

TEKNIK DEKONTAMINASI CEMARAN BAKTERI PADA KARKAS DAN DAGING

(DECONTAMINATION TECHNIQUE FOR MEAT AND CARCASE)

Sri Raharjo*)

ABSTRACT

The exposed surface of hide, hair, feather, and skin accumulate dust, dirt, and fecal materials which is the primary source of bacterial contamination during slaughter. Meat contact surfaces and those associated with personnel, equipment and slaughtering utensils are also frequently considered to be significant sources of meat contamination. Various techniques have been proposed to decontaminate bacteria during meat and poultry processing. The ideal decontamination method should not change appearance, smell, taste or nutritional properties; leave no residues; pose no threat to the environment; cheap and convenient to use; and effectively inactivate or eliminate microorganisms. The existing publications suggest that most the decontamination methods did not affect the smell and taste of the meat or carcasses, except slight acidic taste and smell were noticeable when high concentration of organic acids were used. Transitory changes on appearance were obvious when steam or hot water dip and microwave were used to decontaminate meat and poultry. All of the decontamination method presented here had no significant effect on its nutritional value. The use of higher concentration of chemicals tend to leave objectionable residues. Although they are very effective bactericides, the use of radioactive materials and chemicals should be strictly controlled to minimize their negative effect to the environment. It seems that the use of high pressure water spray in combination with mild concentration of organic acids or ozone may become economically and environmentally acceptable alternatives for meat and poultry decontamination.

Keywords: Karkas dan daging, teknik dekontaminasi

PENDAHULUAN

Konsumen daging bukan hanya menghendaki produk yang memenuhi selera dan kebutuhannya namun juga terjamin keamanannya. Daging ataupun karkas segar mudah

mengalami kerusakan mutu akibat aktivitas bakteri pembusuk apabila tidak ditangani dengan tepat. Selain itu sangat dimungkinkan dalam penanganannya daging tersebut tercemar oleh bakteri patogen. Ini tidak bisa dihindari karena ternak selalu bersentuhan dengan lingkungan yang kotor.

Daging mentah, khususnya daging ayam, paling sering dikaitkan dengan cemaran *Salmonella* dan *Campylobacter* yang bisa menyebabkan infeksi. Untuk memperkecil cemaran bakteri pada karkas atau daging maka mulai ternak disembelih hingga sampai ke konsumen harus dilakukan dengan berbagai pencegahan. Namun upaya pencegahan tersebut di lapangan masih memiliki keterbatasan sehingga adanya sejumlah bakteri yang merusak mutu ataupun membahayakan konsumen sulit dihindari. Salah satu cara untuk mengurangi jumlah cemaran bakteri pada karkas ataupun daging adalah dengan melakukan dekontaminasi.

Metode dekontaminasi yang ideal harus memenuhi beberapa kriteria antara lain yaitu :1) tidak mempengaruhi kenampakan, bau, rasa dan nilai gizi; 2) tidak meninggalkan residu; 3) limbahnya mudah dikelola dan tidak merusak lingkungan; 4) bisa diterima konsumen dan tidak melanggar peraturan yang berlaku; 5) harga relatif murah dan mudah penggunaannya; dan 6) efektif mematikan mikrobia pembusuk dan patogen (Xiong *et al.*, 1998). Paper ini bertujuan mengevaluasi berbagai teknik dekontaminasi karkas ataupun daging yang telah diteliti dan dipublikasi.

Sumber Cemaran Mikroorganisme Pada Karkas dan Daging

Cemaran mikroorganisme yang terakumulasi pada karkas ataupun daging bisa berasal dari berbagai tahapan yang dilewati selama proses produksinya. Sebagian dari mikroorganisme tersebut berasal dari pakan dan lingkungan ketika ternak masih hidup. Ketika ternak disembelih dan dikuliti maka sebagian mikroorganisme yang semula berada di luar bisa berpindah mencemari permukaan karkas melalui kotoran, peralatan, pekerja, dan air. Meskipun sejak penyembelihan hingga dihasilkan karkas sudah dilakukan dengan benar, masih sangat dimungkinkan terjadinya kontaminasi fekal koliform (Charlebois *et al.*, 1991). Selama

*) Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada

penyimpanan dan pengangkutan karkas atau daging juga bisa terjadi kontaminasi. Mengingat hampir tidak mungkin untuk menghasilkan karkas yang bebas kontaminan maka sepanjang tahapan proses yang dilalui perlu diupayakan untuk memperkecil cemaran mikroorganisme.

Pelepasan kulit setelah penyembelihan ternak besar merupakan salah satu titik pencemaran bakteri pada permukaan karkas. Cemaran tersebut bisa terbawa melalui kotoran atau feses ternak. Bukanlah hal yang mengherankan apabila karkas yang dihasilkan dari rumah potong hewan (RPH) memiliki angka total bakteri mencapai 10^6 CFU/cm² (Fliss *et al.*, 1991). Terjadinya kontak antara feses ternak dan permukaan karkas meskipun hanya dalam waktu sangat singkat (kurang dari 10 menit) sudah mampu menimbulkan kontaminasi *Salmonella* (Dickson and MacNeil, 1991).

Bakteri yang mengkontaminasi permukaan karkas mampu berkembang biak dengan cepat dan membentuk ikatan pada permukaan jaringan otot maupun lemak. Chung *et al.* (1989) melaporkan bahwa *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, dan *Pseudomonas aeruginosa* lebih cepat berproliferasi pada permukaan karkas yang tidak berlemak (*lean*) pada suhu ruang dari pada di permukaan yang berlemak. Bakteri yang berkembang biak hingga mencapai 10^5 - 10^6 CFU/cm² di permukaan karkas sebagian besar (lebih dari 90%) akan membentuk ikatan dengan permukaan otot. Namun ketika jumlahnya mencapai lebih dari 10^7 CFU/cm² maka proporsi sel bakteri yang berikatan pada permukaan otot semakin kecil (Delaquis and McCurdy, 1990).

Pada karkas ayam yang menjadi sumber pencemar mikrobia adalah kotoran yang melekat pada bulu dan kaki ayam. Kotoran tersebut akan tercampur dalam tangki pencabutan bulu yang diisi air panas (55-60°C). Selanjutnya pengambilan isi rongga dada dan perut juga berpotensi sebagai sumber penyebaran mikrobia khususnya bila terjadi kebocoran isi usus ataupun tembolok.

Acuff *et al.* (1986) menyatakan bahwa kontaminasi *Campylobacter jejuni* pada karkas kalkun terjadi pada permukaan kulit dan lapisan luar rongga perut. Meskipun sebagian *C. jejuni* mati selama tahap pencabutan bulu dengan air panas, rekontaminasi masih terjadi pada saat dilakukan pencabutan sisa-sisa bulu yang lembut dengan peralatan mekanis. Jumlah *C. jejuni* pada karkas nampak meningkat pada tahap pengambilan isi perut, namun turun lagi setelah dilakukan pencucian. *C. jejuni* ternyata lebih sering ditemukan di rumah potong ayam (RPA) dari pada di kandang ayam pedaging (Jones *et al.*, 1991a,b). Selanjutnya juga dilaporkan bahwa *C. jejuni* tidak disebarkan melalui pakan atau telur melainkan oleh sarana lain yang ada di kandang. Kontaminasi silang terjadi selama ayam berada di RPA, terutama karena bersentuhan dengan ayam yang mati sebelum disembelih. *Salmonella* paling sering ditemukan pada pakan dan komponen pakan. Lillard (1990) menunjukkan bahwa sekalipun teknik pengolahan karkas ayam kini sudah banyak mengalami kemajuan, kontaminasi silang masih terus terjadi khususnya pada tahap pendinginan dengan cara pencelupan.

TEKNIK DEKONTAMINASI

Teknik Dekontaminasi Secara Fisik

Berbagai teknik dekontaminasi cemaran bakteri pada karkas dan daging yang telah dipublikasikan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu secara fisik dan kimiawi. Beberapa teknik dekontaminasi secara fisik yang dibahas dalam tulisan ini antara lain irradiasi, pencucian dengan air atau uap, penyemprotan air bertekanan tinggi, sinar ultra violet, sinar tampak, gelombang mikro, arus listrik, dan ultrasonik.

Irradiasi

Penggunaan irradiasi sinar gama untuk sterilisasi ataupun pasteurisasi bahan makanan sudah dimulai penelitiannya sejak tahun 1950 (Niven, 1958; Ingram and Farkas, 1977). Irradiasi dengan dosis 2-3 kGy terbukti sudah mampu mendekontaminasi *Salmonella*, *Campylobacter*, dan *Escherichia coli* 0157:H7 (Ingram and Farkas, 1977; Loaharanu, 1995; Monk *et al.*, 1995). Pemakaian irradiasi pada daging di Indonesia hingga kini masih dilarang untuk diperdagangkan. Sedangkan di Amerika Serikat irradiasi daging unggas sudah diijinkan sejak tahun 1992 dengan catatan produk tersebut harus diberi label yang menjelaskan bahwa produk tersebut telah menjalani irradiasi (USDA, 1992). Keunggulan teknik irradiasi untuk mendekontaminasi daging atau karkas terbukti sangat efektif, bisa dipakai pada produk terkemas ataupun terbuka, dan tidak menimbulkan perubahan pada karakteristik inderawi daging (Lagunas-Solar, 1995). Meskipun demikian hingga kini masih belum ada RPA yang menggunakan sistem itu. Hal ini antara lain disebabkan oleh masih adanya keraguan sebagian besar konsumen terhadap keamanan produk yang diiradiasi (Bruhn, 1995; Resurrection *et al.*, 1995; Hashim *et al.*, 1996).

Dalam pelaksanaannya pemakaian cobalt 60 sebagai sumber radiasi masih terkendala oleh persediaan saat ini yang masih sangat terbatas. Selain itu dinilai kurang praktis kalau setiap RPA harus memiliki instalasi irradiasi sendiri. Alternatifnya adalah mengangkut karkas atau daging ke suatu fasilitas yang khusus hanya melakukan irradiasi. Masalah serupa juga dijumpai pada penggunaan cesium 137 sebagai hasil samping dari pabrik senjata nuklir (Lagunas-Solar, 1995).

Salmonella pada karkas ayam yang telah diiradiasi pada dosis 0,90 kGy pada 0°C menjadi lebih sensitif terhadap panas. Irradiasi yang diikuti oleh perlakuan pemanasan 60°C selama 3 menit mampu mengurangi jumlah *Salmonella* sebanyak 8,9 log CFU, namun jika urutan perlakuan tersebut dibalik hanya mampu menurunkan *Salmonella* sebanyak 6,4 log CFU (Thayer *et al.*, 1991). Jadi karkas ayam yang telah diiradiasi menjadi lebih aman bagi konsumen.

Pencucian dengan air atau uap air

Perendaman karkas dalam air panas (80°C) selama 10 detik dapat mengurangi cemaran *E. coli* dan *Salmonella* sebanyak 1-3 log CFU/cm². Meskipun karkas telah diperlakukan dengan air panas memiliki kenampakan seperti telah direbus namun kenampakan tersebut akan pulih kembali setelah beberapa jam dalam penyimpanan dingin (Smith and Graham, 1978). Sebagian besar (sekitar 95%) sel-sel bakteri pada awalnya terdapat pada lapisan air di permukaan kulit karkas ayam. Bakteri tersebut berada dalam cekungan dan lekukan permukaan kulit karkas ayam. Dalam kondisi seperti itu sel bakteri membuat ikatan yang kuat pada permukaan kulit sehingga tidak mudah dihilangkan dengan pencucian biasa dengan air. Lillard (1989) melaporkan bahwa sekalipun pencucian telah dilakukan 40 kali tetapi masih saja diperoleh jumlah bakteri yang cukup tinggi pada air bekas cucian. Selain itu *Salmonella* tidak selalu bisa dilepas ikatannya pada permukaan kulit karkas dengan sekali pencucian. Hal ini tentu bisa memberikan hasil pencucian yang *false negative* terhadap adanya *Salmonella* pada karkas ayam. Dengan demikian pencucian atau pembilasan berulang menggunakan air tidak bisa menghilangkan kontaminan bakteri. Jadi pengurangan jumlah bakteri pada permukaan karkas dengan pencucian air berulang akan sulit dicapai ketika sel-sel bakteri sudah membentuk ikatan dengan permukaan kulit karkas (Lillard, 1988).

Benedict *et al.* (1991) melaporkan bahwa sel-sel bakteri lebih banyak yang melekat pada permukaan jaringan pengikat dibandingkan pada permukaan miofibril. Pembilasan dengan air sebanyak 41 kali hanya bisa mengurangi 4 log CFU/cm². Kekuatan ikatan antara sel bakteri dengan permukaan karkas yang berbeda-beda ini membuatnya sulit untuk dihilangkan hanya dengan pencucian biasa.

Graham *et al.* (1978) dan Graham (1979) telah membuat kabinet penyemprot air pencuci untuk karkas domba dengan skala komersial. Peralatan ini kemudian dimodifikasi oleh Powell and Cain (1987) untuk diaplikasikan pada karkas sapi. Dengan alat ini air bersuhu 90°C disemprotkan dengan tekanan 20-300 kilo N/m² pada karkas sapi. Cara ini mampu mengurangi jumlah koliform sebanyak 1-3 log CFU. Namun hasil penelitian yang lain menunjukkan bahwa penyemprotan air panas (80°C) dengan tekanan lebih rendah diketahui lebih efektif menurunkan jumlah kontaminan bakteri pada permukaan karkas sapi (Davey and Smith, 1989; Davey, 1989;). Penggunaan uap air panas meskipun mampu mengurangi jumlah total bakteri pada karkas namun menimbulkan perubahan pada kenampakan permukaan karkas (Carpenter, 1972; Biemuller *et al.*, 1973).

Pencucian Dengan Air Bertekanan Tinggi

Setelah diketahui bahwa bakteri di permukaan karkas atau daging tidak hanya menempel tetapi bisa membuat ikatan yang kuat maka diduga pencucian dengan

penyemprotan air bertekanan sangat tinggi dapat melepaskan ikatan tersebut. De Zuniga *et al.* (1991) menunjukkan bahwa tekanan 6200 kPa justru hanya bisa menghilangkan lebih sedikit bakteri dibandingkan dengan penyemprotan pada tekanan 4140 kPa. Peralatan penyemprot karkas yang banyak dikomersialkan bekerja pada tekanan 2070 kPa. Penyemprotan dengan tekanan lebih dari 2070 kPa cenderung menyebabkan bakteri semakin terperosok ke dalam lekukan permukaan daging, sedangkan pada tekanan kurang dari 690 kPa juga tidak efektif mengurangi jumlah bakteri di permukaan daging (De Zuniga *et al.*, 1991). Crouse *et al.* (1988) juga melaporkan bahwa penyemprotan dengan air bertekanan 2412-4134 kPa cukup efektif mengurangi jumlah cemaran bakteri di permukaan karkas.

Sinar Ultra Violet

Sinar ultra violet (UV) sudah lazim digunakan untuk mendesinfeksi permukaan kemasan atau ruang pengolahan makanan, namun penggunaannya pada produk makanan khususnya daging belum banyak dikembangkan. Salah satu kendalanya adalah kemampuannya untuk menembus permukaan daging sangat terbatas sehingga sel bakteri yang terlindung di bawah lekukan permukaan daging tidak terjangkau. Huang and Toledo (1982) menunjukkan bahwa inaktivasi mikrobial oleh sinar UV pada permukaan daging yang halus lebih besar dibandingkan dengan permukaan daging yang kasar.

Stermer *et al.* (1987) menyatakan bahwa penggunaan radiasi sinar UV dengan intensitas 150 mW.s/cm² mampu mengurangi jumlah bakteri pada permukaan daging sapi yang halus sebanyak 2 log CFU (pengurangan 99%). Pada intensitas 500 mW.s/cm² dapat mengurangi bakteri sebanyak 3 log CFU (pengurangan 99,9%). Tidak seperti pada iradiasi sinar gamma, radiasi sinar UV ini tidak mengganggu kenampakan atau warna. Penggunaan lampu UV berintensitas rendah selama penyimpanan dingin karkas sapi dilaporkan mampu memperpanjang umur simpan. Bertambah lamanya umur simpan karkas tersebut disebabkan oleh makin panjangnya fase lag dari bakteri yang terkena sinar UV (Reagan *et al.*, 1973).

Sinar Tampak

Penggunaan sinar tampak berintensitas sangat tinggi dengan waktu singkat (kurang dari 0,1 detik) dilaporkan mampu menginaktivasi mikrobial (Mertens and Knorr, 1992). Demikian pula pemakaian sinar tampak berintensitas rendah dengan waktu lebih lama pada kondisi aerobik juga cukup efektif menginaktivasi mikrobial (Harrison, 1967). Sinar tampak tidak banyak dikembangkan untuk dekontaminasi pada daging karena memiliki kelemahan seperti pada sinar UV.

Gelombang Mikro

Pengaruh yang ditimbulkan untuk menginaktivasi mikrobia dari gelombang mikro yang selama ini diketahui sepenuhnya karena efek pemanasan. Kelemahan yang dimiliki oleh gelombang mikro adalah memerlukan waktu yang relatif lama untuk menginaktivasi *Salmonella*, akibatnya kenampakan permukaan daging menjadi seperti setengah masak (Teotia and Miller, 1975; Fung and Cunningham, 1980). Penggunaan gelombang mikro berdaya tembus lebih tinggi dapat lebih efektif menginaktivasi bakteri yang terlindung dalam lekukan permukaan daging ataupun daging yang dikemas.

Arus Listrik

Perlakuan daging dengan aliran listrik dapat mempengaruhi jumlah sel bakteri yang hidup dan menempel di permukaan. Ketika daging disambungkan dengan kutub positif pada arus listrik 125 mA DC/50 Volt menyebabkan jumlah bakteri yang menempel pada permukaan daging meningkat, sedangkan tidak berpengaruh bila daging dihubungkan pada kutub negatifnya (Dickson and Crouse, 1989). Slavik *et al.* (1991) menunjukkan bahwa aliran listrik cukup efektif mematikan bakteri pada media cair dan mampu mengurangi jumlah *Salmonella* pada daging ayam ketika dihubungkan pada kutub positif.

Medan listrik yang berintensitas 7-90 kV/cm dengan 64 pulsa telah dicoba penggunaannya pada saribuah dan susu segar. Hasilnya menunjukkan bahwa dapat mengurangi jumlah total bakteri sebanyak 6 log CFU (Zhang *et al.*, 1994; Sitzmann, 1995). Kematian bakteri diduga disebabkan oleh kerusakan membran sel yang bersifat tidak bisa diperbaiki seperti semula (Mertens and Knorr, 1992).

Ultrasonik

Teknik ultrasonik mempergunakan gelombang bunyi berfrekuensi tinggi (16.000 Hz atau lebih) yang mampu menghancurkan sel bakteri dengan cara kavitasi. Kavitasi adalah letupan-letupan kecil berjumlah banyak dan berkekuatan tinggi yang ditimbulkan oleh gelombang ultrasonik ketika mengenai cairan. Letupan yang berjumlah banyak dan terus menerus inilah yang dapat menimbulkan kerusakan dan mematikan sel bakteri (Van Klink and Smulders, 1989). Pada mikrobia yang ditumbuhkan dalam media penggunaan ultrasonik menunjukkan efek bakterisida. Namun perlakuan ultrasonik pada daging tidak menunjukkan efek bakterisida yang nyata setelah penyimpanan hingga 14 hari pada 4°C (Sams and Fera, 1991).

Penggunaan ultrasonik nampaknya hanya akan efektif untuk dekontaminasi jika dikombinasikan dengan pemanasan

ringan atau pemberian tekanan (Sala *et al.*, 1995). Di industri teknik ini disarankan digunakan untuk melemahkan ikatan sel-sel bakteri pada permukaan kulit karkas unggas selama pendinginan dalam air yang mengandung klorin (Lillard, 1994).

Teknik Dekontaminasi Secara Kimiawi

Teknik dekontaminasi karkas menggunakan senyawa kimia akan bisa lebih efektif apabila dikombinasikan dengan teknik dekontaminasi secara fisik. Beberapa teknik dekontaminasi secara kimiawi yang dibahas dalam tulisan ini antara lain penggunaan asam organik, garam, fosfat, alkali, klorin, cetilpiridinium klorida, dan ozon.

Asam Organik

Asam asetat dan laktat baik secara terpisah maupun kombinasinya telah banyak digunakan untuk mengurangi jumlah cemaran bakteri pada karkas. Okrend *et al.* (1986) menyarankan bahwa penambahan 1% asam asetat pada air panas yang digunakan dalam pencabutan bulu unggas mampu mempercepat kematian *Salmonella* dan *Campylobacter* di dalam tanki pencabutan bulu. Mengingat ini merupakan tahap pertama dalam rangkaian produksi karkas ayam maka pengurangan jumlah bakteri di tahap ini menjadi sangat menentukan dalam mencegah kontaminasi silang. Penggunaan asam laktat 10% dan natrium laktat (pH 3.0) pada pencabutan bulu juga dilaporkan mampu menekan populasi bakteri tanpa mengganggu sifat sensoris karkas (Zeitoun and Debevere, 1991).

Anderson and Marshall (1990 a,b) menyatakan bahwa penggunaan campuran asam asetat, asam laktat, asam sitrat, dan asam askorbat dari 0 hingga 3% pada suhu 20 hingga 70°C mampu menurunkan jumlah *Enterobacteriaceae* sebesar 1 log CFU. Penggunaan campuran berbagai asam dengan konsentrasi hingga 3% menyebabkan pH permukaan karkas turun menjadi 4,3 namun setelah 24 jam pada suhu dingin naik lagi menjadi pH 5,2. Selain itu juga dilaporkan bahwa konsentrasi asam hanya nampak pengaruhnya pada suhu rendah (20-30°C) sedangkan pada suhu 70°C pengaruhnya tidak nampak (Anderson and Marshall, 1989; 1990b). Pencucian menggunakan asam asetat 3% dan NaCl 2% atau asam asetat 3% dan natrium askorbat 2% bisa mengurangi total bakteri pada daging babi yang dikemas vakum dan disimpan pada 2-4°C selama 4 minggu (Mendonca *et al.*, 1989).

Dari berbagai hasil penelitian yang telah dipublikasi mengindikasikan bahwa penurunan jumlah total bakteri pada permukaan karkas berkaitan dengan penurunan pH dalam sitoplasma. Penyemprotan ataupun pencelupan dalam asam organik memiliki efektifitas yang sama dalam mengurangi jumlah bakteri (Smulders, 1987; Anderson and Marshall, 1989; Dickson 1992; Smulders 1995). Meskipun demikian penyemprotan asam organik pada karkas dinilai lebih menguntungkan karena dengan pencelupan bisa terjadi

akumulasi kotoran yang berakibat melemahkan asam yang digunakan (Cherrington *et al.*, 1991). Pada umumnya bakteri Gram negatif lebih sensitif terhadap asam dari pada Gram positif. *Salmonella* dan *Campylobacter* bisa dikurangi jumlahnya menjadi cukup rendah dengan perlakuan asam, namun terhadap jumlah cemaran *E. coli* 0157:H7 kurang efektif (Brachett *et al.*, 1994; Hardin *et al.*, 1995). Jadi kelebihan dalam pencucian dengan asam adalah adanya efek antimikrobia dari residu asamnya, sedangkan pencucian dengan air saja kadang justru memperpendek umur simpan karena meningkatnya kadar air. Dickson and Kunduru (1995) menambahkan bahwa pencucian karkas dengan asam tidak membuat *Salmonella* menjadi lebih tahan terhadap asam organik.

Garam (NaCl)

Sel bakteri pada permukaan karkas ayam sebagian dalam keadaan tersembunyi pada lekukan kulit sehingga sangat sulit dihilangkan hanya dengan penyemprotan air saja. Selain itu sel bakteri mampu membentuk ikatan dengan permukaan kulit karkas yang membuatnya lebih kuat menempel. Lillard (1988) mencoba menggunakan NaCl 3% pada air pencuci karkas ayam dengan tujuan melemahkan ikatan sel-sel *Salmonella typhimurium* pada permukaan kulit. Hasilnya menunjukkan bahwa NaCl tidak mampu mengurangi jumlah populasi *S. typhimurium* pada karkas. Dengan demikian diduga bahwa bakteri tersebut terperangkap dan terlindung dalam lekukan kulit ayam dan sulit dijangkau oleh pengaruh dari luar.

Penggunaan NaCl dengan konsentrasi tinggi (20%) yang dikombinasikan dengan asam asetat 2% mampu menurunkan jumlah *S. typhimurium* dan *Listeria monocytogenes* pada karkas sapi (Dickson, 1990). Pemakaian NaCl 20% diduga mampu meningkatkan tekanan osmosa yang mampu mematikan bagi bakteri. Pencucian dengan air garam tersebut dapat menurunkan jumlah bakteri 1-2 log CFU lebih rendah dibandingkan dengan asam asetat 2% saja (Dickson, 1990).

Fosfat dan Alkali

Senyawa trinitrium fosfat pada konsentrasi 8% memiliki pH lebih tinggi dari 12 dan sangat efektif untuk mengurangi populasi bakteri Gram negatif termasuk *Salmonella*, *Coliform*, *Campylobacter* dan *Pseudomonas* pada permukaan karkas ayam. Senyawa ini telah digunakan secara komersial untuk mengurangi jumlah *Salmonella* pada karkas unggas dan diperdagangkan dengan nama Avguard (Bender and Brotsky, 1992). Senyawa ini digunakan dalam air perendam setelah karkas didinginkan dengan pencelupan air (Bender and Elfstrum, 1994). Dengan cara ini jumlah cemaran bakteri pada permukaan karkas dapat diturunkan dan diduga cara ini bisa juga diterapkan pada karkas sapi. Dickson (1988) menyatakan bahwa penggunaan NaOH 10% dan KOH 5% secara efektif mengurangi jumlah bakteri pada

daging. Penurunan tersebut mencapai 4 log CFU untuk *Salmonella typhimurium* dan *Serratia marcescens*.

Klorin

El-Kest and Marth (1988) menunjukkan bahwa inaktivasi *Listeria monocytogenes* oleh klorin dipengaruhi oleh suhu, pH, dan jenis strain mikrobianya. Mereka menyatakan bahwa *L. Monocytogenes* strain Scott-A masih mampu bertahan hidup dengan perlakuan klorin pada suhu 25 & 35°C, sedangkan pada suhu 5°C efek bakterisidanya lebih besar. Pada kisaran pH 5-9 semakin tinggi pH maka bakteri tersebut semakin mampu bertahan hidup dalam larutan klorin. Penggunaan larutan SRSD (*slow releasing chlorine dioxide*) pada air pendingin telah dicoba untuk mengurangi kontaminasi karkas oleh *Salmonella*. Penambahan SRCD sebanyak 1% dalam air pendingin terbukti mampu mematikan *Salmonella* pada permukaan karkas yaitu menurunkan insiden kontaminasi *Salmonella* dari 70% menjadi 25% setelah pendinginan (Villareal *et al.*, 1990).

Cetilpiridinium klorida (CPC)

Penyemprotan karkas ayam dengan air mengandung CPC dan bertekanan 207 dan 621 kPa atau 138 kPa dan 346 kPa tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam menurunkan jumlah bakteri pada karkas (Kim *et al.*, 1996; Li *et al.*, 1995). Namun penyemprotan dengan CPC 0,1%, tekanan 138 kPa, dan waktu 1 menit dapat menurunkan cemaran *Salmonella* sebesar 0,7 log CFU. Penurunan jumlah bakteri ini makin besar dengan waktu kontak yang lebih lama. Xiong *et al.* (1998) melaporkan bahwa CPC 0,1% yang disemprotkan dengan tekanan 414 kPa pada suhu 40°C dapat mengurangi jumlah *Salmonella typhimurium* sebesar 2 log CFU.

Ozon

Ozon dianggap memiliki fungsi sebagai dekontaminan yang lebih kuat dibanding klorin karena mampu mematikan berbagai macam bakteri yang relatif tahan terhadap klorin (Graham, 1997). Penggunaan ozon (0,5%) dalam air pencuci yang disemprotkan pada karkas sapi dapat mengurangi kontaminasi *Escherichia coli* ATCC 11370 sebanyak 1-3 CFU/cm² (Gorman *et al.*, 1995; Reagan *et al.*, 1996). Meskipun baru tahun 1997 dikenal sebagai *generally recognized as safe* (GRAS), namun pemakaian ozon sebagai desinfektan pada perusahaan air minum sudah berjalan lama.

Ozon telah lama digunakan sebagai desinfektan di perusahaan air minum di Amerika Serikat sejak 1940. Saat ini ozon juga telah digunakan di industri air minum dalam kemasan. Sebelum Juli 1997 penggunaan ozon di Amerika Serikat hanya diijinkan untuk penyimpanan karkas atau daging sejak 1957. Saat ini penggunaan ozon untuk dekontaminasi karkas sapi dan unggas di rumah potong hewan terus diteliti dan dikembangkan.

Penggunaan ozon ini dinilai sebagai alternatif yang sangat menarik karena dapat dipakai dalam bentuk gas atau dalam air. Selain itu ozon akan menguap dari bahan yang diperlakukan dengan cepat, sehingga tidak akan meninggalkan residu pada produk. Adapun mekanisme ozon mematikan sel bakteri adalah melalui fungsinya sebagai oksidator yang kuat pada membran sel bakteri yang tersusun dari bahan organik. Kerusakan fungsi membran sel inilah yang menyebabkan kematian sel bakteri.

KESIMPULAN

Dari semua teknik dekontaminasi yang telah dibahas di atas diketahui tidak memberikan pengaruh negatif pada bau maupun rasa daging, kecuali pada penggunaan asam organik dengan konsentrasi relatif tinggi (>10%). Beberapa teknik dekontaminasi tidak mengganggu kenampakan daging segar kecuali pada penggunaan asam, uap air panas, dan gelombang mikro yang menimbulkan perubahan kenampakan meskipun bersifat sementara. Adanya residu desinfektan hanya ditemukan pada penggunaan asam organik, garam dan alkali berkonsentrasi tinggi. Efek terhadap lingkungan yang perlu diwaspadai untuk jangka panjang adalah ketika bahan kimia dan iradiasi digunakan untuk dekontaminasi. Ditinjau dari segi biaya maka penggunaan iradiasi dan tekanan tinggi relatif lebih mahal dibandingkan dengan bahan kimia, sedangkan pemakaian ozon dan gelombang mikro dinilai paling murah. Efektifitas yang paling tinggi dalam mematikan atau mengurangi jumlah bakteri pada karkas atau daging untuk skala komersial dapat dicapai dengan pemakaian iradiasi, tekanan tinggi, asam organik, dan ozon.

DAFTAR PUSTAKA

Acuff, G.R., Vanderzant, C., Hanna, M.O., Ehlers, J.G., Golan, F.A., and Gardner, F.A. 1986. Prevalence of *Campylobacter jejuni* in turkey carcass processing and further processing of turkey products. *J. Food Protect.* 49:712-717.

Anderson, M.E. and Marshall, R.T. 1989. Interaction of concentration and temperature of acetic acid solution on reduction of various species of micro-organisms on beef surfaces. *J. Food Protect.* 52, 321-315.

Anderson, M.E. and Marshall, R.T. 1990a. Reducing microbial populations on beef tissues: Concentration and temperature of an acid mixture. *J. Food Sci.* 55:903-905.

Anderson, M.E. and Marshall, R.T. 1990b. Reducing microbial populations on beef tissues: Concentration and temperature of lactic acid. *J. Food Safety.* 10:181-190.

Bender, F.G and Elfstrum, J.T. 1994. Effect of trisodium phosphate on pathogenic bacteria on post-waterchilled broilers treated in a commercial poultry plant.

Proceedings 9th European Poultry Conference, Glasgow, 7-12th August 1994, pp.231-232.

Bender, F.G and Brotsky, E. 1992. Process for treating poultry carcasses to control *Salmonella* growth. US Patent 5,143,739 September 1, 1992, Int. CL A23L 3/34 A22C 21/00.

Benedict, R.C., Schultz, F.J., and Jones, S.B. 1991. Attachment and removal of *Salmonella* spp. on meat and poultry tissues. *J. Food Safety* 11:135-148.

Biemuller, G.W., Carpenter, J.A. and Reynilds, A.E. 1973. Reduction of bacteria on pork carcasses. *J. Food Sci.* 38, 261-263.

Brachett, R.E. Hao, Y.Y. and Doyle, M.R. 1994. Ineffectiveness of hot acid sprays to decontaminate *Escherichia coli* O157:H7 on beef. *J. Food Protect.* 57, 198-203.

Bruhn, C.M. 1995. Strategies for communicating the facts on food irradiation to consumers. *J. Food Protect.* 58, 213-216.

Carpenter, J.A. 1972. Decontamination of pork carcasses. Proceeding of the Meat Industry Research Conference. American Meat Institute Foundation, Chicago, Illinois, USA. pp.35-41.

Charlebois, R., Trudel, R., and Messier, S. 1991. Surface contamination of beef carcasses by fecal coliforms. *J. Food Protect.* 54:950-956.

Cherrington, C.A. Hinton, M., Mead, G.C. and Chopra, I. 1991. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. *Adv. Microb. Physiol.* 32, 87-108.

Chung, K.T., Dickson, J.S., and Crouse, J.D. 1989. Attachment and proliferation of bacteria on meat. *J. Food Protect.* 52:173-177.

Crouse, J.D., Anderson, M.E., and Naumann, H.D. 1988. Microbial decontamination and weight of beef carcasses as affected by automated washing pressure and length of time of spray. *J. Food Protect.* 51:471-474.

Davey, K.R. 1989. Theoretical analysis of two hot water cabinet systems for decontamination of sides of beef. *Int. J. Food Sci. Technol.* 25, 88-97.

Davey, K.R. and Smith, M.G. 1989. A laboratory evaluation of a novel hot water cabinet for the decontamination of sides of beef. *Int. J. Food Sci. Technol.* 24, 305-316.

Delaquis, P.J. and McCurdy, A.R. 1990. Colonization of beef muscle surfaces by *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas fragi*. *J. Food Sci.* 55:898-902.

De Zuniga, A.G., Anderson, M.E., Marshall, R.T., and Iannotti, E.L. 1991. A model system for studying the penetration of microorganisms into meat. *J. Food Protect.* 54:256-258.

Dickson, J.S. 1988. Reduction of bacteria attached to meat surfaces by washing with selected compounds. *J. Food Protect.* 51:869-873.

Dickson, J.S. 1990. Surface moisture and osmotic stress as factors that affect the sanitizing of beef tissue surfaces. *J. Food Protect.* 53:674-679.

- Dickson, J.S. 1992. Acetic acid action on beef tissue surfaces contaminated with *Salmonella typhimurium*. J. Food Sci. 57-, 297-301.
- Dickson, J.S. and Crouse, J.D. 1989. Effect of electrical charge on attachment of *Salmonella typhimurium* to meat surfaces. J. Food Sci. 54:1024-1029.
- Dickson, J.S. and MacNeil, M.D. 1991. Contamination of beef tissue surfaces by cattle manure inoculated with *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. J. Food Protect. 54:102-104.
- Dickson, J.S. and Kunduru, M.R. 1995. Resistance of acid-adapted salmonellae to organic acid rinses on beef. J. Food Protect. 58(9):973-976.
- El-Kest, S.E. and Marth, E.H. 1988. Temperature, pH, and strain of pathogen as factors affecting inactivation of *Listeria monocytogenes* by chlorine. J. Food Protect. 51:622-625.
- Fliss, I., Simard, R.E., and Etttriki, A. 1991. Microbiological quality of different fresh meat species in Tunisian slaughterhouses and markets. J. Food Protect. 54:773-777.
- Fung, D.Y.C., and Cunningham, F.E. 1980. Effect of microwaves on microorganism in foods. J. Food protect. 43, 641-650.
- Gorman, B.M.; Sofos, J.N., Morgan, J.B., Schmidt, G.R., and Smith, G.C. 1995. Evaluation of hand-trimming, various sanitizing agents, and hot water spray-washing as decontamination interventions for beef brisket adipose tissue. J. Food Protect. 58(8):899-907.
- Graham, A. 1979. A hot shower for clean carcasses. Aust. Refrig. Air Condit. Heating. 33, 33-35.
- Graham, D.M. 1997. Use of ozone for food processing. Food Technol. 51(6):72-75.
- Graham, A., Cain, B.P. and Eustace, I.J. 1978. An enclosed hot water spray cabinet for improved Hygiene of carcasses meat. CSIRO Meat Res. Report No. 11/78.
- Hardin, M.D., Acuff, G.R., Lucia, L.M. et al. 1995. Comparison of methods for decontamination of beef carcass surfaces. J. Food Protect. 58, 368-374.
- Harrison, A.P. 1967. Survival of bacteria. Harmful affects of light, with some comparisons with other adverse physical agents. Annu Rev. Microbiol. 21, 143-156.
- Hashim, I.B., Resurreccion, A.V.A., and McWatters, K.H. 1996. Consumers attitudes toward irradiated poultry. Food Technol. 50(3):77-80.
- Huang, Y.W. and Toledo, R. 1982. Effect of high doses of high and low intensity uv irradiation on surface microbiological count and storage life of fish. J. Food Sci. 47, 1667-1669, 1731.
- Ingram, M. and Farkas, J. 1977. Microbiology of food pasteurised by ionising radiation. Acta Alimentaria 6, 123-185.
- Jones, F.T., Axtell, R.C., Rives, D.V., Scheideler, S.E., Tarver, F.R.Jr., Walker, R.L., and Wineland, M.J. 1991a. A survey of *Campylobacter jejuni* contamination in modern broiler production and processing systems. J. Food Protect. 54:259-262.
- Jones, F.T., Axtell, R.C., Rives, D.V., Scheideler, S.E., Tarver, F.R.Jr., Walker, R.L., and Wineland, M.J. 1991b. A survey of *Salmonella* contamination in modern broiler production and processing systems. J. Food Protect. 54:502-507.
- Kim, J.W., Slavik, M.F., and Li, Y. 1996. Cetylpyridinium choride (CPC) treatment on poultry skin to reduce attached *Salmonella*. J. Food Protect. 59:322-326.
- Lagunas-Solar, M.C. 1995. Radiation processing of food : an overview of scientific principles and current status. J. Food Protect. 58:186-192.
- Li, Y., Xiong, H., Matsler, P., Slavik, M.F., and Walker, J.T. 1995. Pre-chill spraying to reduce bacterial contamination in poultry processing. ASAE. 1995. International Meeting, Chicago, IL. June 18-23, 1995.
- Lillard, H.S. 1988. Effect of surfactant or changes in ionic strength on the attachment of *Salmonella typhimurium* to poultry skin and muscle. J. Food Sci. 53:727-730.
- Lillard, H.S. 1989. Factors affecting the persistence of *Salmonella* during the processing of poultry. J. Food Protect. 52:829-832.
- Lillard, H.S. 1990. The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses. J. Food Protect. 53:202-204.
- Lillard, H.S. 1994. Decontamination of poultry skin by sonification. Food Technol. 48(12) 72-73.
- Loaharanu, P. 1995. Food irradiation : current status and future prospects. In : G.W. Gould (editor) New Methods of Food Preservation. Chapman and Hall, London, pp. 90-111.
- Mendonca, A.F., Molins, R.A., Kraft, A.A., and Walker, H.W. 1989. Microbiological, chemical, and physical changes in fresh, vacuum packaged pork treated with organic acids and salts. J. Food Sci. 54:18-21.
- Mertens, B. and Knorr, D. 1992. Development of nonthermal processes for food preservation. Food Technol. 46(5), 124-133.
- Monk, J.D., Beuchat, L.R., and Doyle, M.P. 1995. Irradiation inactivation of food-borne microorganisms. J. Food Protect. 58, 197-208.
- Niven, C. F. 1958. Microbiological aspect of radiation preservation of food. Annu. Rev. Microbiol. 12, 507-524.
- Okrend, A.J., Johnston, R.W., and Moran, A.B. 1986. Effect of acetic acid on the death rates at 52°C of *Salmonella newport*, *Salmonella typhimurium*, and *Campylobacter jejuni* in poultry scald water. J. Food Protect. 49:500-503.
- Powell, V.H. and Cain, B.P. 1987. A hot water decontamination system for beef sides. CSIRO Food Res. Q. 47, (4) 79-84.
- Reagan, J.O., Smith, G.C. and Carpenter, Z.L. 1973. Use of ultraviolet light for extending the retail caselife of beef. J. Food Sci. 38, 929-931.

- Reagan, J.O., Acuff, G.R., Bulge, D.R., Buyck, N.J., Dickson, J.S., Kastner, C.L., Massden, J.L., Morgan, J.B., Nickelson, R., Smith, G.C., and Sofos, J.N. 1996. Trimming and washing of beef carcasses as a method of improving the microbiological quality of meat. *J. Food Protect.* 59:751-756.
- Resurreccion, A.V.A., Galves, F.C.F., Fletcher, S.M. and Misra, S.K. 1995. Consumer attitudes toward irradiated food : results of a new study. *J. Food Protect.* 58, 193-196.
- Sala, F.J., Burgos, J., Condon, S., Lopez, P. And Raso, J. 1995. Effect of heat and ultrasound on microorganisms and enzymes. In : G.W. Gould (editor) *New Methods of Food Preservation*, Chapman and Hall, London, pp. 176-204.
- Sams, A.R. and Fera, R. 1991. Microbial effects of ultrasonication of broiler drum stick skin. *J. Food Sci.* 56:247-248.
- Sitzmann, W. (1995) High voltage pulse techniques for food preservation. In : G.W. Gould (editor) *New Methods of Food Preservation*, Chapman and Hall. London, pp. 236-252.
- Slavik, M.F., Griffis, C., Li, Y., and Engler, P. 1991. Effect of electrical stimulation on bacterial contamination of chicken legs. *J. Food Protect.* 54:508-513.
- Smith, M.G. and Graham, A. 1978. Destruction of *Escherichia coli* and *Salmonella* on mutton carcasses by treatment with hot water. *Meat Sci.* 2. 119-128.
- Smulders, F.J.M. 1987. Prospectives for the microbial decontamination of meat and poultry by organic acids with special reference to lactic acid. In : F.J.M. Smulders (editor) *Elimination of Pathogenic Organisms from Meat and Poultry*, Elsevier. Amsterdam, pp. 319-344.
- Smulders, F.J.M. 1995. Preservation by microbial decontamination; the surface treatment of meats by organic acids. In : G.W. Gould (editor) *New Methods of Food Preservation*. Chapman and Hall. London. pp. 253-282.
- Stermer, R.A., Lasater-Smith, M. and Brasington, C.F. 1987. Ultraviolet radiation - an effective bactericide for fresh meat. *J. Food Protect.* 50, 108-111.
- Teotia, J.S. and Miller, B.F. 1975. Destruction of salmonellae on poultry meat with lysozyme, EDTA, X-ray microwave and chlorine. *Poult. Sci.* 54, 1388-1394.
- Thayer, D.W., Songprasertchai, S., and Boyd, G. 1991. Effects of heat and ionizing radiation on *Salmonella typhimurium* in mechanically deboned chicken meat. *J. Food Protect.* 54:718-724.
- USDA. 1992. Irradiation of poultry products; final rule. Food safety and Inspection Service, U.S. Dept. Of Agriculture, Washington, D.C., Fed.Reg. 57(183): 43857-43600.
- Van Klink, E.G.M. and Smulders, F.J.M. 1989. Sanitation by ultrasonic cavitation of steel mesh gloves used in the meat industry. *J. Food Protect.* 52:660-664.
- Villarreal, M.E., Baker, R.C., and Regenstein, J.M. 1990. The incidence of *Salmonella* on poultry carcasses following the use of slow release chlorine dioxide (alcide). *J. Food Protect.* 53:465-467.
- Xiong, H., Li, Y., Slavik, M., and Walker, J. 1998. Chemical spray conditions for reducing bacteria on chicken skins. *J. Food Sci.* 63:699-701.
- Zeitoun, A.A.M. and Debevere, J.M. 1991. Inhibition, survival and growth of *Listeria monocytogenes* on poultry as influenced by buffered lactic acid treatment and modified atmosphere packaging. *Intl. J. Food Microbiol.* 14:161-170.
- Zhang, Q., Chang, F.J., Barbosa-Canovas, G.V. and Swanson, B.G. 1994. Inactivation of microorganisms in a semisolid model food using high voltage pulsed electric fields. *Lebensmit.-Wiss. Technol.* 27, 538-543.