozone Treatment Enhances Quality Parameters and Delays Softening in Cantaloupe Melon During Storage at 6°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Tzortzakis N, Borland A, Singleton I, Barnes J. (2007). Impact of Atmospheric Ozone-Enrichment on Quality-Related Attributes of Tomato Fruit. *Postharvest Biology and Technology* 45, p. 317 – 325.

- Weerahewa D, Adikaram NKB. (2005). Heat-induced tolerance to internal browning of pineapple (*Ananas comosus* cv. 'Mauritius') under cold storage. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 80 (4), p. 503–509.
- Widayanti S M, Iriani E S, Winarti C. (2020). Pengaruh Perlakuan Ozon terhadap Umur Simpan buah Nenas (*Ananas comosus* L.). *Prosiding Seminar Nasional Pascapanen* Vol 1.
- Wu J. Luan T, Lan C, Hung Lo TW, Chan GYS. (2007). Removal of Residual Pesticides on Vegetable using Ozonated Water. *Food Control*, 18(5): 466-472.
- Zainuri, Jayaputra, Sauqi A, Sjah T, Desiana RY. (2018). Combination of Ozone and Packaging Treatments Maintained The Quality and Improved the Shelf Life of Tomato Fruits. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 102.
- Zhang Q, Liu Y, He C, Zhu S. (2015). Postharvest Exogenous Application of Abscisic Acid Reduces Internal Browning in Pineapple. *J. Agric. Food Chem* 63, p. 5313 – 5320.