

PROSES STERILISASI SARI BUAH TERONG UNGU (*Solanum melongena*) DENGAN SISTEM OZONISASI

Suharyono A.S.¹, Udin Hasanudin¹, M.Kurniadi²

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Faperta Unila Bandar Lampung,
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung

²UPT. Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia – LIPI Yogyakarta,
Desa Gading, Playen, Gunungkidul Yogyakarta
Email: HM_KUR@yahoo.com

Diterima : 25 Desember 2010; Disetujui : 17 Januari 2011

ABSTRAK

Salah satu upaya dalam pengawetan olahan pangan adalah melalui proses sterilisasi dengan sistem ozonisasi menggunakan molekul ozon (O_3). Tujuan penelitian ini yaitu melakukan kajian proses sterilisasi sari buah terong (*Solanum melongena*) menggunakan sistem ozonisasi dengan konsentrasi ozon sebesar 0,6 ppm. Dalam penelitian ini sari buah terong dibuat dalam 6 ratio penambahan air : gula (1:10% ; 1:15% ; 1:20% ; 2:10% ; 2:15% ; 2:20%). Sterilisasi dengan ozonisasi pada konsentrasi ozon sebesar 0,6 ppm. Perlakuan waktu ozonisasi yang dilakukan (0,6 ppm) 0 menit, 2 menit, 4 menit, 6 menit, 8 menit, dan lama penyimpanan 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari. Parameter pengujian saribuah meliputi uji organoleptik (tingkat kesukaan) dan uji vitamin C. Setelah diperoleh sari buah terong yang terbaik dilakukan uji protein, karbohidrat dan total mikroba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ozonisasi dapat digunakan sebagai proses sterilisasi sari buah terong ungu, waktu ozonisasi dengan daya awet optimal dan kualitas sari buah terong ungu yang terbaik yaitu 4 menit dengan lama simpan selama 2 hari. Respon panelis pada uji organoleptis secara keseluruhan sari buah terong antara 2,8 (disukai), dan 3,13 (disukai). Kadar vitamin C, protein, karbohidrat dan total mikroba sari buah terong yang terbaik masing-masing sebesar 1,35 mg/100 mL, 1,1%, 3,43 mg/100mL, $8,36 \times 10^3$ cfu/mL.

Kata kunci: Terong, ozonisasi, ozon, sterilisasi.

ABSTRACT

One effort in the preservation of food is

*processed through a sterilization process using ozonation system with ozone molecule (O_3). The purpose of this study is to review the process of sterilization of juice eggplant (*Solanum melongena*) using ozonation systems with a concentration of 0.6 ppm ozone. In this study, eggplant juice made in 6 ratio of water: sugar (1:10%, 1:15%, 1:20%, 2:10%, 2:15%, 2:20%) and sterilize with 0.6 ppm ozon. The ozonation time studied for (0.6 ppm) 0 min, 2 min, 4 minutes, 6 minutes, 8 min and long storage 0 days, 2 days, 4 days, 6 day. Test parameters obtained included the juice organoleptic test (preference level) and test of vitamin C. The results showed that ozonation can be used as a process of sterilization of juice eggplant, ozonation time with optimal and durable power of fruit quality is 4 minutes with long storage for 2 days. Response panelists on organoleptic test as a whole eggplant juice between 2.8 (preferred), and 3.13 (preferred). Levels of vitamin C, protein, carbohydrate and total microbial best eggplant juice are 1.35 mg/100mL, 1.1%, 3.43 mg/100mL, 8.36×10^3 cfu/mL, respectively.*

Key words: Eggplant, ozonation, ozone, sterilization.

PENDAHULUAN

Terong (*Solanum Melongena*) adalah jenis sayuran yang populer dan disukai oleh banyak orang. Selain rasanya yang enak kandungan gizinya pun cukup melimpah. Selain dapat dikonsumsi secara langsung, pemanfaatan terong juga dapat dilakukan dengan cara mengolah menjadi sari buah. Produksi terong khususnya di daerah Lampung sebesar 215.426 ton/tahun

dengan harga rata-rata Rp1.500,00-Rp2.000,00. Beberapa sumber mengatakan bahwa terong sangat tepat untuk obat sakit wasir^(1,2,3).

Salah satu upaya dalam pengawetan produk pangan olahan adalah melalui proses sterilisasi dan pasteurisasi. Pada penelitian ini sterilisasi yang digunakan adalah sterilisasi dengan sistem ozonisasi dengan konsentrasi ozon sebesar 0,6 ppm. Sterilisasi dengan sistem ini dipilih dikarenakan ozonisasi menggunakan molekul ozon (O_3), suatu senyawa oksidan yang sangat reaktif dan umumnya dapat membunuh mikroorganisme karena selama terjadi proses ozonisasi sel mikroorganisme mengalami lisis.

Selain itu, ozon memiliki sifat yang tidak stabil secara kimia, sehingga terdekomposisi menjadi oksigen dengan cepat setelah dihasilkan, karena ozon adalah gas yang terdiri dari molekul-molekul O_3 ^(4,5). Satu molekul ozon memiliki 3 atom oksigen. Molekul ozon masih bereaksi dengan zat lain dengan melepaskan satu dari tiga atom oksigen tersebut, sehingga melalui proses oksidasi ozon mampu membunuh berbagai macam mikroorganisme misalnya seperti *E. coli*, *Salmonella enteritidis*, dll, serta berbagai mikroorganisme patogen lain.

Ozon yang larut dalam air akan menghasilkan hidroksil radikal (-OH), yaitu sebuah radikal bebas yang memiliki potensial oksidasi yang sangat tinggi sehingga dapat mengoksidasi senyawa-senyawa organik⁽⁶⁾. Ozon merupakan oksidan yang sangat reaktif dan akan larut di dalam air serta dapat mengoksidasi senyawa-senyawa organik. Reaksi oksidasi ini menyebabkan molekul gula polisakarida terurai menjadi monosakarida selama terjadinya proses oksidasi.

Pengembangan molekul protein yang terdenaturasi akan membuka gugus reaktif yang ada pada rantai polipeptida. Selanjutnya akan terjadi pengikatan kembali pada gugus reaktif yang sama atau yang berdekatan. Bila unit ikatan yang terbentuk cukup banyak sehingga protein tidak lagi terdispersi sebagai suatu koloid, maka protein tersebut mengalami koagulasi. Apabila ikatan-ikatan antara gugus-gugus reaktif protein tersebut menahan seluruh cairan, akan terbentuklah gel. Sedangkan bila cairan terpisah dari protein yang terkoagulasi itu, protein akan mengendap⁽⁷⁾.

Sedangkan mutu mikrobiologis dari suatu produk makanan ditentukan oleh jumlah dan jenis mikroorganisme yang terdapat dalam bahan pangan⁽⁸⁾. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui lama waktu proses ozonisasi yang menghasilkan daya awet dan kualitas sari buah terong yang terbaik, respon panelis terhadap rasa sari buah terong serta kadar vitamin C sari buah terong ungu pada proses tersebut.

BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah buah terong berwarna ungu yang diperoleh dari pasar tradisional di Tanjung Karang, larutan pengencer steril, media PCA, aquadest, amilum 1%, 0,01 N standart Yodium, K-oksalat jenuh, phenolphthalein, NaOH, indikator rosalinin-chlorida, formaldehid, larutan glucose test, gula pasir, air.

Peralatan

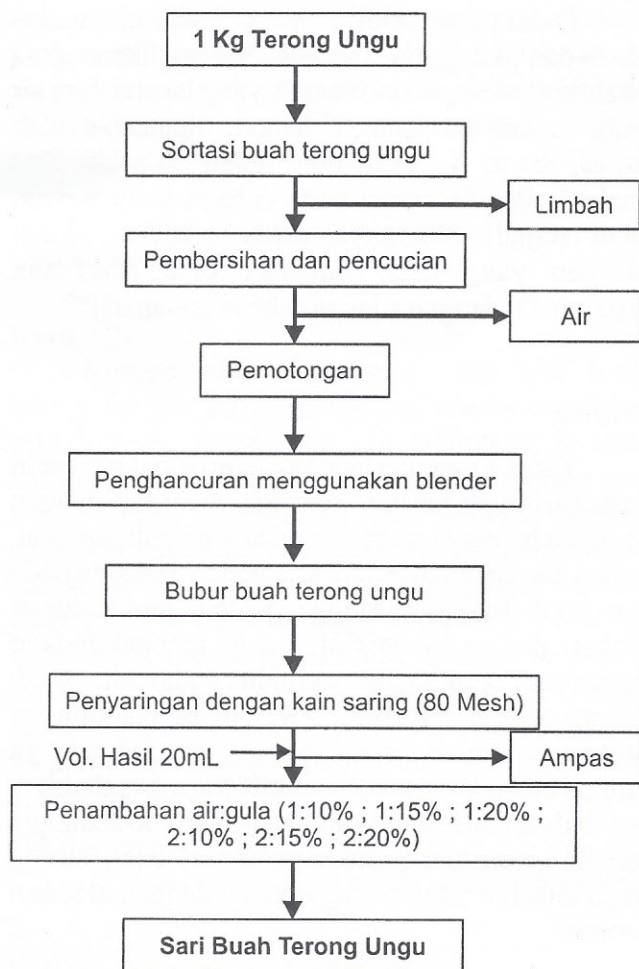
Peralatan yang digunakan ini adalah *Ozonizer*, erlenmeyer, cawan petri, biuret, tabung reaksi, penangas air, labu ukur, botol sirup, panci, pisau, kompor, kain penyaring, corong, blender merk Philips, gelas kimia, selang kecil.

Metoda

Penelitian terdiri dari dua tahap kegiatan, yaitu tahap penelitian pendahuluan dan tahap penelitian utama. Parameter pengamatan pada penelitian ini meliputi pengujian angka total mikroba, analisis vitamin C (AOAC,1990), analisis kadar protein cara Gunning (AOAC,1990), analisis kadar karbohidrat (AOAC,1990) serta uji organoleptik (*Hedonic scale*)⁽⁹⁾. Metoda yang digunakan adalah metoda deskriptif dengan menyajikan hasil pengamatan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dianalisis secara deskriptif.

Tahap Penelitian Pendahuluan

Aliran proses kegiatan tahap pendahuluan meliputi pembuatan sari buah terong dapat dilihat pada Gambar 1.

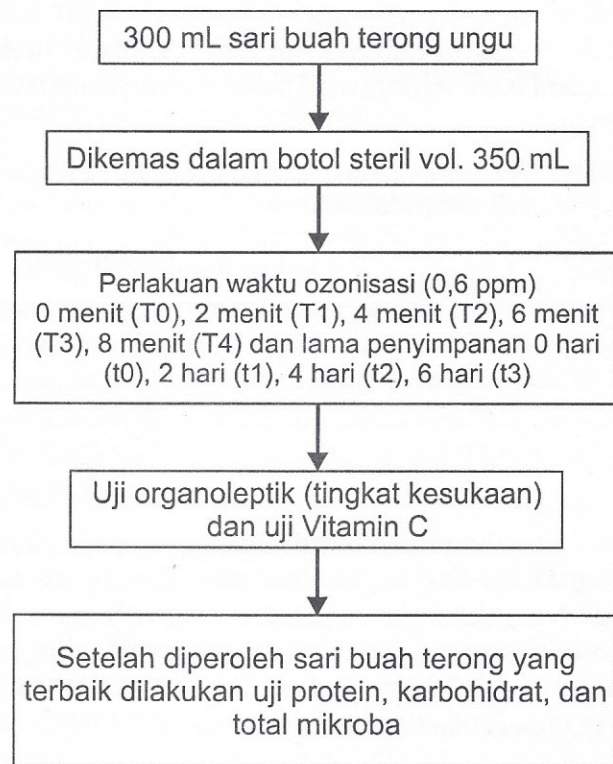


Gambar 1. Diagram alir pembuatan sari buah terong ungu

Buah terong ungu sebanyak 1 kg disortasi untuk memilih mutu yang baik dan tidak cacat. Dicuci dengan air bersih sampai tidak ada kotoran dari debu, tanah dan pasir. Selanjutnya dipotong-potong dengan pisau dan dihancurkan dengan blender sampai seperti bubur. Bubur terong disaring menggunakan kain saring ukuran 80 mesh. Ampas yang tertahan diatas saringan dibuang. Cairan sari buah yang dihasilkan adalah 200 ml, selanjutnya diberi perlakuan penambahan air dan gula, dengan ratio yang berbeda sesuai perlakuan yaitu masing-masing: 1:10%, 1:15%, 1:20%, 2:10%, 2:15%, 2:20%. Sari buah terong ungu yang sudah diberi penambahan air dan gula disimpan dalam botol sirup.

Tahap Penelitian Utama

Diagram alir penelitian utama dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian utama

Sari buah terong ungu sebanyak 300 mL dikemas dalam botol steril ukuran 350 mL dilakukan ozonisasi. Cara ozonisasi sebagai berikut: 300 mL jus yang sudah dikemas dalam botol steril ukuran 350 mL dimasukkan ke dalam alat ozonizer selama waktu yang telah ditentukan dalam perlakuan yaitu: 0, 2, 4, 6, dan 8 menit. Selanjutnya masing-masing sampel dilakukan uji organoleptis dan uji vitamin C. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui sari buah terong ungu yang terbaik, selanjutnya dilakukan uji protein, karbohidrat dan total mikroba.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Mikroba

Total mikroba tertinggi terdapat pada perlakuan waktu ozonisasi 0 menit dengan penyimpanan 0 hari dengan jumlah mikroba 25.4×10^8 dan jumlah log mikroba sebesar 9,4. Total mikroba terkecil terdapat pada perlakuan waktu ozonisasi 8 menit dengan jumlah mikroba sebesar 1.60×10^3 cfu/mL dan log jumlah mikroba sebesar 8,2. Pengaruh waktu ozonisasi terhadap log jumlah mikroba sari buah terong ungu pada pengamatan hari ke-0 dapat dilihat pada Tabel 1. Terlihat bahwa log jumlah mikroba menurun seiring bertambahnya

waktu ozonisasi yang digunakan. Hal ini dikarenakan terjadinya proses oksidasi oleh molekul ozon sehingga sel bakteri mengalami lisis dan mati.

Tabel 1. Pengaruh waktu ozonisasi terhadap log jumlah mikroba pada hari ke-0

Waktu Ozonisasi 0,6 ppm (menit)	Log Jumlah Mikroba
0	9,4
2	3,8
4	3,6
6	3,2
8	3,1

Melalui proses oksidasi langsung ozon akan merusak dinding bagian luar sel mikroorganisme (*cell lysis*) sekaligus membunuhnya. Juga melalui proses oksidasi oleh radikal bebas seperti hydrogen peroxyda (H_2O_2) dan hydroxyl radical (OH) yang terbentuk ketika ozon terurai dalam air.

Vitamin C

Terjadi penurunan vitamin C antara waktu ozonisasi 0 menit sampai 8 menit mencapai 0,3 mg/100mL pada waktu ozonisasi 8 menit masa simpan selama 6 hari. Penurunan kandungan vitamin C yang cukup drastis ini terjadi seiring bertambahnya waktu ozonisasi yang digunakan dan semakin lamanya waktu ozonisasi yang diterapkan. Hal ini disebabkan karena sifat dari vitamin C itu sendiri yang mudah teroksidasi bila terdapat panas atau diberi perlakuan sinar X termasuk perlakuan ozonisasi, ozon mudah bereaksi dengan senyawa organik lainnya⁽⁴⁾. Tabel 2 memperlihatkan bahwa semakin lama waktu ozonisasi dan waktu penyimpanan yang digunakan maka kandungan vitamin C pada sari buah terong ungu yang teroksidasi juga semakin tinggi.

Tabel 2. Pengaruh waktu ozonisasi terhadap kadar Vitamin C (mg/15mL) pada masing-masing lama simpan

Waktu Ozonisasi 0,6 ppm (menit)	Hari ke:			
	0	2	4	6
0	2,75	2,20	1,60	0,65
2	2,00	1,60	1,35	0,60
4	1,60	1,40	0,90	0,45
6	1,50	1,30	0,80	0,40
8	1,40	1,10	0,70	0,40

Dalam vitamin C yang disintesis secara alami dan paling mudah rusak, hal ini dikarenakan vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air yang mudah teroksidasi dengan dipercepat oleh panas, sinar X, oksidator, alkali dan aktivitas enzim⁽⁴⁾. Penyimpanan pada cahaya yang terang, akan terjadi hilangnya asam askorbat akibat oksigen yang dari sensitiser oleh riboflavin (vitamin D) dengan adanya cahaya matahari⁽¹⁰⁾.

Protein

Tabel 3 memperlihatkan bahwa kadar protein pada sari buah terong semakin menurun dengan semakin lamanya waktu ozonisasi yang digunakan, hal ini dikarenakan terjadinya oksidasi protein pada sari buah terong sehingga protein terdenaturasi akibat proses ozonisasi yang mengakibatkan penurunan kandungan protein pada sari buah terong ungu tersebut. Penurunan kandungan protein sari buah terong disebabkan oleh adanya radikal bebas yang sangat reaktif dan menyebabkan perubahan pada rantai-rantai asam amino sehingga terjadi kerusakan protein pada sari buah terong ungu tersebut yang sering dikenal dengan oksidasi protein.

Tabel 3. Pengaruh waktu ozonisasi terhadap kandungan protein dan karbohidrat pada sari buah terong ungu pada hari ke-0

Waktu Ozonisasi 0,6 ppm (menit)	Kadar Protein (%)	Kadar Karbohidrat (mg/100mL)
0	1,74	4,5
2	1,50	4,1
4	1,30	3,48
6	1,25	3,6
8	1,20	3,5

Terjadinya kerusakan protein akibat serangan radikal bebas termasuk oksidasi protein yang mengakibatkan kerusakan jaringan tempat protein itu berada.

Karbohidrat

Hasil uji karbohidrat pada sari buah terong yang diberi perlakuan waktu ozonisasi pada hari ke-0 terdapat pada Tabel 3. Karbohidrat pada sari buah terong mengalami penurunan, hal ini diakibatkan terjadinya reaksi oksidasi karbohidrat.

Selama proses ozonisasi berlangsung terjadi penguraian senyawa kimia pada sari buah terong ungu termasuk kandungan karbohidrat mengakibatkan terjadinya penurunan kadar karbohidrat.

Uji Organoleptik

Rasa

Respon panelis terhadap rasa sari buah terong setelah diberi perlakuan waktu ozonisasi relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol. Hasil uji organoleptik terhadap rasa sari buah terong mengalami peningkatan setelah diberikan perlakuan waktu ozonisasi. Hasil respon panelis terhadap rasa sari buah terong diperlihatkan pada Tabel 4. Skor tertinggi terdapat pada waktu ozonisasi 4 menit dengan lama simpan selama 0 hari dan 2 hari dengan perolehan skor 3,5 (sangat disukai). Skor terendah pada waktu ozonisasi 0 menit dan masa simpan selama 0 hari dengan skor 1,5 (agak disukai).

Tabel 4. Hasil test panel organoleptis pengaruh waktu ozonisasi sari buah terong ungu pada masing-masing lama simpan

Waktu Ozonisasi 0,6 ppm (menit)	Lama simpan (hari)											
	0				2				4			
	rasa	aroma	warna	penampakan	rasa	aroma	warna	penampakan	rasa	aroma	warna	penampakan
0	2,5	1,7	2,8	2,6	2,5	2,1	2,4	1,5	1,5	1,4	2,4	1,8
2	2,7	1,4	2,3	2,5	2,7	2,5	2,7	2,4	2,0	1,7	2,3	2,2
4	3,4	1,8	2,5	2,6	3,4	2,6	2,9	2,6	2,2	1,3	2,3	2,2
6	2,7	2,0	2,5	2,6	2,7	2,0	2,0	2,0	1,7	2,1	2,3	2,2
8	2,7	1,8	2,5	2,5	2,7	2,1	2,4	2,4	1,8	1,5	2,3	2,0

Keterangan (skoring) : 1 = tidak disukai
2 = agak disukai
3 = disukai
4 = sangat disukai

Lamanya penyimpanan juga sangat berpengaruh terhadap rasa pada sari buah terong ungu, semakin lama masa simpan maka akan terjadi penyimpangan terhadap rasa sari buah terong ungu tersebut, dari rasa manis kemudian berubah menjadi asam⁽¹¹⁾.

Aroma

Terong ungu memiliki aroma yang khas, yang kurang diminati oleh sebagian besar konsumen. Selama masa simpan 2 hari dan diberi perlakuan waktu ozonisasi 4 menit, respon panelis terhadap aroma sari buah terong ungu meningkat.

Hal ini dikarenakan adanya pemecahan molekul pada sari buah terong oleh molekul ozon sehingga aroma khas terong yang dihasilkan berkurang dibandingkan sebelum diozonisasi.

Setelah mengalami penyimpanan selama 4 hari aroma sari buah terong sudah mengalami penyimpangan, sehingga respon panelis terhadap aroma sari buah terong kurang baik 1.3 (tidak disukai). Penurunan respon panelis ini disebabkan terjadinya penyimpangan pada sari buah terong ungu, salah satu penyimpangan yang terjadi yaitu adanya reaksi fermentasi yang dicirikan dengan timbulnya gas CO₂ dan timbulnya rasa asam pada sari buah terong.

Respon panelis terhadap aroma sari buah terong selama penyimpanan diperlihatkan pada Tabel 4. Respon tertinggi terdapat pada waktu ozonisasi 4 menit dengan masa simpan selama 2 hari dengan perolehan skor sebesar 2,6 (disukai) dan skor terendah terdapat pada waktu ozonisasi 4 menit dengan masa simpan selama 4 hari dengan skor 1,3 (tidak disukai).

Mekanisme berkurangnya aroma pada sari buah terong ungu dikarenakan bahwa ozon yang larut dalam air akan menghasilkan hidroksil radikal (-OH), dalam proses sterilisasi berbagai jenis mikroorganisme menghilangkan bau dan menghilangkan warna.

Warna

Respon panelis terhadap warna pada sari buah terong dapat dilihat pada Tabel 4. Skor tertinggi pada uji organoleptik terhadap warna sari buah terong terdapat pada perlakuan waktu ozonisasi 0 menit dengan masa simpan selama 0 hari dengan perolehan skor 2,8 (disukai) dan skor terendah terdapat pada perlakuan waktu ozonisasi 2 menit, 6 menit dan 8 menit dengan skor 2,1 (agak disukai). Aplikasi yang telah membuktikan bahwa sistem ozonisasi dapat menghilangkan warna pada air yaitu pada penjernihan air akuarium laut, terutama akuarium koral.

Penampakan

Proses browning yang terjadi pada sari buah terong memberi dampak positif terhadap penampakan pada sari buah terong ini. Respon panelis terhadap penampakan sari buah terong

disajikan pada Tabel 4. Respon terbaik dari panelis terhadap penampakan sari buah terong terdapat pada perlakuan waktu ozonisasi 4 menit dengan masa simpan 2 hari dengan skor 2.66 (disukai). Skor terendah uji organoleptik penampakan terdapat pada perlakuan waktu ozonisasi 0 menit dengan masa simpan selama 2 hari dengan skor 1,6 (agak disukai).

Respon panelis terhadap penampakan sari buah terong ungu semakin lama semakin menurun, hal ini terjadi dikarenakan semakin banyaknya endapan yang timbul pada sari buah terong. Endapan yang terbentuk pada sari buah terong ungu ini disebabkan oleh adanya kerusakan protein akibat proses ozonisasi.

Penerimaan keseluruhan

Respon panelis terbaik terhadap penerimaan keseluruhan sari buah terong ungu terdapat pada perlakuan waktu ozonisasi 4 menit dengan masa simpan 2 hari dengan skor 3.53 (sangat disukai). Respon terendah terdapat pada perlakuan waktu ozonisasi 2 menit dan lama penyimpanan selama 4 hari dengan skor 1.8 (agak disukai), lihat Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh waktu ozonisasi terhadap penerimaan keseluruhan sari buah terong ungu pada masing-masing lama simpan.

Waktu Ozonisasi 0,6 ppm (menit)	Lama simpan (hari)		
	0	2	4
0	3,0	1,7	2,1
2	3,4	2,8	1,7
4	3,1	3,13	2,3
6	3,1	2,0	2,2
8	1,7	1,9	2,0

Keterangan (skoring) : 1 = tidak disukai
2 = agak disukai
3 = disukai
4 = sangat disukai

Sari buah terong ungu yang belum mengalami masa simpan (pada hari ke-0) mendapat respon panelis yang baik dengan skor 3 (disukai) terhadap penerimaan keseluruhan. Hal ini terjadi dikarenakan rasa, warna, aroma dan penampakan pada sari buah terong ini masih baik dan disukai sebagian besar panelis. Semakin lamanya masa simpan sari buah terong maka semakin menurun pula respon panelis terhadap penerimaan keseluruhan sari buah terong ungu.

Hasil perlakuan terbaik didapat pada waktu

ozonisasi 4 menit dengan masa simpan selama 2 hari. Pengujian perlakuan terbaik ini dilakukan dengan 3 kali ulangan dengan hasil rata-rata uji vitamin C sebesar 1,35 mg/100mL, uji protein dengan nilai rata-rata sebesar 1,1%, uji karbohidrat dengan nilai rata-rata 3,43 mg/100mL, Total mikroba sari buah terong ungu terbaik dengan rata-rata jumlah mikroba 8.36×10^3 cfu/mL dengan log jumlah mikroba rata-rata sebesar 8,9.

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa respon panelis terhadap rasa, aroma, warna, penampakan dan penerimaan secara keseluruhannya skor rata-rata masing-masing, yaitu : 3 (disukai), 2,8 (disukai), 2,8 (disukai), 2,9 (disukai) dan 3,13 (disukai).

KESIMPULAN

1. Waktu proses ozonisasi yang optimal untuk sari buah terong ungu adalah 4 menit.
2. Respon panelis terhadap rasa sari buah terong ungu pada proses tersebut = 3 (disukai), aroma = 2,8 (disukai), warna = 2,8 (disukai), penampakan = 2,9 (disukai), dan penerimaan keseluruhan = 3,13 (disukai). Kadar vitamin C sari buah terong pada proses tersebut = 1,35 mg/100mL, kadar protein = 1,1%, kadar karbohidrat = 3,43 mg/100mL, dan total mikroba = 8.36×10^3 cfu/mL. Sebelum proses kadar vitamin C, protein dan karbohidrat masing-masing yaitu : 2,75 mg/100mL; 1,74% dan 4,5 mg/100mL.
3. Proses sterilisasi dengan sistem ozonisasi selain dapat diterapkan terhadap sari buah terong ungu diharapkan dapat dikembangkan pada komoditas bahan pangan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim., *Lampung Dalam Angka : Jumlah Produksi Terong Provinsi Lampung*. Badan Pusat Statistik Lampung. Bandar Lampung, (2005).
2. Anonim. *Antioksidan Resep Sehat dan Umur Panjang*. www.kompas.com. Januari 2006.
3. Anonim., *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*.

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, D.C. 547, (2006).
4. Metcalf and Eddy, Inc. *Ozonization and Wastewater Engineering*. McGraw-Hill International Editions. 1334, (2002).
 5. Ray, B. *Modern Food Microbiology*. 4th Ed. CRC Press. Washington D.C. 2004, pp. 201 – 210.
 6. Ray, B. and M.A. Daeschel., *Ozonization in Food Biopreservatives of Microbial Origin*. CRC Press. Boca Raton, 2006, pp. 62–76.
 7. Winarno, F.G., *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia, Jakarta, (1997).
 8. Buckle, A.E., *Ilmu Pangan*. Diterjemahkan oleh Purnomo dan Adiono. UI Press. Jakarta. 464. (2001)
 9. Fardiaz, S., *Mikrobiologi Pangan*. PAU-Pangan dan Gizi IPB, Bogor, (1995).
 10. Daeschel, M.A. and M.H. Penner. *Hydrogen Peroxide, Lactoperoxidase System and Reuterin in Fundamental Food Microbiology*. 5th Ed. Academic Press. New York, 2005, pp. 155 – 170.
 11. Wilson, C.L. Bacteriocins and Ozonization of Gram-positive Bacteria in Food Products. *J. Food. Microbiol. Sci.* 59: 71–82 (2007).