

**APLIKASI VINEGAR SEBAGAI BIOPRESERVATIVE UNTUK MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN *Salmonella typhimurium* PADA DAGING AYAM SEGAR**

**APPLICATION OF VINEGAR AS BIOPRESERVATIVE TO INHIBIT *Salmonella typhimurium*
IN FRESH CHICKEN MEAT**

Juniawati*, Miskiyah, dan Widaningrum

Balai Besar Pascapanen Pertanian, Cimanggu, Bogor, 16114

Submitted: 5 October 2016, Accepted: 13 March 2017

INTISARI

Penggunaan pengawet alami menjadi pilihan alternatif ditengah kekhawatiran konsumen akan maraknya pengawet kimia dalam produk pangan termasuk daging segar. Asam asetat merupakan salah satu pengawet karena kemampuannya menghambat pertumbuhan mikroba, namun bau dan rasa yang kuat dari asam asetat sintetis membatasi penggunaannya dalam produk pangan. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan asam asetat dari kulit pisang (vinegar kulit pisang) dan air kelapa (vinegar air kelapa) dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella typhimurium* pada daging segar. Penelitian dilakukan pada dua suhu penyimpanan yaitu suhu ruang dan suhu 5-7°C dimana pada masing-masing suhu didesain menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan jenis asam (vinegar kulit pisang, vinegar air kelapa, asam asetat komersial dan asam laktat komersial) dan diulang sebanyak tiga kali. Sebanyak 75 g sampel yang telah diberi perlakuan perendaman asam kemudian diinokulasi *Salmonella*, dibiarkan 20 menit, dikemas dan disimpan di suhu ruang dan suhu dingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa vinegar kulit pisang paling efektif untuk menghambat pertumbuhan *Salmonella* pada daging ayam dibandingkan dengan vinegar air kelapa, asam asetat komersial dan asam laktat komersial selama 24 jam penyimpanan di suhu ruang. Pada penyimpanan suhu 5-7°C, vinegar air kelapa paling efektif untuk menghambat pertumbuhan *Salmonella* pada daging ayam dengan laju pertumbuhan terendah pada setiap rentang waktu penyimpanan.

(Kata kunci: Asam asetat, Daging segar, *Salmonella*, Vinegar)

ABSTRACT

*Using natural preservative is a choice amid fears consumers to use a chemical preservative in food products including fresh meat. Acetic acid can be used as a preservative because of its ability to inhibit the growth of microbes. However, a strong smell and taste of the synthetic acetic acid limit its use in food products. This research aims to determine the ability of acetic acid from banana peel vinegar and coconut water vinegar to inhibit the growth of *Salmonella typhimurium* in fresh meat. The study was conducted at two storage temperature are room temperature and temperature of 5-7°C where at each temperature is designed using completely randomized design with acid treatments (vinegar banana peel vinegar, coconut water vinegar, acetic acid and lactic acid commercial) and repeated in triplicates. Sample 75 g that has been treated with acid soaking, inoculated with *Salmonella*, allowed until 20 minutes, packed and put at room temperature and refrigerated temperature. The result showed that banana peel vinegar is the most effective for reducing *Salmonella typhimurium* than coconut water vinegar, commercial acetic acid, and commercial lactic acid up to 24 hours at room temperature. Coconut water vinegar is the most effective for reducing *Salmonella typhimurium* up to 12 days of storage at temperature 5-7°C.*

(Keywords: Acetic acid, Fresh meat, *Salmonella*, Vinegar)

* Korespondensi (corresponding author):
Telp. +62 821 1099 1771
E-mail: junia.sahib@gmail.com

Pendahuluan

Daging merupakan salah satu bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan secara mikrobiologis. Kandungan gizi yang lengkap, pH yang mendekati netral (5,5-6,5) dan kandungan aw yang tinggi (0,98-0,99) pada daging menjadi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme pembusuk seperti *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Lactobacillus*, *Brochothrix thermosphacta* (Kotula dan Kotula, 2000) dan mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus cereus*. Daging mempunyai masa simpan yang singkat, sekitar 1 hari atau kurang pada suhu ruang (15-30°C); dan beberapa hari pada suhu refrigerasi (0-10°C) (Dickson dan Anderson, 1992).

Salmonella erat kaitannya dengan unggas dan daging walaupun daging ayam lebih rentan terkontaminasi dibandingkan dengan daging sapi (Syarifah dan Novarieta, 2015). Pencemaran *Salmonella* pada daging ayam dapat terjadi selama proses pemotongan dan pengemasan karkas (Mani-Lopez et al., 2012), lingkungan pemotongan yang tercemar (Hulankova dan Borilova, 2011), pencemaran saat proses penjualan setelah kurun waktu 6-7 jam daging dijajakan (Aftab et al., 2012). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia Nomor 7388 Tahun 2009 tentang Batas Maksimum Cemar Mikroba dalam Pangan, pemeriksaan *Salmonella* dalam daging ayam segar, beku (karkas dan tanpa tulang), dan cincang harus negatif per 25 gram sampel (Badan Standardisasi Nasional, 2009). Jumlah *Salmonella* pada kisaran 10^5 - 10^6 sel bakteri dalam makanan telah dapat menyebabkan infeksi jika dikonsumsi oleh manusia (Lawley et al., 2008).

Kasus keracunan pangan akibat *Salmonella* (*Salmonellosis*) tidak tercatat di Indonesia karena hal tersebut tidak menjadi kasus yang wajib dilaporkan oleh Departemen Kesehatan. Di negara Amerika, Australia dan Canada, *Salmonellosis* merupakan kasus yang wajib dilaporkan. Data terkini menunjukkan di Amerika Serikat terdapat 5 serotipe *Salmonella* yang umumnya menginfeksi manusia yaitu *S. typhimurium* (19%), *S. enteridis* (14%), *S. newport* (9%), *S. heidelberg* (6%), dan *S. javiana* (5%) dimana *S. typhi* merupakan

patogen yang paling kuat dan dapat menyebabkan demam (Braden, 2006).

Beberapa teknologi telah dikembangkan dan diaplikasikan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen termasuk *Salmonella*, baik dengan perlakuan fisik (proses pemanasan), perlakuan kimia (pencucian dengan klorin, asam parasetat, dan H₂O₂), perlakuan mikrobiologis (bakteri asam laktat), maupun dengan penambahan senyawa antimikroba (rempah-rempah, asam organik). Penggunaan bahan kimia sebagai bahan pengawet membuat kekhawatiran sebagian masyarakat sehingga penggunaan senyawa antimikroba alami menjadi alternatif yang dapat diperhitungkan. Asam organik yang dapat digunakan sebagai antimikroba antara lain asam laktat, asam asetat, asam sitrat (Jamilah et al., 2008). Asam organik yang banyak digunakan untuk dekontaminasi karkas adalah asam asetat, asam laktat, asam sitrat dengan kisaran konsentrasi 1%-5% (USDA, 2013).

Pencucian dan perendaman dengan menggunakan asam organik dapat menurunkan jumlah bakteri patogen telah dilaporkan pada beberapa hasil penelitian. Nurliana et al. (2015) melaporkan bahwa penggunaan asam asetat 3%, asam sitrat 3% dan kombinasi keduanya dapat menurunkan jumlah bakteri *E. coli* pada karkas ayam pedaging. Asam asetat juga dapat menurunkan *S. typhimurium* sekitar 0,73 log CFU/m² pada jaringan permukaan karkas (Bell et al., 1986). Asam asetat juga efektif untuk mendekontaminasi daging dan produk olahannya (sapi, babi dan unggas) (Mani-Lopez et al., 2012).

Selain asam asetat sintetis, penggunaan asam asetat alami yang dihasilkan dari limbah pertanian (vinegar) juga memiliki kemampuan untuk menghambat mikroba pada daging. Vinegar merupakan suatu produk yang dihasilkan dari fermentasi bahan yang mengandung gula atau pati menjadi alkohol, yang kemudian difermentasi lebih lanjut menjadi *vinegar* yang mempunyai kandungan asam asetat minimal 4 g/100 ml (Kwartiningsih dan Mulyati, 2005). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Widaningrum et al. (2015), menunjukkan bahwa vinegar air kelapa dan vinegar kulit pisang mampu menurunkan pertumbuhan *Listeria monocytogenes* pada daging ayam sebesar 3-4 log CFU/g. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui

pengaruh aplikasi vinegar dari kulit pisang dan air kelapa pada penghambatan pertumbuhan mikroba patogen *Salmonella* pada daging ayam.

Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan adalah daging ayam, kulit pisang, air kelapa, gula, amonium sulfat, amonium fosfat, *Saccharomyces cerevisiae*, *Acetobacter aceti*, isolat bakteri *Salmonella thypimurium*, asam asetat komersial, asam laktat komersial. Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain pisau, *ice box*, tabung reaksi, cawan petri, alat penghitung koloni, berbagai volume dari gelas ukur, erlenmeyer, dan pipet, sentrifus, inkubator, penggaris, termometer, pH meter, blender, timbangan analitik, *sealer*, lemari sampel, dan lemari pendingin.

Metode

Produksi vinegar. Proses produksi vinegar kulit pisang dan air kelapa merupakan metode modifikasi dari penelitian yang dilakukan oleh Kwartiningsih dan Mulyati (2005). Kulit pisang angka diiris, dicuci, ditambah air (1:1,5) kemudian direbus hingga lunak. Setelah lunak, ditambahkan enzim alfaamilase 1 ml/L dan di blender lalu disaring. Filtrat yang diperoleh dipanaskan hingga suhu 60°C dan ditambah enzim glukoaamilase 1 ml/L, gula pasir 200 g/L, amonium sulfat 0.33 g/L, amonium fosfat 0.05 g/L. Setelah dingin, larutan dimasukkan dalam botol steril, ditambahkan 15 % *Saccharomyces cerevisiae* dan botol ditutup rapat (fermentasi anaerob). Setelah 4 hari fermentasi, ditambahkan 10% bakteri *Acetobacter aceti*. Fermentasi dihentikan apabila kadar asam asetat telah tercapai.

Produksi vinegar air kelapa dilakukan dengan prosedur yang sama dengan vinegar kulit pisang namun tidak ada penambahan enzim. Air kelapa dipanaskan hingga suhu 60°C, kemudian ditambah gula pasir 200 g/L, amonium sulfat 0,33 g/L, dan amonium fosfat 0,05 g/L. Setelah dingin, larutan dimasukkan dalam botol steril, ditambahkan 15% *Saccharomyces cerevisiae* dan botol ditutup rapat (fermentasi anaerob). Setelah 4 hari fermentasi, ditambahkan 10% bakteri *Acetobacter aceti*. Fermentasi dihentikan apabila kadar asam asetat telah tercapai.

Deteksi asam organik vinegar.

Deteksi asam organik yang terdapat dalam vinegar kulit pisang dan air kelapa dilakukan dengan menggunakan metode *SPME-Gas Chromatography (GC)*, dengan gradien suhu 65°C selama 30 menit.

Penyiapan bakteri uji. Bakteri uji yang akan digunakan adalah bakteri patogen *Salmonella typhimurium*. Isolat bakteri *Salmonella* diinokulasikan dalam pepton water (0,1%) dan konsentrasi sel disesuaikan sekitar 10² CFU/ml (Goncalves *et al.*, 2005).

Pengujian daya hambat bakteri.

Pengujian daya hambat asam asetat dari vinegar kulit pisang, vinegar air kelapa, asam asetat komersial dan asam laktat komersial terhadap bakteri uji dilakukan melalui pengukuran konsentrasi hambat minimal (KHM). Konsentrasi hambat minimal ditentukan dengan metode *tube dilution test* berdasarkan terjadinya penurunan turbidansi suspensi sel pada $\lambda=600$ nm (Rodriguez-Tudela *et al.*, 2003).

Aplikasi vinegar pada daging ayam.

Daging ayam segar dibersihkan dan diambil bagian daging dada, dipotong @ 75 gram. Secara acak sampel dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan/larutan perendam (*vinegar* dari kulit pisang, *vinegar* dari air kelapa, asam asetat organik, asam laktat organik) dan direndam selama 1 menit (daging ayam : larutan perendam = 1:1,25 w/v). Sampel selanjutnya diinokulasi dengan bakteri uji *Salmonella* pada permukaan karkas (Dorsa *et al.*, 1996). Sampel dibiarkan selama 20 menit untuk proses absorpsi bakteri uji ke dalam karkas. Karkas ayam yang dicelup dalam air dan diinokulasi dengan bakteri uji digunakan sebagai kontrol. Sampel kemudian dikemas dengan kantung plastik PE steril. Semua sampel dikemas dan disimpan pada suhu dingin (5-7°C) dan suhu ruang (25°C). Pengamatan mikrobiologi (jumlah bakteri *Salmonella* yang terdapat pada daging) dilakukan pada pada hari ke- 0, 3, 6, 9, dan 12 pada penyimpanan suhu dingin, dan pada jam ke- 0, 6, 12, 18, 24 jam pada penyimpanan suhu ruang.

Rancangan percobaan dan analisis data

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap, dengan tiga ulangan. Data hasil analisis diolah dengan menggunakan SAS 9.1. Jika hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan Uji Duncan.

Hasil dan Pembahasan

Daya hambat bakteri

Aktifitas antimikroba dapat teramati dari konsentrasi hambat minimal (KHM) yang disajikan pada Tabel 1. Konsentrasi Hambat Minimal adalah konsentrasi terendah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri setelah diinkubasi 24 jam dan tidak tumbuh koloni bakteri yang diketahui dengan cara mengamati kekeruhan pada media agar dengan menggunakan metode dilusi (Vipra et al., 2013).

Perendaman daging sapi dalam larutan asam asetat 1,2% selama 10 detik dan disimpan pada suhu 50°C selama 20 hari dapat menurunkan *Salmonella typhimurium* 73,3% (Bell et al., 1986). Leesmith (2005) juga melaporkan bahwa penggunaan asam asetat 1% dapat menghambat pertumbuhan *Bacillus spp.*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, dan *S. aureus*. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Andriani et al. (2007) menunjukkan bahwa konsentrasi hambat minimal untuk asam asetat dan asam laktat pada konsentrasi 0,35%. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa pada konsentrasi 4% cuka air kelapa dapat menghambat pertumbuhan *Salmonella* dan *S. aureus* (Hanifah, 2013).

Pada penelitian ini, pengujian daya hambat dilakukan dengan menggunakan 4 konsentrasi pada masing-masing perlakuan, yaitu 0,5%, 1%, 2% dan 4%. Semakin tinggi konsentrasi asam dalam larutan perendam maka semakin rendah pH larutan. Penurunan pH larutan dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Kondisi yang sangat asam mengakibatkan kerusakan membran sel dan komponen intraseluler keluar sehingga menyebabkan kematian (Hutkins dan Nannen, 1993). Asam asetat yang berasal dari vinegar air kelapa, vinegar kulit pisang memiliki konsentrasi hambat minimal yang sama dengan asam asetat komersial yaitu 1%, sedangkan untuk asam laktat yaitu 2%. Konsentrasi hambat minimal juga berkaitan dengan nilai pKa yang merupakan persentase molekul asam organik yang tidak terdisosiasi. Kondisi derajat asam yang rendah serta banyaknya persentase molekul asam organik yang tidak terdisosiasi akan meningkatkan kemampuan sebagai antimikroba (Goncalves et al., 2005). Asam asetat memiliki nilai pKa 4,8 sedangkan asam laktat memiliki nilai pKa 3,97 (Dorsa et

al., 1998) sehingga asam asetat memiliki daya hambat yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam laktat. Asam asetat merupakan antimikroba terbaik untuk menghambat pertumbuhan *Salmonella typhimurium* : Asetat >Laktat > Sitrat >Hidroklorat (Mani-Lopez et al., 2012).

Aplikasi vinegar sebagai dekontaminan pada daging segar

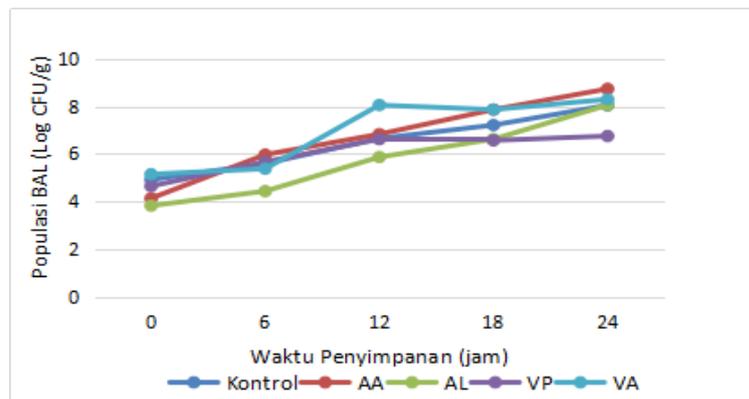
Aplikasi vinegar sebagai dekontaminan pada daging segar diamati pada suhu ruang dan suhu dingin. Pada penyimpanan suhu ruang, pengamatan dilakukan selama 24 jam, sedangkan pada penyimpanan suhu dingin pengamatan dilakukan selama 12 hari. Pada umumnya, daging ayam dapat bertahan selama 6 hari pada penyimpanan suhu refrigerator. Pada suhu ruang, daging ayam tidak dapat disimpan lebih dari 4 jam. Penelitian yang dilakukan oleh Puspitasari et al. (2015) menyatakan bahwa daging ayam yang telah direndam dalam larutan rimpang lempuyang gajah, pada jam ke-12 sudah menunjukkan tanda-tanda kebusukan.

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu penyimpanan maka jumlah *Salmonella* pada daging ayam semakin meningkat baik pada kontrol maupun pada daging ayam yang direndam dalam larutan asam. Pada penyimpanan di suhu ruang, selama 24 jam, vinegar kulit pisang memiliki kemampuan penghambatan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya, terlihat dari peningkatan jumlah *Salmonella* yang paling rendah yaitu 43% atau sebesar 2,1 log CFU/g. Peningkatan jumlah *Salmonella* pada kontrol 63% (3,12 log CFU/g), perlakuan asam asetat komersial 110% (4,59 log CFU/g), perlakuan asam laktat komersial 110% (4,22 log CFU/g), perlakuan vinegar air kelapa 60% (3,14 log CFU/g).

Berbeda dengan suhu ruang, pada penyimpanan suhu dingin selama 12 hari, pertumbuhan *Salmonella* lebih terhambat bahkan pada perlakuan vinegar air kelapa jumlah *Salmonella* berkurang 4,8% (0,25 log CFU/g). Penyimpanan suhu rendah merupakan keadaan dan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan *Salmonella* (Vergiyana et al., 2014). Karkas yang tidak diberi perlakuan (kontrol) memiliki peningkatan jumlah *Salmonella* tertinggi yaitu 50% (meningkat 2,49 log CFU/g), perlakuan

Tabel 1. Konsentrasi hambat minimal asam organik dan vinegar
 (minimal inhibitory concentration of organic acid and vinegar)

Bahan dekontaminan (decontaminant)	Konsentrasi asam asetat (%) (acetic acid concentration (%))	<i>S. typhimurium</i>
Vinegar air kelapa (coconut water vinegar)	4	-
	2	-
	1	-
	0,5	+
	4	-
Vinegar kulit pisang (banana peel vinegar)	4	-
	2	-
	1	-
	0,5	+
	4	-
Asam asetat komersial (comercial organic acetic acid)	4	-
	2	-
	1	-
	0,5	+
	4	-
Asam laktat komersial (comercial organic lactic acid)	4	-
	2	-
	1	+
	0,5	+
	4	-



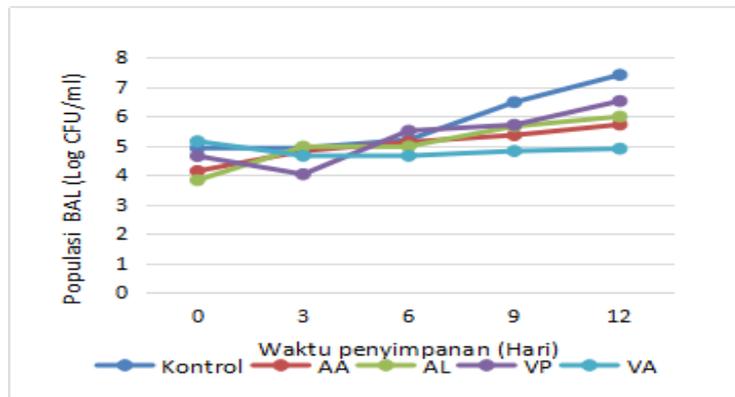
Gambar 1. Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan *Salmonella typhimurium* pada daging ayam segar yang disimpan di suhu ruang
 (effect of treatment on *Salmonella typhimurium* growth on fresh chicken meat at room temperature).

asam asetat komersial 38% (meningkat 1,58 log CFU/g), vinegar kulit pisang 40% (meningkat 1,87 log CFU/g), perlakuan asam laktat komersial 56% (meningkat 2,16 log CFU/g).

Pada penyimpanan suhu ruang, penggunaan asam asetat komersial 1% dan asam laktat 2% belum dapat menghambat pertumbuhan *Salmonella* selama 24 jam. Penggunaan asam asetat 1% dan asam laktat 2% menghasilkan kisaran pH 5-6, sehingga konsentrasi asam asetat dan asam laktat yang digunakan dalam larutan perendam harus ditingkatkan untuk menghasilkan pH yang lebih rendah. Pada pH rendah, pertumbuhan *Salmonella* dapat dihambat. Hasil penelitian Burin *et al.* (2014) menyatakan bahwa *Salmonella* dapat beradaptasi dengan asam organik pada pH

5-6, ketika pH rendah < 4, *Salmonella* tidak mempunyai kemampuan untuk mempertahankan diri setelah 6-24 jam. Penyemprotan asam organik pada karkas menghasilkan pH 3.3 -5.8 tergantung jenis asamnya, konsentrasi asam dan lama waktu penyemprotan (Alvarez-Ordóñez *et al.*, 2009).

Pada konsentrasi yang sama dengan asam asetat, vinegar kulit pisang dan vinegar air kelapa mampu menghambat pertumbuhan *Salmonella* selama 24 jam penyimpanan di suhu ruang. Aktivitas bakteriostatik dan bakterisidal dari vinegar mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen di antaranya *E.coli* (Zasshi *et al.*, 1997) dan *Salmonella*. Aktivitas bakterisidal vinegar tergantung dari fase pertumbuhan bakteri. Pada fase logaritmik, *Salmonella* cukup



Gambar 2. Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan *Salmonella typhimurium* pada suhu dingin (effect of treatment on *Salmonella typhimurium* growth on fresh chicken meat at cold temperature).

sensitif terhadap vinegar dibandingkan pada fase stasioner. Hal ini yang kemudian menyebabkan vinegar sudah mampu menghambat pertumbuhan *Salmonella* pada awal penyimpanan.

Laju pertumbuhan bakteri *Salmonella* pada daging ayam segar selama penyimpanan di suhu ruang dan suhu dingin disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Berdasarkan hasil analisa statistik, perlakuan perendaman berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap laju pertumbuhan *Salmonella* pada setiap rentang waktu penyimpanan di suhu ruang.

Pada 6 jam pertama penyimpanan di suhu ruang, *Salmonella* pada daging ayam dengan perlakuan asam asetat komersial menunjukkan laju pertumbuhan yang paling tinggi yaitu 1.83 log CFU/g. Pada 6 jam penyimpanan berikutnya, laju pertumbuhannya menurun menjadi 0.86 log CFU/g namun meningkat kembali menjadi 1.03 log CFU/g setelah disimpan selama 18 jam dan menurun kembali menjadi 0.87 log

CFU/g setelah disimpan selama 24 jam.

Perlakuan asam laktat komersial memiliki pola laju pertumbuhan *Salmonella* yang berlawanan dengan asam asetat komersial. Pada 6 jam pertama penyimpanan di suhu ruang, laju pertumbuhan *Salmonella* pada daging ayam segar dengan perlakuan asam laktat komersial menunjukkan laju pertumbuhan yang paling rendah yaitu 0.61 log CFU/g. Pada 6 jam penyimpanan berikutnya, laju pertumbuhannya meningkat menjadi 1.43 log CFU/g namun menurun kembali menjadi 0.75 log CFU/g setelah disimpan selama 18 jam dan meningkat kembali menjadi 1.43 log CFU/g setelah disimpan selama 24 jam.

Pada 6 jam pertama penyimpanan di suhu ruang, vinegar kulit pisang memiliki kemampuan yang sama dengan asam laktat komersial dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella* pada daging ayam segar dengan laju pertumbuhan 1.02 log CFU/g, Pada 6 jam penyimpanan berikutnya, laju pertumbuhan *Salmonella* meningkat menjadi

Tabel 2. Laju pertumbuhan bakteri *Salmonella typhimurium* pada daging ayam segar dengan perlakuan perendaman dalam asam organik dan vinegar selama penyimpanan pada suhu ruang (growth rates of *Salmonella typhimurium* on fresh chicken meat with soaking treatment in organic acid and vinegar at room temperature storage)

Selang waktu pengamatan (jam) (duration of time (hour))	Laju pertumbuhan bakteri <i>Salmonella typhimurium</i> (Log CFU/g) (growth rates of <i>Salmonella typhimurium</i> (Log CFU/g))				
	Kontrol (control)	Asam asetat organik (organic acetic acid)	Asam laktat organik (organic lactic acid)	Vinegar kulit pisang (banana peel vinegar)	Vinegar air kelapa (coconut water vinegar)
0-6	0.68 ^{bc}	1.83 ^a	0.61 ^{bc}	1.02 ^b	0.23 ^c
6-12	1.05 ^b	0.86 ^c	1.43 ^a	0.73 ^d	1.36 ^a
12-18	0.56 ^d	1.03 ^b	0.75 ^c	0.17 ^e	1.12 ^a
18-24	0.83 ^b	0.87 ^b	1.43 ^a	0.18 ^d	0.43 ^c

* Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata $p < 0.05$.

Tabel 3. Laju pertumbuhan bakteri *Salmonella typhimurium* pada daging ayam segar dengan perlakuan perendaman dalam asam organik dan vinegar selama penyimpanan pada suhu dingin
 (growth rates of *Salmonella typhimurium* on fresh chicken meat with soaking treatment in organic acid and vinegar at cold temperature storage)

Selang waktu pengamatan (jam) (duration of time (day))	Laju pertumbuhan bakteri <i>Salmonella typhimurium</i> (Log CFU/g) (growth rates of <i>Salmonella typhimurium</i> (Log CFU/g))				
	Kontrol (control)	Asam asetat organik (organic acetic acid)	Asam laktat organik (organic lactic acid)	Vinegar kulit pisang (banana peel vinegar)	Vinegar air kelapa (coconut water vinegar)
0-3	0.01 ^b	0.68 ^a	1.14 ^a	-0.62 ^c	-0.49 ^c
3-6	0.27 ^b	0.31 ^b	0.0031 ^b	1.48 ^a	0 ^b
6-9	1.28 ^a	0.23 ^c	0.68 ^b	0.20 ^c	0.15 ^c
9-12	0.93 ^a	0.36 ^c	0.33 ^c	0.81 ^b	0.08 ^d

*Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata $p < 0.05$.

0.73 log CFU/g, Namun dalam rentang waktu 12-18 jam penyimpanan, laju pertumbuhan *Salmonella* menurun menjadi 0.17 log CFU/g dan setelah 24 jam penyimpanan laju pertumbuhannya menjadi 0.18 log CFU/g.

Pada 6 jam pertama penyimpanan di suhu ruang, perlakuan vinegar air kelapa memiliki laju pertumbuhan *Salmonella* 0.23 log CFU/g. Pada 6 jam penyimpanan berikutnya, laju pertumbuhan *Salmonella* meningkat menjadi 1.36 log CFU/g. Laju pertumbuhan *Salmonella* menurun menjadi 1.12 log CFU/g setelah 18 jam penyimpanan dan setelah 24 jam penyimpanan laju pertumbuhannya semakin menurun menjadi 0.43 log CFU/g.

Pada suhu ruang dalam rentang waktu 6-12 jam penyimpanan, vinegar kulit pisang dan vinegar air kelapa memiliki kemampuan yang sama dengan asam laktat komersial dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella*. Namun efektifitas vinegar kulit pisang dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella* dapat bertahan hingga 24 jam terlihat pada laju pertumbuhan yang paling rendah di setiap rentang waktu penyimpanan di suhu ruang. Jumlah *Salmonella* pada daging ayam selama 24 jam penyimpanan dengan perlakuan vinegar kulit pisang sebesar 6,75 log CFU/g, perlakuan vinegar air kelapa 8,295 log CFU/g, asam laktat komersial 8,051 log CFU/g, asam asetat komersial 8,729 log CFU/g.

Senyawa antimikroba yang terdapat pada vinegar kulit pisang tidak hanya berasal asam organik namun juga berasal dari senyawa fitokimia. Asam organik utama yang terdapat pada vinegar kulit pisang dan vinegar air kelapa dapat dilihat pada Tabel 4. Asam 12-hidroksistearat yang berasal dari kulit pisang mentah maupun matang merupakan senyawa paling aktif dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif dan bakteri

gram positif (Mokbel dan Hashinaga, 2005). Ekstrak kulit pisang mengandung senyawa Estragole yang bersifat antimikroba (Waghmare dan Ankeeta, 2014).

Vinegar kulit pisang juga mengandung senyawa fenol yang bersifat antimikroba. Senyawa fenol merusak sel mikroba dengan mengubah permeabilitas membran sitoplasma, menyebabkan kebocoran bahan bahan intraseluler. Senyawa fenol yang terdapat pada vinegar antara lain gallic acid, catechin, epicatechin, chlorogenic acid, caffeic acid, p-coumaric acid (Budak et al., 2011). Komponen fenol juga dapat mendenaturasi enzim yang bertanggung jawab terhadap germinasi spora atau berpengaruh terhadap asam amino yang terlibat dalam proses germinasi.

Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa perlakuan perendaman berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan *Salmonella* pada setiap rentang waktu penyimpanan di suhu dingin. Pada rentang waktu 0-3 hari penyimpanan di suhu dingin, *Salmonella* pada daging ayam dengan perlakuan asam asetat komersial memiliki laju pertumbuhan sebesar 0.68 log CFU/g. Pada rentang waktu 3-6 hari, laju pertumbuhannya menurun menjadi 0.31 log CFU/g dan menurun kembali menjadi 0.23 log CFU/g dalam rentang waktu 6-9 hari dan kembali meningkat menjadi 0.36 log CFU/g dalam rentang waktu 9-12 hari penyimpanan.

Pada rentang waktu 0-3 hari penyimpanan di suhu dingin, *Salmonella* pada daging ayam dengan perlakuan asam laktat komersial memiliki laju pertumbuhan sebesar 1,14 log CFU/g. Pada rentang waktu 3-6 hari, laju pertumbuhannya menurun menjadi 0,0031 log CFU/g dan meningkat kembali menjadi 0,68 log CFU/g setelah disimpan 6-9 hari dan kembali

Tabel 4. Komponen asam organik dalam vinegar
(organic acid component in vinegar)

Vinegar	Komponen (<i>component</i>)
Vinegar kulit pisang (<i>banana peel vinegar</i>)	Asam propionat, etil asetat, n-propil asetat, asam asetat
Vinegar air kelapa (<i>coconut water vinegar</i>)	Asam asetat dan asam benzoat

menurun menjadi 0,33 log CFU/g dalam rentang waktu 9-12 hari penyimpanan.

Pada rentang waktu 0-3 hari penyimpanan di suhu dingin, perlakuan vinegar kulit pisang dapat menurunkan pertumbuhan *Salmonella* pada daging ayam dengan laju penurunan sebesar 0,62 log CFU/g. Pada rentang waktu 3-6 hari, jumlah *Salmonella* meningkat dengan laju pertumbuhan 1,48 log CFU/g kemudian menurun kembali menjadi 0,20 log CFU/g dalam rentang waktu 6-9 hari. Pertumbuhannya meningkat kembali menjadi 0,81 log CFU/g dalam rentang waktu 9-12 hari penyimpanan.

Pada rentang waktu 0-3 hari penyimpanan di suhu dingin, perlakuan vinegar kelapa dapat menurunkan pertumbuhan *Salmonella* pada daging ayam dengan laju penurunan sebesar 0,49 log CFU/g. Pada rentang waktu 3-6 hari, tidak terjadi pertumbuhan *Salmonella* kemudian dalam rentang waktu 6-9 hari, terjadi pertumbuhan kembali dengan laju sebesar 0,15 log CFU/g. Pada rentang waktu 9-12 hari, laju pertumbuhan menurun sebesar 0,08 log CFU/g.

Pada rentang waktu penyimpanan 0-3 hari, di suhu dingin, vinegar kulit pisang dan vinegar air kelapa memiliki kemampuan yang sama untuk menurunkan jumlah *Salmonella* dan daya hambatnya lebih tinggi dibandingkan asam asetat komersial dan asam laktat komersial. Lain halnya dengan penyimpanan suhu ruang, pada penyimpanan suhu dingin, vinegar air kelapa memiliki kemampuan yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella* terlihat dari laju pertumbuhan yang paling rendah di setiap rentang waktu penyimpanan. Jumlah *Salmonella* pada daging ayam selama 12 hari penyimpanan di suhu dingin dengan perlakuan vinegar air kelapa sebesar 4,903 log CFU/g, asam asetat komersial 5,723 log CFU/g, asam laktat komersial 5,991 log CFU/g, perlakuan vinegar kulit pisang 6,518 log CFU/g.

Efektifitas vinegar kulit pisang pada suhu ruang lebih baik dibandingkan pada suhu dingin. Hal ini diduga karena pada suhu ruang, terjadi penurunan nilai pH selama

penyimpanan sedangkan pada suhu dingin tidak terjadi perubahan pH. Pada pH yang rendah, aktifitas antimikroba dari senyawa fitokimia meningkat (Doughari, 2006) sehingga efektivitas vinegar kulit pisang sebagai pengawet berkurang pada penyimpan di suhu dingin.

Kesimpulan

Pada praktik di lapangan, umumnya pengawet banyak digunakan untuk memperpanjang umur simpan daging ayam di suhu ruang. Pada penyimpanan di suhu dingin, pengawet tidak banyak digunakan karena pada suhu tersebut pertumbuhan mikroba umumnya dapat dihambat. Pada suhu ruang, vinegar kulit pisang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella* terlihat dari jumlah *Salmonella* pada daging ayam selama 24 jam penyimpanan dengan perlakuan vinegar kulit pisang 6,75 log CFU/g, perlakuan vinegar air kelapa 8,295 log CFU/g, asam laktat komersial 8,051 log CFU/g, asam asetat komersial 8,729 log CFU/g. Pada suhu dingin, vinegar air kelapa paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella* terlihat dari jumlah *Salmonella* pada daging ayam selama 12 hari penyimpanan dengan perlakuan vinegar air kelapa sebesar 4,903 log CFU/g, asam asetat komersial 5,723 log CFU/g, asam laktat komersial 5,991 log CFU/g, perlakuan vinegar kulit pisang 6,518 log CFU/g.

Daftar Pustaka

- Aftab, M., A. Rahman, M. S. Qureshi, S. Akhter, U. Sadique, A. Sajid, and S. Zaman. 2012. Level of *Salmonella* in beef of slaughtered cattle at peshawar. *J. Anim. Plant Sci.* 22: 24-27.
- Alvarez-Ordóñez, A., A. Fernandez, A. Bernando, and M. Lopez. 2009. Comparison of acids on the induction of an acid tolerance response in *Salmonella typhimurium*, consequences for food safety. *Meat Sci.* 81 : 65-70.

- Andriani, Darmono, dan W. Kurniawati. 2007. Pengaruh asam asetat dan asam laktat sebagai antibakteri terhadap *Salmonella* sp yang diisolasi dari karkas ayam. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Braden, C. R. 2006. *Salmonella enterica* serotype Enteritidis and eggs: a national epidemic in the United States. *Clinical Infection Disease*. 43: 512-517.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan. SNI 7388:2009. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Bell, F. M., T. R. Marshall, and E. M. Anderson. 1986. Microbiological and sensory test of beef treated with acetic acid and formic acid. *J. Food Protection* 49: 207-210.
- Budak, H. N., D. K. Dogue, C. M. Savas, A. C. Seydim, T. K. Tas, I. M. Ciris, and Z. B. Guzel-Seydim. 2011. Effect of apple cider vinegar produced with different techniques on blood lipids in high cholesterol fed rats. *J. Agric. Food Chem.* 59 : 6638-6644.
- Burin, R. C. K., A. Silva Jr., and I. A. Nero. 2014. Influence of Lactic acid and acetic acid on *Salmonella* spp. Growth and expression of acid tolerance-related genes. *Food Res. Int.* 64: 726-732.
- Dickson, J. S. and M. E. Anderson. 1992. Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: A review. *J. Food Protection*. 55: 133-140.
- Dorsa, W. J., C. N. Cutter, and G. R. Siragusa. 1996. Evaluation of six sampling methods for recovery of bacteria from beef carcass surfaces. *Food Microbiol.* 22: 39-41.
- Dorsa, W. J., C. N. Cutter, and G. R. Siragusa. 1998. Bacterial profile of ground beef made from carcass tissue experimentally contaminated with pathogenic and spoilage bacteria before being washed with hot water, alkaline solution, organic acids and then stored at 4°C or 12°C. *J. Food Protection*. 6: 1109-1118.
- Doughari, J. H. 2006. Antimicrobial activity of *Tamarindus Indica* Linn. *Tropical J. Pharm. Res.* 5: 597-603.
- Goncalves, A. C., R. C. C. Almeida, M. A. O. Alves, and P. F. Almeida. 2005. Quantitative investigations on the effects of chemical treatments in reducing *Listeria monocytogenes* populations on chicken breast meat. *Food Control*. 16: 617-622.
- Hanifah, R. 2013. Pemanfaatan cuka air kelapa untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada daging sapi. Skripsi Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hulankova, R. and G. Borilova. 2011. In vitro combined effect of oregano essential oil and caprylic acid against *Salmonella sarovars*, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Acta Veteriner.* 80: 343-348.
- Hutkins, E. W. and N. L. Nannen. 1993. pH homeostasis in lactic acid bacteria. *J. Dairy Sci.* 76: 2354-2365.
- Jamilah, M. B., K. A. Abbas, and R. A. Rahman. 2008. A review on some organic acids additives as shelf life extenders of fresh beef cuts. *American J. Agric. Biol. Sci.* 3: 566-574.
- Kwartiningsih, E. dan L. N. S. Mulyati. 2005. Fermentasi sari buah nanas menjadi vinegar. *Ekuilibrium* 4: 8-12.
- Kotula, K. L. and A. W. Kotula. 2000. Microbial ecology of different types of food fresh red meats. In: *The Microbiological Safety and Quality of Food*. Lund, B. M., T. C. Baird Parker and G. W. Gould (eds.). Aspen Publishers Inc, Gathersburg, MD, pp. 359-388.
- Lawley, R., L. Cyrtis, and J. Davis. 2008. *The Food Safety Hazard Guidebook*. Cambridge: RSC Pub.
- Leesmith, J. 2005. *General Microbiology Laboratory*. Kasetsart University Publishing. 58-60.
- Mani-Lopez, E., H. S. Garcia and A. Lopez-Malo. 2012. Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products. *J. Food Res. Int.* 45: 713-72.
- Mokbel, M. S. and F. Hashinaga. 2005. Antibacterial and antioxidant activities of banana (*Musa*, AAA cv. Cavendish) fruits peel. *American J. Biochem. Biotechnol.* 1: 125-131.
- Nurliana, S. C. Yuda, F. Jamin, T. R. Ferasyil, M. Isa, dan Darmawi. 2015. Pengaruh pencelupan karkas ayam pedaging dalam larutan asam sitrat dan asam

- asetat terhadap angka lempeng total *Escherichia coli*. Jurnal Medika Veterinaria 9: 124-127.
- Puspitasari, Sudrajat, dan E. Kusumawati. 2015. Efek penghambatan infusa rimpang lempuyang gajah terhadap angka cemaran bakteri pada daging ayam segar. Jurnal Science East Borneo 3: 17-21.
- Rodriguez-Tudela, J. L., F. BArchiesi, J. Bille, E. Chryssanthou, M. Cuenca-Estrella, J. Denning, J. P. Donnelly, B. Dupont, W. Fegeler, C. Moore, M. Richardson, and R. F. Verweij. 2003. Subcommittee on antifungal susceptibility testing of the ESCMID European Committee for Antimicrobial Suspectibility Testing (EUCAST). 9(8): 1-8.
- Syarifah, I. dan E. Novarieta. 2015. Deteksi salmonella sp pada daging sapi dan ayam. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- USDA. 2013. FSIS Compliance Guideline-HACCP Systems Validation. Washington DC, USA : USDA (http://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/HACCP_systems_VALIDATION.pdf).
- Vergiyana, N., Rusman, dan Supadmo. 2014. Karakteristik mikroba dan kimia sosis ayam dengan penambahan khitosan dan angkak yang disimpan pada refrigerator. Buletin Peternakan. 38 :197-204.
- Vipra, A., S. N. Desai, R. P. Junjappa, P. Roy, N. Poonacha, P. Ravinder, B. Sriram, and S. Padmanabhan. 2013. Determining the minimum inhibitory concentration of bacteriophage: Potential advantages. Adv. Microbiology. 3: 181-190.
- Waghmare, J. S. and H. K. Ankeeta. 2014. GC-MS analysis of bioactive components from banana peel (*Musa sapientum peel*). Euro J. Experimental Biology. 4: 10-15.
- Widaningrum, Miskiyah, dan Juniawati. 2015. Efikasi cuka kullit pisang dan air kelapa sebagai penghambat *Listeria monocytogenes* pada daging ayam. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian 12: 93-104.
- Zasshi K., E. Entani, M. Asai, S. Tsujihata, Y. Tsukamoto, and M. Ohta. 1997. Antibacterial action of vinegar against food borne pathogenic bacteria including *Escherichia coli* O157:H7 Part 1. Examination of Bacteriostatic and Bactericidal Activities. 71: 443-450.