

**OZONE MICRO-BUBBLE WATER (OMBW) SEBAGAI SENYAWA PENYANITASI
DAGING AYAM MENTAH TERHADAP *Salmonella* spp. DAN PENGARUHNYA
SELAMA PENYIMPANAN PADA SUHU MENYIMPANG**

**OZONE MICRO-BUBBLE WATER (OMBW) AS RAW CHICKEN SANITIZER AGAINST
Salmonella spp. AND THE EFFECT DURING TEMPERATURE ABUSE STORAGE**

Ryan Pieter I. Nalle¹, Ni Luh Putu R. Cakswindryandani¹, Siska Elvani²

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana

²Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana

E-mail: ryan.pieter.immanuel.nalle@staf.undana.ac.id

ABSTRACT

Ozone micro-bubble water (OMBW) can be used as sanitizer to wash fresh food products in order to eliminate microbiological contamination. A trial was carried out to determine the effectiveness of OMBW as a washing solution for raw chicken breast on the growth and concentration of cocktail mix *Salmonella* spp. (*S. Enteritidis* DMST 15676, *S. Derby* DMST 16879, *S. Newport* DMST 15675 and *S. London* DMST 7110). The washing treatment was carried out by dipping the artificially contaminated raw chicken breast in 1 and 2 ppm of OMBW or sterilized water (control) and shaken at 80 rpm for 5 minutes. The samples were kept at 4°C for 24 h before being exposed to the temperature abuse condition. The temperature abuse condition was carried out continuously from 10° C for 4, 6 and 8 h up to 30° C for 2 h. After the washing process, *Salmonella* spp. was greatly reduced by 1 and 2 ppm OMBW, significantly different ($P < 0.05$) from washing with sterilized water. Washing with 1 ppm OMBW, 2 ppm OMBW and sterilized water reduced the *Salmonella* spp. by 0.86, 0.72 and 0.41 log CFU/mL, respectively. Storage of raw chicken fillet at the recommended temperature of 4° C for 24 h, inhibited the growth of *Salmonella* spp. in samples that had previously been washed with 1 and 2 ppm OMBW, while samples washed with sterilized water showed a slight increase in *Salmonella* spp. numbers, but was not significantly different ($P > 0.05$) from the other treatments. At the end of temperature abuse storage, the *Salmonella* spp. concentration in all samples increased from the initial counts.

Keywords: ozone micro-bubble water; raw chicken; sanitizer; *Salmonella* spp.; temperature abuse.

ABSTRAK

Ozone micro-bubble water (OMBW) dapat digunakan sebagai senyawa penyanitasi pada pencucian produk pangan segar untuk menghilangkan kontaminasi mikrobiologis. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keefektifan OMBW sebagai larutan penyanitasi daging ayam mentah terhadap pertumbuhan kultur campuran *Salmonella* spp. (*S. Enteritidis* DMST 15676, *S. Derby* DMST 16879, *S. Newport* DMST 15675 dan *S. London* DMST 7110). Pencucian dilakukan dengan mencelupkan daging ayam mentah yang dikontaminasi artifisial ke dalam larutan OMBW 1 dan 2 ppm atau air steril (kontrol) dan dikocok dengan kecepatan 80 rpm selama 5 menit. Sampel disimpan pada suhu 4° C selama 24 jam sebelum dipaparkan pada kondisi suhu menyimpang. Perlakuan suhu menyimpang dilakukan secara kontinyu dari 10° C

selama 4, 6 dan 8 jam hingga 30° C selama 2 jam. Pencucian dengan OMBW 1 dan 2 ppm dapat menurunkan kontaminasi *Salmonella* spp. sebanyak 0,86 dan 0,72 log CFU/mL, berbeda signifikan ($P < 0,05$) dengan pencucian menggunakan air steril yang menurunkan kontaminasi *Salmonella* spp. sebanyak 0,41 log CFU/mL. Penyimpanan daging ayam mentah pada suhu yang dianjurkan, yaitu suhu 4° C selama 24 jam, dapat menghambat pertumbuhan *Salmonella* spp. pada sampel yang sebelumnya dicuci dengan OMBW 1 dan 2 ppm, sedangkan pada sampel yang diberi perlakuan dengan air steril menunjukkan sedikit peningkatan *Salmonella* spp., namun perubahan jumlahnya tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan lainnya. Pada akhir penyimpanan pada suhu menyimpang suhu 10° C selama 4, 6 dan 8 jam hingga suhu 30° C selama 2 jam, jumlah *Salmonella* spp. pada semua sampel meningkat dari jumlah awal sebelum penyimpanan.

Kata kunci: daging ayam mentah; *ozone micro-bubble water*; *Salmonella* spp.; senyawa penyanitasi; suhu menyimpang.

PENDAHULUAN

Produk pangan asal unggas seperti telur dan daging ayam, terutama dalam kondisi mentah, umumnya beresiko dikontaminasi oleh *Salmonella*. Penanganan daging ayam mentah di wilayah Asia Tenggara seringkali dilakukan pada kondisi suhu menyimpang, yaitu suhu penyimpanan yang tidak sesuai dengan yang dianjurkan. Sebagai contoh, daging ayam mentah yang dijual di pasar-pasar tradisional umumnya dibiarkan terpapar pada suhu ruang, tidak disimpan pada suhu dingin yang dianjurkan ($< 5^{\circ}\text{C}$). Penelitian Kusumaningrum *et al.* (2012) menemukan 52,5% dari 40 sampel karkas ayam yang dijual di pasar tradisional dan satu pasar swalayan di Kota Bogor terkontaminasi *Salmonella*.

Penangan dan penjualan daging ayam mentah pada suhu menyimpang menyebabkan daging ayam mentah terpapar pada zona suhu berbahaya (*temperature danger zone*) 5,5-60° C, yaitu rentang suhu dimana mikroba patogen mengalami pertumbuhan yang cepat hingga mencapai jumlah yang dapat menyebabkan sakit jika dikonsumsi (*foodborne illness*). Diperkirakan 20 juta kasus penyakit bawaan pangan dan 140.000 kematian terjadi setiap tahun di seluruh dunia akibat *Salmonella*; dan 30% dari penyakit bawaan salmonellosis berhubungan dengan daging unggas (Regaldo-Pineda *et al.*, 2020). Penelitian Oscar (2009) menunjukkan penyimpanan kulit ayam mentah pada suhu menyimpang 5-50° C selama 8 jam dapat meningkatkan jumlah *Salmonella*. Penelitian Ingham *et al.* (2007) menunjukkan penurunan cemaran *E. coli* O157:H7 dan *Salmonella* serovar sebanyak 0,2 log CFU/potong di daging unggas, babi dan sapi giling mentah yang disimpan pada suhu 5° C selama 24 jam. Sebaliknya, terjadi peningkatan jumlah kontaminan sebanyak 0,2 log CFU/potong ketika sampel daging mentah dipaparkan pada suhu menyimpang.

Penelitian Nalle *et al.* (2021) menunjukkan aktivitas pertumbuhan *Salmonella* spp. di daging ayam mentah yang disimpan pada suhu menyimpang tidak dapat dihambat dengan kompetisi oleh bakteri asam laktat (BAL) *L. rhamnosus* R.23. Oleh karena itu, cara terbaik untuk mencegah pertumbuhan *Salmonella* spp. selama penyimpanan yaitu dengan mengurangi jumlah kontaminan awal. Salah satu cara mengurangi kontaminan awal yaitu dengan cara pencucian menggunakan senyawa penyanitasi seperti larutan NaOCl, H₂O₂, gas ozon, dan sebagainya (Nalle dan Tandi Rubak, 2022). Ozon merupakan senyawa antimikroba yang kuat karena memiliki aktivitas oksidasi yang tinggi. Ozon bekerja dengan cara mengoksidasi bagian luar dinding sel mikroba sehingga menyebabkan kerusakan membran sel, mengganggu permeabilitas membran dan pada akhirnya menyebabkan sel lisis. Ozon dikategorikan sebagai senyawa GRAS (*Generally Recognized as Safe*) sehingga aman digunakan sebagai senyawa penyanitasi bahan pangan karena tidak meninggalkan residu berbahaya. Ozon akan terdekomposisi menjadi oksigen pada kondisi normal. Penggunaan ozon sebagai senyawa penyanitasi dapat dalam rupa gas, air ozon maupun *ozone micro-bubble water* (Nalle *et al.*, 2021). Penelitian Tirawat *et al.* (2014) menunjukkan penurunan *Salmonella enteric* ser. Typhimurium sebanyak 3.93 log ketika dipaparkan pada air ozon 0,5 mg/L selama 10 menit pada penelitian *in vitro*.

Ozon memiliki waktu paruh kelarutan dalam air yang singkat. Pada suhu 30° C, waktu paruh ozon dalam air adalah 12 menit. Pada suhu yang lebih rendah (15° C), waktu paruh ozon meningkat menjadi 30 menit (Goncalves, 2009). Untuk dapat meningkatkan kelarutan ozon dalam air, dapat digunakan teknik *ozone micro-bubble water* (OMBW). OMBW adalah suatu teknik untuk membuat gelembung-gelembung ozon berukuran mikroskopik (50-200 µm) dalam air. Selain untuk meningkatkan kelarutan ozon, gelembung-gelembung ozon yang terbentuk juga memperluas area permukaan sehingga meningkatkan kesempatan kontak ozon dengan membran sel mikroba yang dituju; yang pada akhirnya dapat meningkatkan keefektifan ozon sebagai senyawa penyanitasi (Nalle *et al.*, 2021). Penelitian Chuajedton *et al.* (2017) menunjukkan penurunan jumlah *E.coli* O157:H7 sebanyak 5,0-7,4 log; lebih baik dari air ozon, pada proses sanitasi sayuran menggunakan OMBW.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi OMBW yang efektif sebagai bahan penyanitasi pada proses pencucian daging ayam mentah untuk menghilangkan cemaran *Salmonella* spp. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencucian menggunakan OMBW terhadap pertumbuhan *Salmonella* spp. di daging ayam selama

penyimpanan pada suhu menyimpang. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi produsen daging ayam mentah agar dapat menghasilkan produk yang aman dan berkualitas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di *Laboratory of Food Science and Technology, Dept. of Food Science and Technology Faculty of Agro-Industry Kasetsart University* dari bulan Januari – Juni 2018.

Bahan baku daging ayam mentah bagian dada diperoleh dari sejumlah pasar swalayan di Bangkok, Thailand. Kultur *Salmonella enterica* serovar Enteritidis DMST 15676, *Salmonella enterica* serovar Derby DMST 16879, *Salmonella enterica* serovar Newport DMST 15675 dan *Salmonella enterica* serovar London DMST 7110 diperoleh dari koleksi *Laboratory of Food Science and Technology, Dept. of Food Science and Technology Faculty of Agro-Industry Kasetsart University*. OMBW sebagai senyawa penyaniitasi dihasilkan di *Laboratory of Food Science and Technology, Dept. of Food Science and Technology Faculty of Agro-Industry Kasetsart University*; dihasilkan sesaat sebelum penggunaan.

Media pertumbuhan dan analisa mikrobiologi serta bahan kimia lainnya meliputi *Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar*, *Tryptic Soy Broth (TSB)* (Merck, Darmstadt, Germany), *Phosphate Buffer (KH₂PO₄)*, 0.1% *Peptone water* (Merck, Darmstadt, Germany), *DPD tablet No.1 dan No.4 (ProMinent® HD-MMP 01. Germany)*, etanol (70%) dan air destilasi.

Alat yang digunakan diantara lain peralatan gelas, peralatan laboratorium dan analisa mikrobiologi, neraca analitik, *shaker waterbath*, *stomatcher* (Seward, UK), pH meter (Eutech pH 700, Eutech Instruments Pte Ltd., Singapore), *Microbubble generator* (Model: Microstar FS101-1, Fuki Manufacturing Co., Ltd., Japan), *Ozone generator* (Model: ED-0GR6, Ecodesign, Inc., LTD., Japan) dan *N,N-Diethyl-p-phynylenduanin (DPD) measuring photometer (DULCOTES DT1, ProMinent, Germany)*.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi OMBW yang terdiri dari 2 taraf, yaitu pencucian dengan OMBW 1 ppm dan OMBW 2 ppm. Faktor ke-2 adalah penyimpanan pada suhu menyimpang. Pencucian dengan menggunakan air steril digunakan sebagai kontrol. Penelitian ini menggunakan empat kali ulangan dan setiap ulangan dilakukan secara duplo. Analisis statistik dilakukan dengan *Analysis of Variance (ANOVA)* dan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* menggunakan *software SPSS 22.0* pada taraf nyata 5%.

Sebanyak 300 gram daging ayam mentah bagian dada yang telah dipisahkan dari kulitnya diinokulasi dengan suspensi campuran *Salmonella* sebanyak 10^8 log CFU/mL agar pada daging mengandung $10^5 - 10^6$ log CFU/g *Salmonella*; dan selanjutnya disimpan pada *laminary flow* selama 10 menit. Tahap selanjutnya adalah menyiapkan larutan OMBW 1 dan 2 ppm menggunakan *ozone generator* dan *microbubble generator*. Kadar ozon diukur menggunakan *DPD measuring photometer* hingga mencapai konsentrasi yang diinginkan. Selanjutnya, sampel dicuci dengan menggunakan OMBW 1 ppm, OMBW 2 ppm dan air steril secara terpisah menggunakan *shaker water bath* 80 rpm selama 5 menit dan ditiriskan selama 5 menit secara aseptis (modifikasi dari Phaephipat dan Warapa, 2018). Sampel selanjutnya disimpan pada suhu $4 \pm 1^\circ \text{C}$ selama 24 jam kemudian dipindahkan pada suhu $10 \pm 1^\circ \text{C}$ selama 4, 6 dan 8 jam; dan diteruskan pada suhu $30 \pm 1^\circ \text{C}$ selama 2 jam.

Analisa total *Salmonella* dilakukan pada sampel sebelum dan setelah pencucian, sampel setelah penyimpanan pada suhu $4 \pm 1^\circ \text{C}$ selama 24 jam, sampel setelah penyimpanan $10 \pm 1^\circ \text{C}$ selama 4, 6 dan 8 jam; dan sampel setelah penyimpanan pada suhu $30 \pm 1^\circ \text{C}$ selama 2 jam. Analisa total *Salmonella* dilakukan dengan cara sebanyak 25 gram sampel *fillet* daging ayam dimasukkan ke dalam 225 mL air pepton 0.1% (Merck, Darmstadt, Germany) dan dihomogeni menggunakan *Stomacher* (Seward, UK) selama 120 detik. Seri pengenceran desimal disiapkan menggunakan suspensi yang telah homogen sebanyak masing-masing 10 mL dan dihitung pada media spesifik *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) Agar menggunakan teknik *spread plate* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 ± 2 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pencucian Menggunakan *Ozone Micro-Bubble Water* (OMBW) terhadap *Salmonella* spp. pada Daging Ayam Mentah

Pencucian adalah salah satu kegiatan penanganan produk pangan, terutama pada bahan segar, yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan kontaminasi awal dari produk. Pencucian dapat dilakukan menggunakan air maupun larutan lainnya yang dapat menurunkan jumlah cemaran hingga batas yang dapat ditoleransi. Pencucian daging ayam mentah menggunakan *ozone micro-bubble water* (OMBW) 1 dan 2 ppm ditujukan untuk menghilangkan cemaran mikroba awal, terutama *Salmonella* yang umum mengkontaminasi produk ini. Hasil pencucian daging ayam mentah tanpa kulit menggunakan OMBW 1 dan 2 ppm serta menggunakan air steril sebagai kontrol dapat dilihat pada Tabel. 1

Hasil pencucian daging ayam mentah menggunakan OMBW dan air steril pada Tabel 1 menunjukkan penurunan *Salmonella* pada semua perlakuan. Penurunan terbanyak ditunjukkan oleh pencucian menggunakan OMBW 1 ppm sejumlah 0,9 log CFU/mL, diikuti oleh OMBW 2 ppm sejumlah 0,7 log CFU/mL dan penurunan *Salmonella* terendah ditunjukkan pada pencucian daging ayam mentah menggunakan air steri, yaitu sejumlah 0,4 log CFU/mL. Hasil pengujian statistika pada pencucian daging ayam mentah menggunakan OMBW 1 dan 2 ppm tidak menunjukkan penurunan *Salmonella* berbeda signifikan ($P > 0,05$). Diduga waktu paruh kelarutan ozon dalam air yang singkat pada suhu ruang menyebabkan tidak ada perbedaan hasil yang signifikan pada kedua konsentrasi tersebut (Goncalves, 2009). Selain itu, daging ayam mentah yang mengandung banyak senyawa organik menyebabkan efektifitas ozon sebagai penyanitasi juga tidak maksimal. Keberadaan senyawa organik akan menghambat kontak antara senyawa ozon dan sel bakteri sehingga kesempatan ozon untuk mengoksidasi dinding sel bakteri juga menurun, akibatnya proses sanitasi tidak berjalan efisien (Kim *et al*, 1999).

Tabel. 1 Perubahan jumlah *Salmonella* setelah pencucian

Larutan pencuci	Jumlah awal (log CFU/mL)	Jumlah setelah pencucian (log CFU/mL)	Penurunan <i>Salmonella</i> (log CFU/mL)
Air steril (kontrol)	5,16	4,74	0,41±0,25 ^a
OMBW 1 PPM	5,08	4,22	0,86±0,18^b
OMBW 2 PPM	5,08	4,36	0,72±0,07 ^b

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rata-rata ±SD, n = 4. Nilai pada kolom yang sama yang diikuti oleh superskrip yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% ($P > 0,05$) pada uji selang berganda Duncan

Pencucian daging ayam mentah dengan menggunakan OMBW menunjukkan penurunan *Salmonella* yang berbeda signifikan ($P < 0,05$) jika dibandingkan dengan kontrol. Air steril tidak memiliki kemampuan menghilangkan kontaminasi mikroba secara kimiawi sehingga penurunan *Salmonella* pada pencucian daging ayam lebih disebabkan oleh mekanisme fisik. Oleh karena itu, dibutuhkan air dalam jumlah yang lebih banyak dan waktu pencucian yang lebih lama untuk dapat menurunkan jumlah cemaran yang lebih banyak. Untuk efisiensi waktu dan air, dapat digunakan senyawa penyanitasi berupa OMBW yang aman bagi produk pangan dan dapat bekerja efektif pada konsentrasi yang rendah.

AOAC (2009) dalam *Official Detergent Sanitizer Test Guidance* menyatakan standar sanitasi untuk menurunkan kontaminasi pada permukaan bahan pangan yang umum diterima adalah 5 log reduksi (99,9999%) dalam 30 detik. Dari hasil penelitian ini, OMBW 1 dan 2 ppm

hanya dapat menurunkan cemaran *Salmonella* di daging ayam mentah sebanyak <1 log. Namun, secara alami kontaminasi pada bahan pangan umumnya jauh lebih rendah dibandingkan konsentrasi kontaminan buatan yang digunakan pada penelitian ini, sehingga diharapkan dengan penggunaan OMBW pada konsentrasi 1 dan 2 ppm serta dikombinasikan dengan penanganan atau pengolahan lain dapat menurunkan jumlah cemaran *Salmonella* ke level aman.

Pengaruh Ozone Micro-Bubble Water (OMBW) Terhadap *Salmonella* spp. di Daging Ayam Mentah Selama Penyimpanan

U.S Food and Drugs Administration (2023) merekomendasikan penyimpanan daging mentah dilakukan pada suhu di $<4^{\circ}$ C atau dibekukan pada suhu $<-18^{\circ}$ C untuk mencegah pertumbuhan patogen ke level yang dapat menyebabkan sakit jika dikonsumsi. Namun, pada prakteknya di pasar-pasar tradisional terutama di negara-negara Asia Tenggara, penjualan daging ayam masih dibiarkan pada kondisi suhu menyimpang, yaitu pada suhu ruang. Proses pencucian ditujukan untuk mengurangi jumlah cemaran awal semaksimal mungkin sehingga selama penyimpanan tidak terjadi pertumbuhan yang signifikan. Perubahan jumlah *Salmonella* di daging ayam mentah yang disimpan pada suhu rekomendasi dan suhu menyimpang setelah pencucian menggunakan OMBW 1 dan 2 ppm dan air steril dapat dilihat pada Tabel. 2

Tabel 2. Perubahan jumlah *Salmonella* di daging ayam mentah selama penyimpanan pada suhu rekomendasi dan suhu menyimpang setelah pencucian menggunakan OMBW dan air steril

Kondisi Penyimpanan	Perubahan jumlah <i>Salmonella</i> (log CFU/mL) selama penyimpanan daging ayam mentah setelah pencucian menggunakan:		
	Air steril (kontrol)	OMBW 1 ppm	OMBW 2 ppm
Suhu 4° C; 24 Jam	$0,02 \pm 0,24^{aA}$	$-0,16 \pm 0,33^{aA}$	$-0,17 \pm 0,61^{aA}$
Suhu 10° C; 4 Jam	$-0,03 \pm 0,41^{aA}$	$0,18 \pm 0,35^{aA}$	$-0,13 \pm 0,18^{aA}$
Suhu 10° C; 6 Jam	$0,02 \pm 0,36^{aA}$	$0,21 \pm 0,32^{aA}$	$-0,08 \pm 0,15^{aA}$
Suhu 10° C 8 Jam	$0,08 \pm 0,42^{aA}$	$0,18 \pm 0,41^{aA}$	$-0,11 \pm 0,06^{aA}$
Suhu 30° C 2 Jam	$0,12 \pm 0,43^{aA}$	$0,24 \pm 0,48^{aA}$	$0,05 \pm 0,03^{aA}$

Keterangan: Nilai disajikan sebagai rata-rata \pm SD, n = 4. Nilai pada kolom yang sama yang diikuti oleh superskrip huruf kecil yang sama dan nilai pada baris yang sama yang diikuti oleh superskrip huruf kapital yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% ($P > 0,05$) pada uji selang berganda Duncan. Nilai perubahan dibandingkan dengan kondisi awal sebelum penyimpanan (setelah pencucian)

Hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan terjadi penurunan jumlah *Salmonella* di daging ayam mentah yang telah dicuci menggunakan OMBW 1 dan 2 ppm pada suhu 4° C (suhu yang direkomendasikan) selama 24 jam sebanyak $\pm 0,17$ log CFU/mL. Kondisi ini disebabkan oleh lingkungan penyimpanan pada suhu rendah yang menyebabkan aktivitas metabolisme terhambat sehingga pertumbuhan sel juga terhambat. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ingham *et al.*(2007) yang menunjukkan terjadi penurunan *Salmonella* sebanyak 0,2 log CFU/potong di karkas ayam yang disimpan pada suhu 5° C selama 24 jam. Di sisi lain, pada daging ayam yang sebelumnya dicuci menggunakan air steril kemudian disimpan pada suhu 4° C selama 24 jam, jumlah *Salmonella* tidak mengalami perubahan yang signifikan ($P > 0,05$) dari kondisi awal sehingga jumlahnya cenderung stabil.

Jumlah *Salmonella* pada sampel daging ayam yang dilanjutkan penyimpanannya pada suhu menyimpang sedang (*mediate temperature abuse*) yaitu suhu 10° C selama 4, 6 dan 8 jam menunjukkan peningkatan sebanyak 0,02-0,18 log CFU/mL, terutama pada sampel daging yang dicuci menggunakan air steril dan OMBW 1 ppm. Sedangkan pada sampel daging ayam yang dicuci menggunakan OMBW 2 ppm, terjadi penurunan *Salmonella* sebanyak 0,08-0,13 log CFU/mL selama penyimpanan pada suhu 10° C selama 4, 6 dan 8 jam. Namun, uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan perubahan jumlah *Salmonella* yang signifikan ($P > 0,05$) pada ketiga sampel dengan perlakuan pencucian yang berbeda tersebut sehingga perubahannya cenderung sama. Kondisi ini dapat terjadi karena senyawa penyanitasi hanya mengurangi jumlah kontaminan awal pada saat pencucian, namun selama penyimpanan dapat terjadi pertumbuhan mikroba karena pengaruh senyawa penyanitasi telah hilang (Allende *et al.*, 2008). Pengujian kadar ozon yang dilakukan pada penelitian ini tidak mendeteksi adanya ozon pada sampel daging ayam setelah penyimpanan selama 24 jam pada suhu 4° C (data tidak ditampilkan). Diduga jumlah *Salmonella* yang cenderung konstan lebih disebabkan oleh efek suhu rendah yang memperlambat metabolisme sel dan bukan akibat efek ozon sebagai penyanitasi.

Jumlah *Salmonella* pada semua sampel daging ayam yang dilanjutkan penyimpanannya pada suhu penyimpanan ekstrim (*extreme temperature abuse*), 30° C, selama 2 jam mengalami peningkatan sebanyak 0,05-0,24 log CFU/mL dari jumlah awal sebelum penyimpanan. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan perubahan jumlah *Salmonella* yang signifikan ($P > 0,05$) pada ketiga sampel dengan perlakuan pencucian yang berbeda sebelum penyimpanan tersebut. Hal ini terjadi karena absennya senyawa penyanitasi selama penyimpanan dan kondisi

suhu lingkungan yang mendukung metabolisme sel sehingga pertumbuhan *Salmonella* dapat terlihat di semua sampel pada akhir masa penyimpanan.

SIMPULAN

Pencucian daging ayam mentah menggunakan *ozone micro-bubble water* (OMBW) 1 ppm paling efektif untuk menghilangkan kontaminasi *Salmonella* dibandingkan dengan pencucian menggunakan OMBW 2 ppm atau air steril. OMBW sebagai senyawa penyanitasi tidak mempengaruhi pertumbuhan *Salmonella* di daging ayam selama penyimpanan pada suhu yang dianjurkan maupun pada suhu menyimpang sehingga pada akhir penyimpanan terjadi pertumbuhan sel. Cara terbaik untuk mencegah pertumbuhan patogen selama penyimpanan pada suhu menyimpang agar tidak mencapai level yang berbahaya adalah dengan mengurangi jumlah kontaminasi awal melalui pencucian menggunakan senyawa penyanitasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada *Dept. of Food Science and Technology Faculty of Agro-Industry Kasetsart University* dan *Master of Science in Food Security and Climate Change (MS-FCC) Programme*.

DAFTAR PUSTAKA

- Allende, A., Gonzales, R., McEvoy, J., Luo, Y., (2008). Assessment of sodium hypochlorite and acidified sodium chlorite as antimicrobial agents to inhibit growth of *Escherichia coli* O157:H7 and natural microflora on shredded carrots. *International Journal of Vegetable Science*. 13(3):51–63. DOI: 10.1300/J512v13n03-05
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2009. Sanitizers and disinfectants the chemicals of prevention. <https://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/augustseptember-2011/sanitizers-and-disinfectants-the-chemicals-of-prevention/#reference>. [5 Februari 2023]
- Chujedton, A., Aoyagi, H., Uthaibutra, J., *et al.*, (2017). Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 by treatment with different temperatures of micro-bubbles ozone containing water. *International Food Research Journal*. 24(3): 1006-1010
- Gonçalves, A A., (2009). Ozone - an emerging technology for the seafood industry. *Brazilian Archives of Biology and Technology International Journal.*, 52(6), 1527
- Ingham, S., Losinski, J., Becker, K., & Buege, D., (2007). Growth of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* serovars on raw beef, pork, chicken, bratwurst, and cured corned beef: implications for HACCP plan critical limits. University Of Wisconsin. Madison.

- Kusumaningrum, H.D., Suliantari, & Dewanti-Hariyadi, R., (2012). Multidrug resistance among different serotypes of *Salmonella* isolates from fresh products in Indonesia. *Inter Food Research J.*, 19(1), 57–63.
- Nalle, R.P.I., Nuraida, L., Mahakarnchanakul, W., & Dewanti-Hariyadi, R., (2021). Effect of sanitizers and *Lactobacillus rhamnosus* R23 on the growth of *Salmonella* spp. in raw chicken fillets during temperature abuse storage. *Food research.* 5(5): 250-258. DOI: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(5\).029](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(5).029)
- Nalle, R. P. I., & Tandil Rubak, Y., (2022). Buku Ajar Mikrobiologi Pangan. Media Sains Indonesia, Bandung – Jawa Barat.
- Oscar, T.P. 2009. Predictive model for survival and growth of *Salmonella* Typhimurium dt104 on chicken skin during temperature abuse. *Journal of Food Protection.*, 72(2), 304–314.
- Phaephiphat, A., & Warapa, M., (2018). Surface decontamination of *Salmonella* Typhimurium and *Escherichia coli* on sweet basil by ozone microbubbles. *Cogent: food & agriculture*. DOI: [org/10.1080/23311932.2018.1558496](https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1558496)
- Regaldo-Pineda, I. D., Roderta-Medina, R., Resendiz-Nava, C., *et al.*, (2020). Three year longitudinal study: prevalence of *Salmonella* Enterica in chicken meat is higher in Supermarkets than wet markets from Mexico. *Foods Journal.* 9 (3) : 264. DOI: 10.3390/foods9030264
- Tirawat, D., Petsong, K., Sangsorn, S., (2014). The effect of ozonated water, micro-bubble water, and ozone microbubble water on *E.coli* and *S. Typhimurium* decontamination of fresh produce. *The 16th Food Innovation ASIAN Conference 2014*. Bangkok, Thailand.
- U.S *Food and Drugs Administration.*, (2023). Are you storing food safely?. <https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/are-you-storing-food-safely>. [6 MARET 2023]