
Pengaruh Lama Pasteurisasi dan Amplitudo Gelombang Ultrasonik terhadap Kadar Vitamin C dan Penurunan Jumlah Mikroorganisme pada Sari Buah jeruk (*Citrus sinensis Osbeck*) dengan Proses Pasteurisasi Non-termal

*Effect of Pasteurization Time and Amplitude of Ultrasonic Wave on Vitamin C and Total Microorganisms of Orange Juice (*Citrus Sinensis Osbeck*) by using Non-thermal Pasteurization*

Muhammad Achirul Nanda, Wahyunanto A. N., Bambang Susilo

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: m.achirulnanda@gmail.com

RINGKASAN

Proses pasteurisasi nontermal menggunakan gelombang ultrasonik adalah salah satu proses dengan gelombang ultrasonik sebesar >20 KHz ke dalam sebuah sari buah jeruk. Tujuan utama penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama pasteurisasi dan amplitudo terhadap kadar vitamin C dan mikroba serta mengetahui besar amplitudo dan lama pasteurisasi terbaik. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari kombinasi dua faktor, faktor pertama adalah lama pasteurisasi 10, 15, 20 menit dan faktor kedua adalah amplitudo 22,8 dan 68,4 μm . Parameter yang akan diamati adalah kadar vitamin C dan jumlah cemaran mikroba.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar amplitudo dan lama pasteurisasi maka kadar vitamin C dan jumlah cemaran mikroba (TPC) semakin menurun. Nilai kadar vitamin C terbesar pada penelitian ini terjadi pada amplitudo 22,8 μm dengan lama pasteurisasi 10 menit yaitu 7,231 mg/100ml dan nilai vitamin C terkecil terjadi pada amplitudo 68,4 μm dengan lama pasteurisasi 20 menit 3,453 mg/100ml. Nilai jumlah cemaran mikroba (TPC) terbesar penelitian ini pada amplitudo 22,8 μm dengan lama pasteurisasi 10 menit yaitu 2413,33 CFU/ml dan nilai cemaran mikroba (TPC) terkecil terjadi pada amplitudo 68,4 μm dengan lama pasteurisasi 20 menit 123,33 CFU/ml. Perlakuan terbaik adalah pasteurisasi gelombang ultrasonik amplitudo sebesar 22,8 μm selama 20 menit yang dapat mereduksi bakteri sebesar 76,133% atau 0,62 siklus log dan dapat mempertahankan kadar vitamin C sebesar 80,5%.

Kata Kunci : *amplitudo, lama pasteurisasi, jeruk, ultrasonik*

ABSTRACT

*Non-thermal pasteurization process using ultrasonic waves is one of the processes with ultrasonic waves of > 20 kHz into an orange juice. The main objective of this study is to determine the effect of pasteurization time and amplitude of ultrasonic wave on vitamin C and total microorganisms of orange ouice (*Citrus Sinensis Osbeck*) by using non-thermal pasteurization furthermore to determine the best treatment of pasteurization time and amplitude of Ultrasonic Wave Nontermal Pasteurization Process. The treatments used in this study consisted of a combination two factors, the first factor is the pasteurization time at 10, 15, 20 minutes and the second factor is the amplitude at 22.8 and 68.4 μm . Parameters to be observed are vitamin C and the amount of microbial contamination.*

The results showed that the greater the amplitude and pasteurization time the lower the levels of vitamin C and total number of microbial. The highest level of vitamin C in this study occurred in the amplitude of 22.8 μm with pasteurization time 10 minutes is 7.231 mg/100ml and the smallest level of vitamin C occurred in the amplitude of 68.4 μm with pasteurization time 20 minutes is 3.453 mg/100ml. The largest of microbial contamination occurred in the amplitude of 22.8 μm with pasteurization time 10 minutes is 2413.33 CFU/ml and the smallest of microbial contamination occurred in the amplitude 68.4 μm with pasteurization time 20 minutes is 123, 33 CFU/ml. The best treatment of the pasteurization ultrasonic wave is amplitude 22,8 μm for 20 minutes to reduce bacteria by 76.133% or 0.62 log cycles and can retain the vitamin C content of 80,5%.

Keywords: *Amplitude, Orange, Pasteurization Time, Ultrasonic*

PENDAHULUAN

Buah Jeruk (*Citrus sinensis Osbeck*) adalah buah yang memiliki kulit berwarna hijau hingga jingga dan daging buahnya mengandung banyak air. Masyarakat pada umumnya mengkonsumsi buah jeruk dalam bentuk minuman yang lebih dikenal dengan sari buah melalui proses pasteurisasi. Pasteurisasi merupakan pemanasan dibawah temperatur titik didih dengan maksud hanya membunuh mikroba ataupun bakteri patogen. Pasteurisasi dibedakan menjadi dua macam yakni pasteurisasi termal dan nontermal. Pasteurisasi termal merupakan pasteurisasi menggunakan panas dengan suhu 60 °C selama 30 menit. Namun proses pasteurisasi termal ini menyebabkan turunnya kandungan gizi, rasa warna, dan tekstur. Proses pasteurisasi nontermal menggunakan gelombang ultrasonik adalah salah satu proses dengan menembakkan gelombang ultrasonik sebesar >20 KHz ke dalam sebuah sari buah untuk menurunkan jumlah mikroba. Karena proses ini adalah nontermal tentunya akan dapat mempertahankan kandungan gizi sari buah. Menurut Mason *et al.* (1996), Keuntungan pasteurisasi dengan menggunakan gelombang ultrasonik adalah meminimalkan kehilangan rasa, homogenitas yang lebih besar, kandungan gizi relatif terjaga, dan menghemat energi.

Penerapan gelombang ultrasonik pada suatu bahan pangan merupakan kemajuan teknologi yang baru. Karena, gelombang ultrasonik dapat menghasilkan efek kavitasi yang dapat menurunkan mikroorganisme dan enzim (Suslick,1998). Menurut Nurfitriyana (2012), kavitasi merupakan fenomena pembentukan, pertumbuhan, dan hancurnya gelembung mikro dalam cairan, yang akan melepaskan energi lokal dalam jumlah yang cukup besar. Fenomena ini terjadi karena adanya gelombang suara dengan frekuensi tinggi pada suatu aliran disebut kavitasi akustik (kavitasi ultrasonik atau sonikasi). Gelembung-gelembung mikro akan terbentuk pada saat amplitudo akustik cukup besar untuk dapat meregangkan molekul selama berlangsungnya siklus peregangan hingga sampai pada jarak yang lebih besar daripada jarak kritis molekul. Gelembung-gelembung mikro yang terbentuk selama siklus peregangan akan hancur akibat adanya siklus kompresi. Karena hancurnya gelembung mikro tersebut dalam waktu yang singkat, maka terjadi peningkatan temperatur dan tekanan yang ekstrem.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh amplitudo dan lama pasteurisasi terhadap jumlah mikroba (TPC) dan kadar vitamin C pada sari buah jeruk dan mengetahui besar amplitudo dan lama pasteurisasi terbaik terhadap kualitas sari buah jeruk.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain, alat *Cole Parmer Ultrasonic Processor* frekuensi 20 kHz dengan amplitudo 76 µm, tabung ukur, gelas ukur, botol, *coolbox*, *aluminium foil*, sarung tangan, tisu, corong dan blender. Alat yang digunakan untuk analisa jumlah cemaran mikroba (TPC) adalah autoclave, oven, cawan petri, magnetic stirrer, vortex mixer, kompor listrik, tabung reaksi, labu erlemeyer, pipet volum 1 ml, dan beaker glass.



Gambar 1. Alat Cole Palmer CPX-130

Bahan yang digunakan untuk pembuatan sari buah jeruk adalah Buah Jeruk Manis, Alkohol 96%, Aquades, Gula, Asam Sitrat dan Air mineral. Bahan yang digunakan untuk analisa jumlah cemaran mikroba (TPC) adalah kapas, kertas sampul, karet, PCA, Pepton, dan aquades.

Alat pasteurisasi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

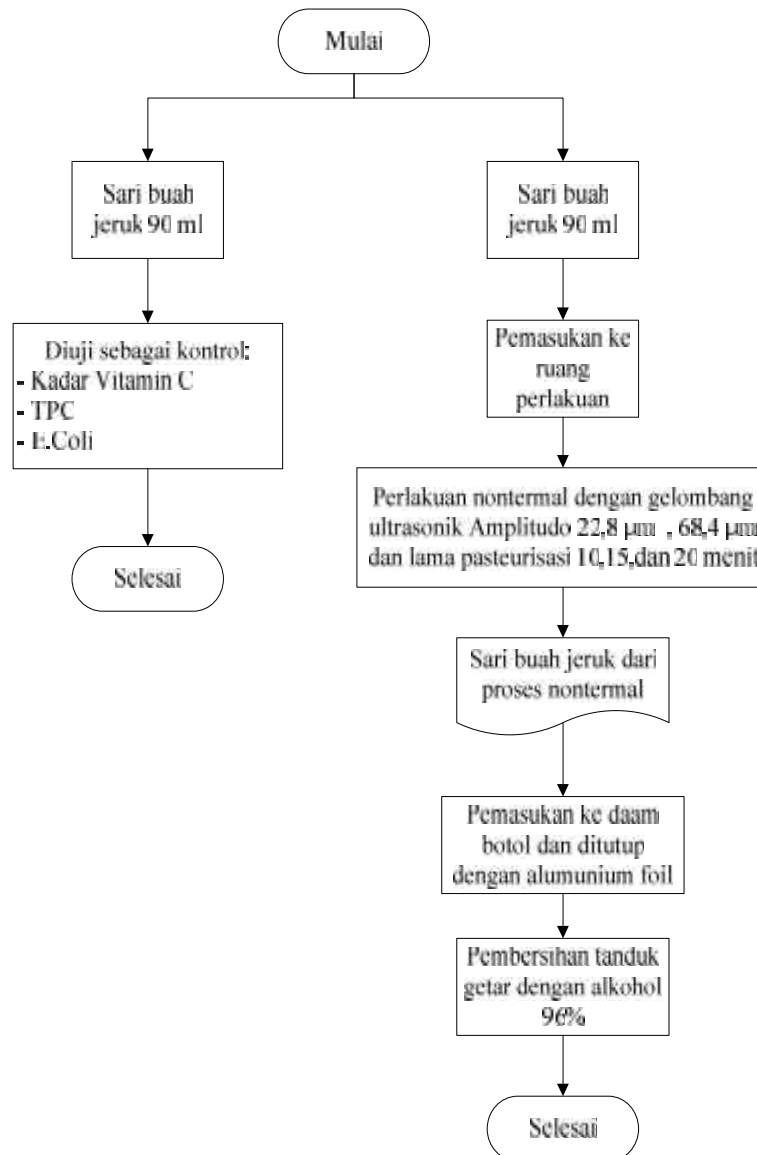
Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor yaitu amplitudo (22,8 µm dan 68,4 µm) dan lama pasteurisasi (10, 15, dan 20 menit). Masing – masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 satuan percobaan dan 1 kontrol. Data dianalisis dengan menggunakan metode analisis ragam (*Analysis of Variant* atau ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 1%.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan yaitu pembuatan sari buah jeruk dan pasteurisasi nontermal dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Pembuatan saribuah jeruk diawali dengan menyiapkan buah jeruk

manis segar 1 kg, selanjutnya buah jeruk dicuci bersih kemudian dipotong dan dilakukan proses *steam blanching* selama 5 menit, buah jeruk dihancurkan dengan menggunakan blender selama 2 menit hingga menjadi bubur jeruk, selanjutnya disaring dengan menggunakan saringan atau kain saring, dilakukan pengenceran filtrat jeruk dengan perbandingan 1:1,5 yakni 1 liter bubur jeruk dengan 1,5 liter air matang, dilakukan penambahan gula dan asam sitrat pada sari buah dengan perbandingan 1 liter sari buah:150 gram gula: 2 gram asam sitrat, diaduk hingga gula dan asam sitrat terlarut, dan terakhir dimasukkan kedalam botol. Tahap kedua adalah pasteurisasi nontermal gelombang ultrasonik yang dapat dilihat pada diagram alir **Gambar 2**.



Gambar 2. Proses Pasteurisasi Nontermal

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah mikroorganisme (TPC), bakteri E. Coli, dan vitamin C. Semua parameter diamati sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan menggunakan Gelombang Ultrasonik.

Prosedur Analisis

1. Analisis Jumlah Cemaran Mikroba (TPC)

Proses pengambilan data mikroorganisme pada sari buah jeruk dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian Jurusan Keteknikan Pertanian. Jumlah mikroorganisme pada sari buah dihitung dengan menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*).

$$\text{Jumlah Koloni} = (\text{Koloni ke} - n) \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$$

Nilai D menyatakan ketahanan mikroba oleh suhu pemanasan. Nilai D_v didefinisikan sebagai waktu dalam menit pada suhu tertentu yang diperlukan untuk menurunkan jumlah populasi mikroba sebesar 90% atau satu logaritmik (sepersepuluh pangkat). N adalah jumlah organisme hidup, t adalah waktu perlakuan (menit), N_0 adalah jumlah mikroba awal.

$$D_v = \frac{t}{\log \frac{N_0}{N_t}}$$

2. Analisis E. Coli

Analisa mikroorganisme bakteri *E. Coli* diujikan di Laboratorium Pengujian dan Analisa Pangan, jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya - Malang.

3. Analisis Vitamin C

Kadar vitamin C pada sari buah jeruk dianalisa di Laboratorium Pengujian dan Analisa Pangan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Prosedur analisa kadar vitamin C mengacu pada prosedur Sudarmadji (1997) yakni 10 gram sample ditimbang, lalu ditambah dengan 50 ml HPO_3 6%, Diaduk, diencerkan sampai dengan 10 ml dan disaring hingga jernih, Diambil 5 ml dan direaksikan dengan 5-10 ml *dichloroindophenol* sampai berwarna merah, Diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 518 nm, Kadar vitamin C sample ditentukan dengan rumus:

$$\text{Vitamin C} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{ml}} \right) = \frac{\text{Konsentrasi asam askorbat} \times \text{Pengenceran} \times 100}{\text{ml ekstrak} \times \text{berat sampel} \times 1000}$$

4. Menentukan Perlakuan Terbaik

Pentuan perlakuan terbaik menggunakan metode indeks efektivitas atau dikenal dengan metode de Garmo dan Sullivan. Prosedur ini diawali dengan memberikan bobot nilai pada setiap parameter masing - masing parameter, selanjutnya bobot nilai yang diberikan dihitung dengan kepentingan setiap parameter (persamaan 1), kemudian menghitung nilai efektifitas (persamaan 2), dan menghitung nilai produk (persamaan 3).

$$\text{Bobot Nilai} = \frac{\text{Bobot atau skor perlakuan}}{\text{jumlah total bobot}} \dots\dots\dots(1)$$

$$NE = \frac{N_p - N_{tj}}{N_{tb} - N_{tj}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- NE = Nilai efektifitas
- N_p = Nilai perlakuan
- N_{tj} = Nilai terjelek
- N_{tb} = Nilai terbaik

$$NP = NE \times BN \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- NE = Nilai efektifitas
- BN = Bobot nilai

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Bahan Baku

Pada penelitian ini buah jeruk manis lokal yang dibeli di toko buah kota Malang untuk diproses menjadi sari buah jeruk dan selanjutnya dipasteurisasi dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Parameter – parameter yang dianalisa pada sari buah jeruk meliputi *Total Plate Count* (TPC) atau jumlah cemaran mikroba, bakteri *E. Coli*, dan kadar vitamin C. Data hasil percobaan yang didapatkan ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik Bahan Baku (Jeruk Manis)

Parameter	Hasil Analisa	Literatur
TPC (CFU/ml)	3,31 x 10 ³	1,3 x 10 ⁶ *
Vitamin C (mg/100ml)	8,48	71,29*
<i>E. Coli</i> (CFU/ml)	0	< 3**

*Kusuma *et al.* (2007)

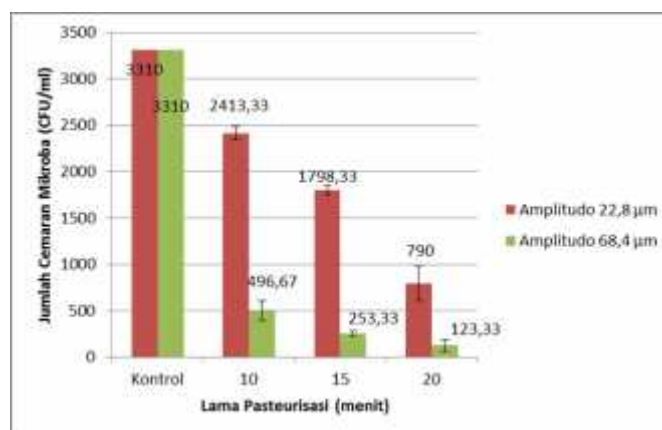
** SNI No.01-6019-1999

Berdasarkan hasil analisis diketahui untuk analisa TPC dan vitamin C lebih rendah dibandingkan dengan hasil literatur. Hal ini dikarenakan pada saat proses pembuatan sari buah dan perbedaan varietas dari buah jeruk. Pada sari buah jeruk yang digunakan sebagai perlakuan setelah diuji laboratorium menunjukkan tidak tercemar bakteri patogen *E. Coli*. Menurut SNI No.01-6019-1999 jumlah bakteri *E. Coli* maksimal adalah < 3 APM/ml, hal ini menunjukkan bahwa kualitas sari buah jeruk sudah memenuhi standar mutu SNI No.01-6019-1999 Bakteri *E. coli* merupakan salah satu jenis bakteri patogen yang harus direduksi pada produk pangan, apabila produk pangan terdapat bakteri *E. Coli* lebih dari batas maksimal yang ditentukan maka produk pangan tersebut tidak layak konsumsi yang akan mengakibatkan bahaya bagi kesehatan.

Potential Decimal Reduction Time (D) merupakan waktu pada tegangan tertentu yang dibutuhkan untuk menurunkan/membunuh hampir 90% dari jumlah mikroba yang ada. Penurunan mikroba pada sari buah ini sudah mencapai 90% atau 1 *log cycle*, sehingga nilai D pada amplitudo 68,4 μm (dipasteurisasi 20 menit) adalah 13,99 menit dengan penurunan bakteri sebesar 1,43 siklus log.

2. Jumlah Cemar Mikroba atau *Total Plate Count (TPC)*

Jumlah Cemar Mikroba (TPC) yang ada dalam sari buah jeruk yang sudah diproses nontermal dengan menggunakan gelombang ultrasonik berkisar antara 123,33 – 2413,33 CFU/ml. Grafik hubungan antara jumlah mikroba dengan lama pasteurisasi dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Amplitudo Dan Lama Pasteurisasi terhadap Jumlah Cemar Mikroba (TPC)

Jumlah mikroba setelah dilakukan proses pasteurisasi dengan menggunakan gelombang ultrasonik adalah sebesar $1,23 \times 10^2$ CFU/ml. Hasil tersebut sudah memenuhi standar cemar mikroba dari sari buah menurut SNI-01-3719-1999 yaitu sebesar 2×10^2 CFU/ml. Mutu mikrobiologi sari buah jeruk ini dapat dikatakan sesuai dengan standar mutu SNI yakni jumlah TPC kurang dari 2×10^2 CFU/ml.

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi amplitudo dan lama pasteurisasi yang diberikan maka menyebabkan kematian mikroba semakin banyak. Hal ini dikarenakan oleh adanya peningkatan aktifitas metabolisme yang terlalu tinggi sehingga mengganggu dari kerja dan fungsi fisiologis mikroba. Efek biologis yang terjadi dari hasil gelombang ultrasonik terhadap suatu medium cair adalah efek sterilisasi, dimana radiasi ultrasonik yang diberikan dapat membunuh mikroorganisme berkaitan dengan proses kavitasi yang akan menimbulkan tekanan dalam waktu yang singkat. Kavitasi adalah salah satu efek akibat radiasi gelombang ultrasonik di dalam cairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tabatabaie dan Mortazavi (2008) bahwa efek kavitasi merupakan faktor efektif dalam merusak dinding sel mikroorganisme, ketika proses kavitasi terjadi maka akan terjadi laju geser yang disebabkan oleh gelombang ultrasonik sehingga dinding sel dan membran sel akan pecah.

Berdasarkan analisis ragam (ANOVA) F hitung lama pasteurisasi, amplitudo, dan interaksi lebih besar dari F tabel 5% dan 1%. Hal tersebut berarti faktor lama pasteurisasi, amplitudo, dan interaksi sangat berpengaruh nyata terhadap hasil jumlah cemar mikroba (TPC). Hasil uji BNT 1% dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji BNT 1% Rerata Jumlah bakteri TPC Akibat Pengaruh Amplitudo dan Lama Pasteurisasi

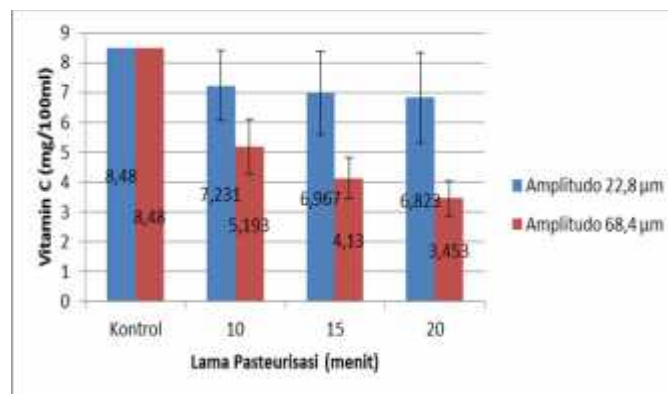
Amplitudo (μm)	Lama Pasteurisasi (Menit)	Bakteri TPC (CFU/ml)
22,8	10	2413,33 ^e
	15	1798,33 ^d
	20	790,000 ^c
68,4	10	496,670 ^b
	15	253,330 ^a
	20	123,330 ^a

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dari hasil uji BNT 1%.

Pada **Tabel 2** menunjukkan hasil uji BNT 1% bahwa terjadi penurunan jumlah cemaran mikroba (TPC) seiring dengan meningkatnya amplitudo dan lama pasteurisasi. Hal ini dikarenakan adanya interaksi yang sangat nyata antara faktor amplitudo dan lama pasteurisasi.

3. Kadar Vitamin C

Dari hasil analisa sari buah jeruk menggunakan gelombang ultrasonik didapatkan kadar vitamin C berkisar antara 3,453 – 7,231 mg/100ml. Kadar vitamin C dari sari buah jeruk dengan menggunakan gelombang ultrasonik dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Lama Pasteurisasi dan Amplitudo terhadap Kadar Vitamin C

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan yang signifikan dari kontrol (tanpa perlakuan) terhadap perlakuan dengan menggunakan variasi amplitudo dan lama pasteurisasi, yaitu menurun dari 8,48 mg/100ml menjadi 3,453 mg/100ml. Kadar vitamin C tertinggi terdapat pada amplitudo 22,8 μm dengan lama pasteurisasi 10 menit, yaitu 7,231 mg/100ml dan mengalami penurunan pada amplitudo 68,4 μm dengan berbagai perlakuan. Kadar vitamin C terendah terdapat pada amplitudo 68,4 μm dengan lama pasteurisasi 20 menit, yaitu 3,453 mg/100ml.

Penurunan kadar vitamin C pada penelitian ini diduga karena faktor adanya kenaikan suhu pada saat proses pasteurisasi dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Winarno (2002) yang menyatakan bahwa vitamin C dapat rusak karena teroksidasi oleh O_2 , panas dan enzim. Selain itu oksidasi asam askorbat/vitamin C juga dipengaruhi oleh cahaya, dan kondisi penyimpanan (Kusuma *et al.*, 2007). Semakin tinggi suhu pasteurisasi dan penyimpanan, kecepatan oksidasi asam askorbat akan meningkat. Oleh karena itu, semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pasteurisasi maka penurunan kadar vitamin C akan semakin besar.

Berdasarkan analisis ragam (ANNOVA) F hitung faktor lama pasteurisasi dan interaksi lebih kecil dari F Tabel 5%. Dapat disimpulkan bahwa faktor lama pasteurisasi dan interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap hasil kadar vitamin C. Hal ini dikarenakan selisih lama pasteurisasi terlalu kecil yakni 5 menit sehingga faktor lama pasteurisasi tidak berpengaruh terhadap kadar vitamin C dan tidak terjadi interaksi antara kedua faktor. Namun, berdasarkan analisis ragam (ANOVA) F hitung amplitudo lebih besar dari F tabel 5% dan 1%. Hal tersebut berarti faktor amplitudo sangat berpengaruh nyata terhadap hasil kadar vitamin C. Sehingga faktor amplitudo perlu diuji BNT 1% untuk mengetahui pengaruh masing – masing perlakuan. Hasil uji BNT 1% perlakuan amplitudo dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Uji BNT 1% Perlakuan Amplitudo

Amplitudo	Rata – Rata Kadar Vitamin C (mg/100ml)
22,8 μm	7,006 ^b
68,4 μm	4,26 ^a

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dari hasil uji BNT 1%.

4. Perlakuan Terbaik

Nilai produk perlakuan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Nilai Produk Perlakuan

Perlakuan	Nilai Produk Bakteri	Nilai Produk Vitamin C	Total Nilai Produk
P1	0,00	0,44	0,44
P2	0,15	0,41	0,56
P3	0,39	0,40	0,79
P4	0,47	0,20	0,67
P5	0,52	0,04	0,57
P6	0,56	0,00	0,56

Nilai Nilai Produk (NP) yang paling besar menunjukkan perlakuan terbaik. Sehingga Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah pasteurisasi gelombang ultrasonik amplitudo sebesar 22,8 μm selama 20 menit yang dapat mereduksi bakteri sebesar 76,133% atau 0,62 siklus log dan dapat mempertahankan kadar vitamin C sebesar 80,5%.

KESIMPULAN

Perlakuan pasteurisasi nontermal gelombang ultrasonik sari buah jeruk dengan menggunakan amplitudo dan lama pasteurisasi memberikan pengaruh terhadap jumlah cemaran mikroba (TPC) dan kadar vitamin C, bahwa semakin besar amplitudo dan lama pasteurisasi maka hasil jumlah cemaran mikroba (TPC) dan kadar vitamin C semakin menurun. Parameter yang dihasilkan yaitu jumlah cemaran mikroba (TPC) berkisar antara 3310 CFU/ml - 123,33 CFU/ml dan kadar vitamin C berkisar antara 8,48 mg/100ml - 3,453 mg/100ml.

Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah pasteurisasi gelombang ultrasonik amplitudo sebesar 22,8 μm selama 20 menit yang dapat mereduksi bakteri sebesar 76,133% atau 0,62 siklus log dan dapat mempertahankan kadar vitamin C sebesar 80,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. 1999. SNI.01-6019-1999 tentang Minuman Sari Buah. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Kusuma, H, Retno. 2007. **Pengaruh Pasteurisasi Terhadap Kualitas Jus Jeruk Pacitan**. Widya Teknik Vol. 6 (2): 142 – 143
- Mason, T. J., Paniwnyk, L., & Lorimer, J. P. 1996. **The uses of ultrasound in food technology, Ultrasonics Sonochemistry**. Ultrasonics Sonochemistry Vol. 3 : 253
- Nurfitriyana, A. 2012. **Signifikansi Kavitas Ultrasonik Dan Hidrodinamik Terhadap Karakteristik Produk Oksidasi Penyisihan Limbah Fenol Dengan Proses Oksidasi Lanjut Berbasis Ozon [Skripsi]**. Fakultas Teknik Universitas Indonesia Program Studi Teknik Kimia: Depok
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. 1997. **Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty: Yogyakarta
- Suslick, K. S. 1998. **Ultrasonics: its Chemical, Physical and Biological Effects**. VHC Publishers : New York
- Tabatabaie, F., & Mortazavi, A. 2008. **Studying The Effects Of Ultrasound Shock On Cell Wall Permeability And Survival Of Some Lab In Milk**. Applied Sciences Vol. 3 (1) :119-121.
- Winarno, F.G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia. Jakarta.