

Sanitasi BUAH & SAYUR Segar



(Tinjauan Khusus pada
Aplikasi *Electrolyzed Water*)

Budi Widianarko
Bernadeta Soedarini
Inneke Hantoro

Universitas Katolik Soegijapranata
2017



PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIC INDONESIA

No. : 526/E.8/p/11.2017

Hal. : Hasil Permohonan ISBN

Yth. Pimpinan Universitas Katolik Soegijapranata

u.p. Bagian Penerbitan

Semarang

Dengan ini disampaikan hasil permohonan ISBN, sebagai berikut :

**Sanitasi buah dan sayur segar : tinjauan khusus pada aplikasi electrolyzed water /
Budi Widianarko, Bernadeta Soedarini, Inneke Hantoro
ISBN 978-602-6865-44-1**

Agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 06 November

2017

Kepala Direktorat Deposit Bahan Pustaka
Perpustakaan Nasional RI,



Dra. Lucya Dhamayanti, M.Hum

NIP. 19590228 199003 2 001



PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Apabila buku sudah diterbitkan harap diserahkan setiap judul 2 eksemplar ke Perpustakaan Nasional RI dan 1 eksemplar ke Perpustakaan Daerah di ibukota propinsi dimana buku diterbitkan sesuai Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1990 tentang Serah-Simpan Karya Cetak Dan Karya Rekam (Pasal 2)

Alamat pengiriman buku:

Perpustakaan Nasional RI
Direktorat Deposit Bahan Pustaka
Subdirektorat Deposit
Gedung E Lt.7
Jl. Salemba Raya 28A Kotak Pos 3624
Jakarta 10002 – Indonesia

Terima kasih atas partisipasi anda dalam mewujudkan Koleksi Deposit Bahan Pustaka Indonesia

UNDANG-UNDANG NOMOR 4 TAHUN 1990 TENTANG SERAH-SIMPAN KARYA CETAK DAN KARYA REKAM

BAB II

KEWAJIBAN SERAH - SIMPAN KARYA CETAK DAN KARYA REKAM

Pasal 2

Setiap penerbit yang berada di wilayah negara Republik Indonesia, wajib menyerahkan 2 (dua) buah cetakan dari setiap judul karya cetak yang dihasilkan kepada Perpustakaan Nasional, dan sebuah kepada Perpustakaan Daerah di ibukota propinsi yang bersangkutan selambat-lambatnya 3 (tiga) bulan setelah diterbitkan.

SANITASI

BUAH dan SAYUR

SEGAR

Tinjauan Khusus pada Aplikasi *Electrolyzed Water*

Soedarini

Budi Widianarko

Inneke Hantoro

Semarang, 2017

DAFTAR ISI

| | |
|--------------|---|
| | Daftar Isi |
| | Kata Pengantar |
| Bab | Pendahuluan |
| 1 | 1.1.Trend (Kesehatan) Konsumsi Buah, Sayur dan <i>Fresh Cut</i> 1.2.Risiko Kontaminasi Buah, Sayur dan <i>Fresh Cut</i> 1.3.Pengelolaan Risiko |
| Bab | Kontaminasi <i>Fresh Produce</i> dan <i>Fresh Cut</i> |
| 2 | 2.1.Hazard Fisik 2.2.Hazard Kimia 2.3.Hazard Biologi dan Mikrobiologi |
| Bab 3 | Prinsip dan Metode Dekontaminasi <i>Fresh Produce</i> dan <i>Fresh Cut</i> |
| | 3.1.Prinsip Sanitasi dan Disinfeksi 3.2.Beberapa Metode Dekontaminasi 3.3.Prospek Pengembangan Metode Dekontaminasi |
| Bab | Prinsip Produksi, Karakteristik dan Prospek Aplikasi <i>Electrolyzed</i> |
| 4 | <i>Water</i> untuk Sanitasi <i>Fresh Produce</i> |
| | 4.1.Electrolyzed Water dan Prinsip Produksinya 4.2.Produk EW dan aplikasi spesifiknya 4.3.Prospek EW untuk Dekontaminasi <i>Fresh Produce</i> |
| Bab | GMP dan HACCP untuk <i>Fresh Produce</i> dan <i>Fresh Cut</i> |
| 5 | 5.1.Konsep GMP dan HACCP 5.2.GMP dan HACCP untuk <i>Fresh Produce</i> 5.3.GMP dan HACCP untuk <i>Fresh Cut</i> |
| Bab | Standard dan Sertifikasi <i>Fresh Produce</i> |
| 6 | 6.1.Standard dan Sertifikasi <i>Fresh Produce</i> di Indonesia dan Negara Lain 6.2.Regulasi Internasional Keamanan Pangan 6.3.Trend Pencucian <i>Fresh-cut</i> Masa Depan |

Daftar Referensi

BAB – 1

PENDAHULUAN

1.1. Trend Konsumsi Buah, Sayur dan *Fresh Cut*

Dalam industri pangan, istilah *fresh produce* digunakan untuk mendeskripsikan buah dan sayur mentah yang siap dikonsumsi. Definisi lain dari *fresh produce* menurut Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) adalah buah dan sayur mentah. Dengan semakin populernya konsumsi buah dan sayur saat ini, terutama di kalangan terdidik dan berpenghasilan menengah ke atas, *fresh produce* merepresentasikan produk dan bahan pangan sekaligus. Konsumsi buah dan sayur yang semakin meningkat seiring dengan tingkat pendidikan dan penghasilan yang menghasilkan wawasan serta pengetahuan tentang pentingnya konsumsi jenis pangan segar ini. Munculnya berbagai aliran “gaya makan” atau pola diet seperti vegetarian, vegan dan gerakan pangan mentah (*raw food movement*), serta berbagai pola diet kesehatan yang populer juga menempatkan buah dan sayur segar atau produk olahannya sebagai elemen penting. Dari sisi produk, saat ini dikenal apa yang disebut sebagai *fresh-cut fruits and vegetables* – atau yang sebelumnya dikenal sebagai produk *minimally processed* atau *lightly processed*. *Fresh-cut fruit and vegetables* atau potongan buah dan sayur segar dapat didefinisikan sebagai buah dan sayur segar yang telah secara fisik dimodifikasi dari bentuk awalnya - melalui pengupasan, perampingan, pemotongan dan pencucian – untuk mendapatkan produk dengan 100% porsi *edible* yang selanjutnya akan dikemas dan disimpan dalam refrigerator (IFPA, 2005) dalam Rojas-Graü et al. (2011). Potongan buah dan sayur segar mencakup berbagai bahan pangan segar dan

campurannya dalam berbagai potongan dan kemasan, seperti antara lain salad dalam kemasan, wortel mini (baby carrots), campuran sayuran untuk tumis serta potongan apel, nanas dan melon segar.

Tren peningkatan konsumsi buah dan sayur berlangsung di seluruh penjuru dunia, tidak hanya di negara-negara maju. Secara global tingkat konsumsi buah dan sayur segar cenderung terus meningkat dari waktu ke waktu .

1.1.1. Konsumsi Global

Tingkat konsumsi sayur dan buah segar antar negara menunjukkan perbedaan yang kasat mata. Meskipun begitu data domestik – suatu negara – bisa sangat beragam. Penilikan sepanjang jalannya waktu sejak 1961, 1981, 2001 dan 2011 menghasilkan pergeseran dan perubahan yang sangat kentara.

Meskipun Indonesia memiliki beragam buah-buahan lokal yang bernilai nutrisi baik bagi kesehatan, tetapi dalam kenyataannya, masyarakat Indonesia tergolong sangat kurang dalam konsumsi buah-buahan. Kekurangan ini terlihat menonjol jika dibandingkan dengan negara-negara lain. Indonesia merupakan negara dengan tingkat konsumsi buah terendah di regional Asia.

1.1.2. Konsumsi Nasional

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) serta Badan Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) menyarankan tingkat konsumsi sayur dan buah per kapita minimal 400 gram per hari. Data di Indonesia menunjukkan bahwa konsumsi kelompok bahan pangan tersebut

untuk rata-rata orang Indonesia baru mencapai 57,7 gram sayur dan 33,5 gram buah per hari .

Riset Kesehatan Dasar pada tahun 2013 menunjukkan bahwa 93,5 persen penduduk Indonesia mengalami kekurangan konsumsi sayur dan buah. Padahal telah umum diketahui bahwa sayur dan buah merupakan sumber mikronutrien - zat gizi yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit tapi sangat diperlukan tubuh untuk tumbuh dan berkembang setiap

hari. Beberapa diantara mikronutrien tersebut adalah vitamin A, vitamin E, vitamin C, zat besi, zinc , dan selenium. Konsumsi buah dan sayur, sesuai dengan rekomendasi, juga dapat mencegah munculnya penyakit tak menular, seperti diabetes dan hipertensi,serta stroke.

Dari sisi produksi, sebenarnya buah dan sayur segar terus meningkat di Indonesia. Pertumbuhan produksi buah dan sayur segar yang signifikan dilaporkan pada tahun 2015. Menurut Direktorat Jendral Hortikultura produksi sayuran Indonesia pada tahun 2014 mencapai 11,77 ton – naik 1.9% dari angka produksi di tahun 2013. Tren yang sama juga teramati pada buah. Pada tahun 2014 produksi buah mencapai 19.97 juta ton – atau meningkat sebesar 9.2% dari angka tahun 2013 sebesar 18.28 juta ton. Angka produksi sayur dan buah ini akan terus meningkat seiring dengan munculnya 30 juta penduduk berpenghasilan menengah yang semakin sadar terhadap nilai penting kesehatan dari bahan pangan yang mereka konsumsi .

1.2 Risiko Kontaminasi

Tren konsumsi buah dan sayur segar yang meningkat di berbagai belahan dunia termasuk di Indonesia merupakan sebuah kabar baik. Hal tersebut menandakan bahwa kesadaran terhadap bahan pangan yang memiliki khasiat kesehatan semakin menjadi pilihan. Selain itu kekayaan vitamin dan sejumlah senyawa aktif yang berguna dalam buah dan sayur segar juga semakin dimaksimalkan manfaatnya oleh para konsumen kelompok bahan pangan ini. Namun semua kehebatan yang “tersembunyi” dalam buah dan sayur segar tersebut akan sia-sia jika penanganan yang dialami tidaklah higienis. Untuk memastikan higienitas proses penanganan sayur dan buah segar, diperlukan sanitizer yang bukan hanya mudah dipergunakan tetapi juga efektif dalam mereduksi densitas mikroba yang menempel pada permukaan bahan pangan tersebut.

BAB – 2

KONTAMINASI BUAH DAN SAYUR SEGAR

Di belahan bumi manapun, buah dan sayuran segar (*fresh produce*) maupun buah dan sayuran potong (*fresh cut*) selalu dipercaya sebagai bahan pangan yang bergizi (sumber vitamin, mineral maupun serat) dan sehat. Namun demikian, pada pertengahan tahun 2016, masyarakat Indonesia cukup dikejutkan oleh fakta ditemukannya cemaran bakteri pathogen *Listeria monocytogenes* pada buah apel import asal Amerika Serikat. Kejadian tersebut kemudian berujung pada penarikan semua buah apel segar import asal Amerika dari supermarket-supermarket dan pasar-pasar tradisional di Indonesia oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) untuk selanjutnya dimusnahkan (dibakar). Meskipun prevalensi *foodborne illness* yang sepenuhnya disebabkan *fresh produces* relative rendah, yaitu sekitar 20% dari semua *foodborne illness*, namun kelompok mikroorganisme pathogen ini masih merupakan sumber kontaminasi yang menimbulkan ancaman serius bagi kesehatan manusia di seluruh dunia.

Setiap usaha pangan yang sukses harus berfokus pada konsumen akhir. Produsen buah dan sayuran dituntut untuk memberikan produk yang aman dan sehat ketika sampai ke tangan konsumen. Meskipun demikian, hingga kini buah dan sayuran segar sering diidentifikasi dan dikonfirmasi sebagai sumber signifikan dari kontaminan patogen dan kontaminan

kimia yang berpotensi menimbulkan ancaman bagi kesehatan manusia di seluruh dunia (WHO, 2011).

Dalam rangka mengembangkan praktek dan metode produksi yang tepat, bahaya dan resiko yang mereka berikan bagi kesehatan manusia harus sepenuhnya dipahami. Pemahaman mengenai agen yang mempengaruhi keamanan dan kualitas dari buah segar dan sayuran memungkinkan untuk mengembangkan praktek untuk meminimalisasi potensi dampak negatif. Bab ini mendefinisikan potensi bahaya yang paling sering terjadi terkait buah segar dan sayuran serta memberikan informasi mengenai peran dari produksi segar dalam penyebab foodborne disease dan pengaruhnya terhadap kesehatan konsumen.

Produksi buah segar dan sayuran mencakup berbagai kegiatan seperti pertanian, panen, pengolahan pasca panen dan pengolahan. Dalam semua kegiatan ini, terdapat bahaya tertentu mempengaruhi keamanan dan kualitas produk dan karena itu mungkin menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen.

Untuk mengurangi risiko dan meningkatkan keamanan produk buah dan sayuran segar, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui dan menilai potensi bahaya di lingkungan produksi. Setelah potensi sumber kontaminasi produk atau bahaya lainnya telah diidentifikasi, praktek-praktek untuk mengontrol, mengurangi atau menghilangkannya dapat diimplementasikan. Dalam Bab 2 ini secara khusus akan dibahas mengenai tiga jenis hazard (kontaminan yang

membahayakan kesehatan) yang dapat mencemari *fresh produces* dan *fresh cuts* termasuk karakteristik masing-masing serta tingkat risiko keamanan pangannya.

2.1. Hazard yang bersifat fisik

Hazard atau bahaya fisik umumnya berupa bahan “asing” yang masuk ke dalam buah-buahan dan atau sayuran segar dari berbagai titik rantai produksinya, yaitu mulai dari lahan pertanian, saat pemanenan, pencucian, pengemasan, pengangkutan maupun selama proses distribusinya. Tabel 2.1. berikut ini berisi beberapa bahan asing yang tergolong sebagai hazard fisik yang paling umum ditemukan pada *fresh produces* dan *fresh cuts* serta kemungkinan sumber-sumbernya:

Tabel 2.1. Bahan-bahan asing yang tergolong sebagai hazard fisik

| Bahan asing | Potensi cedera | Sumber |
|--------------------|-----------------------------|--|
| Kaca | Tergores dan perdarahan | Botol, toples, lampu, perlengkapan, peralatan, alat pengukur |
| Kayu | Tergores, infeksi, tersedak | Lapangan terbuka, palet, kotak, bahan |
| Batu | Tersedak, patah gigi | Lapangan terbuka, bangunan |
| Isolasi | Tersedak, luka, infeksi | Bahan bangunan |

| | | |
|-----------|----------------------------|----------------------------|
| Plastik | Tersedak, luka, infeksi | Pengemas, palet, peralatan |
| Perhiasan | Tersedak, patah gigi, luka | Para karyawan |

Material asing di produk segar dapat mengakibatkan cedera serius dan penyakit bagi konsumen. Sebagian besar bahaya fisik terkait dengan praktik penanganan yang buruk saat panen, pencucian, sortasi dan pengemasan produk. Untuk menjamin keamanan pangan produk segar, prinsip-prinsip berikut harus diingat:

- Mengidentifikasi bahaya fisik yang mungkin ada sepanjang rantai produksi (proses pertanian dan pasca panen);
- Melaksanakan praktek yang tepat dan penanggulangan dan menciptakan kesadaran dan tanggung jawab di antara para pekerja.

2.2. Hazard yang bersifat kimia

Bahan kimia dan zat tunggal dapat menimbulkan bahaya kesehatan yang serius pada konsumen jika mereka mengontaminasi buah segar dan sayuran dalam konsentrasi yang signifikan. Kontaminasi dapat disebabkan oleh salah satu zat alami atau dengan bahan kimia sintetis yang dapat ditambahkan atau terdapat selama produksi atau perawatan dan pengolahan lebih lanjut pasca panen pertanian.

Tabel 2.2. Bahan-bahan asing yang tergolong hazard kimia

| Bahan kimia alami | Potensi resiko kesehatan bagi manusia |
|---|--|
| Alergen (misalnya gulma, kacang) reaksi alergis | Reaksi alergi (akut) |
| racun jamur (mikotoksin, misalnya aflatoksin) | Beberapa keracunan (akut atau kronis) |
| Phytohaemagglutinin | |
| Alkaloid | Beberapa keracunan (akut atau kronis) |

| Bahaya kimia tambahan | |
|---|--|
| Agrokimia (pestisida dan pupuk) | Beberapa keracunan (akut atau kronis) |
| unsur-unsur beracun dan senyawa (misalnya timbal, seng, kadmium, merkuri, arsenik, sianida) | Beberapa keracunan (akut atau kronis) |
| Pengolahan kontaminan (mis pelumas, bahan pembersih, pembersih, pelapis, cat, pendingin dan agen pendingin, bahan kimia air / perawatan uap, pengendalian hama kimia) | Beberapa keracunan (akut atau kronis) |
| polutan organik persisten (POPs) adalah senyawa yang menumpuk di lingkungan dan tubuh manusia. contohnya adalah dioxin dan PCB (polychlorinated biphenyls). | Paparan POPs dapat mengakibatkan berbagai efek samping pada manusia. |
| Agen dari bahan kemasan (mis plasticizer, vinil klorida, perekat, timbal, timah) | Beberapa keracunan (akut atau kronis) |

Bahan kimia, baik alami atau buatan berupa zat sintetis, dapat menimbulkan bahaya kesehatan yang serius bagi konsumen. Dalam rangka meminimalkan risiko kontaminasi kimia dari produk segar, penting untuk:

- Meminimalisasi dan mengoreksi bahan kimia tambahan (mis agrokimia, pengolahan dan perawatan agen, kemasan aditif, agen pengendalian hama, antibiotik)
- Mencegah kontaminasi selama penanganan produk dan pengolahan dengan mengidentifikasi risiko potensi dan menerapkan praktik yang tepat yang memadai dan penanggulangan.

2.3. Hazard yang bersifat biologis (dan mikrobiologis)

Bahaya biologis pada buah dan sayuran segar berasal dari mikro-organisme seperti bakteri, khamir (yeast) dan jamur, protozoa dan virus. Dalam beberapa kasus, kontaminasi mikroba secara tidak langsung dibawa oleh hama. Pada umumnya, hama mengacu pada setiap hewan dari pentingnya kesehatan masyarakat, seperti tikus, burung, serangga (misalnya kecoak, lalat dan larva mereka), yang mungkin membawa patogen yang dapat mencemari buah dan sayuran segar hingga pada saat siap untuk dikonsumsi.

Mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dapat ditemukan dalam produk bahan mentah. Terkadang mereka adalah bagian mikroflora dari buah atau sayuran sebagai kontaminan insidental dari tanah dan lingkungan. Dalam kasus lain, kontaminan pada makanan ini disebabkan oleh praktek penanganan yang buruk dalam produksi pertanian atau proses pasca panen. Bahaya biologis

dalam buah-buahan segar dan sayuran yang berasal dari patogen mikroorganisme:

- Bakteri
- Khamir (yeast) dan jamur
- Parasit (misalnya protozoa)
- Virus.

Sumber utama kontaminasi mikroba dari buah dan sayuran segar adalah:

- Manusia dan feses hewan (misalnya kotoran / tinja yang tidak ditreatment atau biosolids kota dan cairan limbah)
- Air yang terkontaminasi (pertanian dan pengolahan air)
- Tanah, debu, lingkungan dan peralatan penanganan yang erkontaminasi
- praktik sanitasi yang buruk di seluruh rantai produksi (kontaminasi oleh manusia atau hewan)

2.3.1. Bakteri

Bakteri menimbulkan risiko keamanan pangan pada umumnya karena kehadiran mereka di lingkungan kita. bakteri patogen berpotensi mencemari buah dan sayuran dalam semua tahap rantai produksi. Jumlah bakteri individu yang untuk menyebabkan penyakit pada manusia yang sebenarnya bervariasi tergantung pada jenis organisme serta usia dan kondisi manusia tersebut. Tabel berikut berisi bakteri patogen yang paling penting yang dilaporkan terkait dengan produk segar:

Tabel 2.3.1. Jenis bakteri pathogen dan risiko kesehatan yang ditimbulkan

| Bakteri Patogen | Karakteristik utama dan efek pada kesehatan manusia |
|----------------------------|--|
| <i>Camphylobacter spp.</i> | <i>Camphylobacter spp.</i> merupakan salah satu bakteri paling umum penyebab penyakit diare yang serius. <i>Camphylobacter spp.</i> |

| | |
|---|---|
| | <p>umumnya ditemukan di saluran usus hewan atau air yang tercemar kotoran hewan. Gejala infeksi <i>Camphylobacter spp.</i> biasanya terjadi dalam waktu 2 sampai 10 hari setelah bakteri tertelan. Gejala tersebut meliputi demam, kram perut dan diare (sering berdarah)</p> |
| Bakteri Patogen | Karakteristik utama dan efek pada kesehatan manusia |
| <i>Clostridium botulinum</i> | <p><i>Clostridium botulinum</i> umumnya ditemukan di tanah dan agen peyebab botulisme, penyakit lumpuh serius yang disebabkan oleh racun saraf yang dihasilkannya. Racun <i>C. botulinum</i> bertindak sebagai pelumpuh otot dan menyebabkan gejala termasuk penglihatan ganda dan akhirnya lumpuh dari lengan, kaki, batang dan otot-otot pernapasan. Dalam botulisme, gejala umumnya dimulai pada 18-36 jam setelah konsumsi makanan yang terkontaminasi.</p> |
| <i>Escherichia coli</i> <i>O157:H7</i> | <p><i>E. coli</i> O157: H7 adalah strain patogen dari bakteri <i>Escherichia coli</i>. Ini menghasilkan racun kuat yang dapat menyebabkan penyakit parah. <i>E. coli</i> O157: H7 umumnya ditemukan dalam usus sapi, rusa, kambing, dan domba dan dapat mencemari tanah dan air. <i>Escherichia coli</i> O157: H7 menyebabkan diare</p> |

| | |
|-------------------------------|---|
| | berdarah yang parah dan kram perut. |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | Listeriosis adalah infeksi <i>foodborne</i> serius yang disebabkan oleh <i>L.</i> yang ditemukan dalam usus hewan, tanah dan air. Produk segar dapat terkontaminasi dari tanah atau dari pupuk kandang yang digunakan sebagai pupuk. Efek umum dari Listeriosis adalah demam, nyeri otot dan gejala gastrointestinal yang serius. Jika infeksi menyebar ke sistem saraf, gejala seperti sakit kepala, leher kaku, kebingungan, kehilangan keseimbangan, atau kejang bisa terjadi. |
| <i>Salmonella spp.</i> | Bakteri <i>Salmonella</i> paling sering dilaporkan sebagai penyebab dari <i>foodborne disease</i> . Bakteri hidup dalam saluran usus hewan yang terinfeksi dan manusia. Salmonellosis adalah infeksi yang menyebabkan diare, kram perut dan demam dalam waktu 8 sampai 72 jam setelah konsumsi makanan yang terkontaminasi |
| <i>Shigella spp.</i> | Infeksi oleh <i>Shigella</i> dapat menyebabkan penyakit <i>foodborne</i> dan biasanya terdapat pada produk segar dengan higienitas yang kurang pada saat penanganan makanan atau dari kontaminasi oleh kebersihan manusia serta kebersihan air. Gejala yang sering terjadi yaitu diare, |

| | |
|-------------------------------|--|
| | demam, dan kram perut setelah 1-2 hari mengkonsumsi makanan yang tercemar. Penyakit shigellosis ini biasanya terjadi selama 5 hingga 7 hari. |
| Bakteri Patogen | Karakteristik utama dan efek pada kesehatan manusia |
| <i>Staphylococcus aureus.</i> | <p><i>Staphylococcus aureus</i> adalah agen yang menyebabkan penyakit pencernaan disebut sebagai keracunan makanan oleh bakteri staphylococcus. Hal ini disebabkan oleh kontaminasi makanan dengan racun bakteri yang tahan terhadap panas dan tidak dapat dihancurkan saat dilakukan pemasakan.</p> <p><i>Staphylococcus aureus</i> adalah bakteri yang umum ditemukan pada kulit dan dalam hidung lebih dari 25% dari orang-orang dan hewan yang sehat. Penyebab paling umum dari kontaminasi <i>Staphylococcus aureus</i> adalah kebersihan yang tidak tepat selama penanganan makanan.</p> |

Bakteri bereproduksi dengan mudah dan cepat jika kondisi lingkungan memenuhi kebutuhan spesifik untuk pertumbuhan dan reproduksi mereka, seperti nutrisi yang cukup, kelembaban, keasaman, tingkat oksigen dan suhu.

Karena beberapa bakteri memiliki dosis infeksi yang sangat rendah, pencegahan kontaminasi bakteri adalah faktor kontrol yang paling penting untuk meningkatkan keamanan produk. Juga, adalah penting untuk mengambil tindakan untuk memastikan bahwa patogen sudah ada tidak bisa berkembang biak dan tumbuh ke tingkat berbahaya.

Jika kondisi memungkinkan, waktu generasi bakteri bisa sesingkat 15 - 30 menit, sehingga populasi bakteri untuk berkembang biak sangat cepat. Dalam kondisi optimal, satu sel bisa menghasilkan populasi lebih dari satu juta sel dalam waktu 10 jam.

Dua strategi utama untuk mencegah peningkatan bahaya dari kontaminasi bakteri di produk segar adalah:

- Mencegah bakteri dari mencapai permukaan produk dan / atau menjaga jumlah awal bakteri rendah (pencegahan kontaminasi);
- Memastikan bahwa bakteri yang telah mencapai produk tidak dapat tumbuh (pencegahan pertumbuhan lebih lanjut).
- Mikroba patogen menimbulkan ancaman terbesar bagi keamanan pangan produk segar. Prinsip-prinsip berikut harus diingat dalam operasi hortikultura:
- Setelah suatu produk terkontaminasi, pembersihan atau pembunuhan patogen pada produk sangat sulit;
- Dengan demikian, pencegahan kontaminasi mikroba pada semua langkah operasi sangat diperlukan atas perlakuan untuk menghilangkan kontaminasi yang mungkin terjadi

2.3.2. Virus

Virus adalah organisme yang sangat kecil yang tidak dapat bereproduksi dan berkembang biak di luar sel hidup dan yang tidak dapat tumbuh pada atau di dalam makanan seperti yang

bakteri lakukan. Namun, buah dan sayuran mentah dapat terkontaminasi oleh partikel virus dengan paparan kontaminasi oleh air, tanah, debu atau permukaan. Virus ini kemudian dapat menginfeksi konsumen dari produk jika dikonsumsi mentah. Dosis infeksi dari kebanyakan virus sangat kecil (kadang-kadang sedikitnya 10 partikel virus), sehingga pencegahan kontaminasi sangat penting. Tabel berikut menunjukkan virus utama dilaporkan terkait dengan foodborne disease.

| Virus Patogen | Karakter utama dan efek pada kesehatan manusia |
|----------------------|--|
| <i>Noroviruses</i> | <p>Noroviruses adalah kelompok virus yang menyebabkan gastroenteritis. Mereka ditemukan di usus orang yang terinfeksi, yang dapat dengan mudah ditularkan. Istilah Norovirus baru-baru ini disetujui sebagai nama resmi untuk kelompok virus (nama lain yang telah digunakan termasuk virus Norwalk-like)</p> <p>Gejala Norovirus penyakit biasanya termasuk mual, muntah, diare, kram perut, demam ringan, menggigil, sakit kepala dan nyeri otot. Penyakit ini sering dimulai tiba-tiba, dan orang yang terinfeksi mungkin merasa sangat sakit. Pada kebanyakan orang, penyakit ini membatasi diri dan berlangsung selama sekitar 1 atau 2</p> |

| | |
|---------------------------|---|
| | hari. |
| <i>Rotaviruses</i> | Rotavirus adalah penyebab virus yang paling umum dari diare berat pada anak-anak di seluruh dunia. Modus utama penularan adalah fekal-oral. Karena virus ini stabil di lingkungan, penularan dapat terjadi melalui konsumsi air atau makanan yang terkontaminasi dan kontak dengan permukaan yang terkontaminasi. Penyakit ini ditandai dengan muntah dan diare berair untuk 3-8 hari, demam dan sakit perut sering terjadi. Orang dewasa juga bisa terinfeksi, meskipun penyakit ini cenderung ringan. |
| <i>Hepatitis A</i> | Hepatitis A virus dapat ditularkan dari satu orang yang terinfeksi ke orang lain oleh kontaminasi makanan atau air. Kasus <i>foodborne</i> oleh Hepatitis A diakui terjadi di seluruh dunia dan terutama dapat dicegah dengan praktik kebersihan yang baik selama penanganan makanan segar. |

Virus dapat menimbulkan bahaya kesehatan yang serius dalam konsentrasi yang sangat rendah. Akibatnya, pencegahan kontaminasi produk adalah penting selama proses produksi:

- sanitasi yang tepat dan kebersihan langkah-langkah selama penanganan makanan dalam operasi pertanian dan pasca panen;
- mencuci yang tepat dan sanitasi dari hasil sebelum kemasan akhir.

2.3.3. Parasit

Parasit adalah organisme yang berasal dari nutrisi dan perlindungan organisme hidup lainnya yang dikenal sebagai host. Parasit adalah dari berbagai jenis dan berbagai ukuran dari organisme bersel tunggal kecil (protozoa) untuk cacing multi-selular hingga yang lebih besar (misalnya cacing). Mereka dapat ditularkan dari hewan ke manusia, dari manusia ke manusia, atau dari manusia ke hewan. Beberapa parasit telah muncul sebagai penyebab signifikan foodborne disease dan air. Parasit hidup dan berkembang biak di dalam jaringan dan organ manusia serta hewan yang terinfeksi host, dan sering diekresikan dalam tinja. Mereka dapat ditularkan dari host ke host melalui konsumsi makanan atau air, atau melalui kontak mulut dengan permukaan yang terinfeksi. Tabel berikut ini berisi beberapa parasit patogen yang paling signifikan yang dapat dikaitkan dengan produk segar:

| Parasit Patogen | Karakter utama dan efek pada kesehatan manusia |
|-------------------------------|--|
| <i>Cryptosporidium parvum</i> | Parasit protozoa yang hidup di usus banyak hewan ternak, termasuk sapi, domba, kambing dan rusa. Parasit pathogen ini merupakan penyebab signifikan dari air dan foodborne disease di seluruh dunia dan menyebabkan penyakit Cryptosporidiosis, yang disertai dengan diare berair, |

| | |
|--|---|
| | <p>kram perut, sakit perut dan demam ringan. C. diteruskan melalui konsumsi makanan atau air yang terkontaminasi dengan C. Ookista (tahap infeksi dari parasit). Ookista adalah tahap tahan lingkungan organisme dan gudang dalam kotoran dari sebuah host.</p> |
| <p><i>Cyclospora cayentanensis</i></p> | <p>Protozoa parasit yang menyebabkan siklosporiosis, penyakit parasit yang masih sedikit yang diketahui pada saat ini, tetapi semakin banyak dilaporkan terkait dengan air dan bawaan makanan yang menimbulkan penyakit usus di seluruh dunia.</p> |
| <p><i>Entamoeba histolytica</i></p> | <p>Protozoa parasit yang menyebabkan Amebiasis. kasus foodborne disease dan air dari Amebiasis sangat umum di negara-negara berkembang. Gejala yang cukup ringan dan termasuk diare berair, sakit perut dan kram. Disentri amuba adalah bentuk parah dari Amebiasis terkait dengan sakit perut, tinja berdarah dan demam.</p> |
| <p><i>Giardia intestinalis (Giardia lamblia)</i></p> | <p>Sebuah parasit protozoa yang hidup di usus manusia atau hewan yang terinfeksi. G. Ditemukan di tanah, air atau permukaan yang telah terkontaminasi dengan kotoran dari host yang terinfeksi. Hal ini terjadi di</p> |

| | |
|--------------------------|---|
| | <p>setiap daerah di seluruh dunia dan telah diakui sebagai salah satu penyebab paling umum yang ditularkan melalui air (dan kadang-kadang bawaan makanan). Penyakit. G. dilindungi oleh cangkang luar dan dapat bertahan hidup di luar tubuh untuk jangka waktu yang lama. G. menyebabkan penyakit diare (Giardiasis), gejala khas menjadi diare, kram perut dan mual.</p> |
| Parasit Patogen | Karakter utama dan efek pada kesehatan manusia |
| <i>Toxoplasma gondii</i> | <p>Parasit protozoa yang menyebabkan penyakit Toksoplasmosis. T. hanya dapat melaksanakan siklus reproduksinya dalam anggota keluarga kucing. Dalam hubungan parasit dan host ini, kucing adalah tuan rumah definitif. Tahap infeksi (ookista) berkembang dalam usus kucing dan kemudian menyebar ke lingkungan melalui kotoran kucing, sumber umum dari kontaminasi makanan dan air. Toksoplasmosis membawa pada "seperti flu" gejala. Bayi yang terserang toksoplasmosis berat, dapat mengakibatkan kerusakan pada mata atau otak</p> |

!

Parasit dapat menimbulkan beberapa bahaya kesehatan dan penyakit jika tertelan oleh manusia. Untuk mencegah dan

meminimalkan jumlah parasit pada buah-buahan segar dan sayuran, strategi berikut harus diterapkan pada semua tahap produksi:

- Tidak ada kontak dengan air atau tanah yang terkontaminasi dengan kotoran manusia atau hewan;
- Tidak ada kontak dari orang yang terinfeksi sebagai penanganan produk;
- Pencegahan kontak antara hewan (hama) dan produk segar.

Data mengenai *foodborne disease*

Foodborne disease merupakan masalah kesehatan masyarakat yang mendunia serta terjadi baik di negara-negara maju maupun negara berkembang. Meskipun pihak pemerintah maupun industry pangan telah memberikan upaya yang cukup keras untuk mengatasinya, namun data masih menunjukkan ancaman yang serius dari *foodborne disease* ini.

- Insiden global *foodborne disease* sulit untuk diperkirakan, tetapi pada tahun 2000 telah dilaporkan paling tidak 2,1 juta orang meninggal karena penyakit diare. Sebagian besar kasus tersebut berkaitan dengan kontaminasi produk segar (*fresh produces*) dan air minum.
- Di negara-negara industri, persentase orang yang menderita *foodborne disease* setiap tahun telah dilaporkan hingga 30%. Di Amerika Serikat, misalnya, setiap tahunnya terjadi sekitar 76 juta kasus *foodborne disease* dan mengakibatkan 325.000 rawat inap serta 5.000 kematian.
- Sementara yang kurang didokumentasikan dengan baik, negara-negara berkembang menanggung beban masalah karena adanya berbagai *foodborne disease*, termasuk yang disebabkan oleh parasit. Tingginya prevalensi penyakit diare di banyak negara berkembang menunjukkan masalah keamanan pangan utama yang mendasari.

Foodborne disease tersebar luas di seluruh dunia dan saat ini dianggap muncul meskipun upaya baru-baru ini di bidang tindakan keamanan pangan. *foodborne disease* menimbulkan ancaman yang cukup besar bagi kesehatan manusia dan ekonomi dari individu, keluarga dan bangsa. kontrol mereka membutuhkan upaya bersama pada bagian dari tiga mitra utama, yaitu pemerintah, industri makanan dan konsumen.

Efek pada kesehatan konsumen

Efek *foodborne disease* pada kesehatan sangat tergantung pada status kesehatan dan daya tahan tubuh dari individu-individu yang terkena dampak. Kelompok individu yang sangat rentan, seperti bayi, anak-anak, lanjut usia, wanita hamil atau orang dengan sistem kekebalan tubuh yang rendah (misalnya terjangkit HIV), yang paling terkena dampak, dan *foodborne disease* dapat menyebabkan konsekuensi serius, termasuk kematian.

Efek yang paling umum dari *foodborne disease* meliputi:

- Muntah dan mual;
- Gastroenteritis dan diare;
- Penyakit non-intestinal (misalnya pusing, persalinan prematur dan lahir mati).

Virulensi bakteri, misalnya, jumlah yang harus hadir untuk menyebabkan penyakit, bervariasi dengan jenis bakteri dan usia dan kesehatan orang yang terinfeksi. Sebagai contoh, *Shigella* spp. sangat virulen dan sedikitnya 10 sel mungkin menyebabkan penyakit. Dengan bakteri lainnya jutaan mungkin diperlukan untuk menyebabkan penyakit secara langsung atau untuk menghasilkan cukup racun untuk menyebabkan penyakit. anak-anak, bayi, hamil wanita, orang tua dan orang yang sudah sakit atau kekebalan dikompromikan lebih rentan terhadap infeksi dari orang dewasa muda yang sehat. Namun, penting untuk mencatat bahwa dalam beberapa wabah besar korban utama penyakit

orang dewasa perempuan setengah baya, diduga menjadi konsekuensi dari demografi konsumsi.

Bakteri yang telah terkontaminasi produk segar mungkin mampu mereproduksi pada permukaan produk atau dalam produk jika jaringan telah terluka atau jika watersoaking telah terjadi. Meskipun sulit untuk mencegah reproduksi, kita dapat mengurangi tingkat populasi pertumbuhan dalam beberapa kasus dengan mengendalikan ketersediaan hara, suhu, kelembaban, pH dan oksigen. Misalnya, panen dan penanganan cedera yang pecah sel menyediakan titik masuk bagi bakteri dan media untuk pertumbuhan bakteri. Kita harus merancang sistem penanganan sehingga bahwa cedera tersebut dihindari.

Reproduksi beberapa patogen adalah suhu tergantung sehingga refrigeration merupakan sarana mengurangi laju pertumbuhan penduduk atau mencegah sepenuhnya pada tanaman yang tidak dingin-sensitif. Meskipun refrigeration di bawah 5 ° C dasarnya dapat menghentikan pertumbuhan beberapa patogen, studi telah menunjukkan bahwa patogen tertentu bertahan hidup lebih lama di bawah refrigeration dari pada kondisi kamar. Hal ini memperkuat pentingnya prinsip bahwa kontaminasi harus dicegah.

Manipulasi salah satu faktor di atas adalah komoditas spesifik. Dalam kasus suhu, kualitas produk dapat dikompromikan pada suhu yang tidak menguntungkan. SEBUAH strategi manajemen harus digunakan yang sesuai untuk produk. Misalnya, suhu optimum untuk pertumbuhan E. coli adalah 37 ° C (98,6 ° F) tapi dapat berkembang biak di kisaran 10 (atau sedikit lebih rendah) untuk 46 ° C (50-114,8 ° F). Pendinginan akan memperlambat reproduksi tetapi beberapa komoditas mungkin terluka jika mereka didinginkan ke titik yang E. coli reproduksi berhenti.

Demikian juga, manipulasi oksigen tingkat, kelembaban atau faktor lingkungan lainnya yang disebutkan di atas harus

mengambil kualitas produk menjadi pertimbangan. oksigen rendah mungkin tidak secara signifikan mempengaruhi bakteri patogen yang bertanggung jawab untuk sebagian besar penyakit yang berhubungan dengan produk. Secara umum, suhu kontrol adalah sarana utama mempengaruhi pathogen pertumbuhan.

Bakteri bereproduksi melalui proses yang dikenal sebagai biner fisi, yang ditunjukkan pada grafik berikut. Sebuah sel tunggal membagi dalam dua. Kedua sel membelah lagi dan produk dari divisi yang membagi lagi. populasi sehingga meningkat dengan cepat dalam pola logaritmik. Waktu yang dibutuhkan untuk sel bakteri untuk membagi, atau untuk populasi bakteri untuk ganda dalam ukuran, dikenal sebagai waktu generasi. Generasi kali bervariasi untuk spesifik jenis bakteri dan dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan yang dibahas sebelumnya.

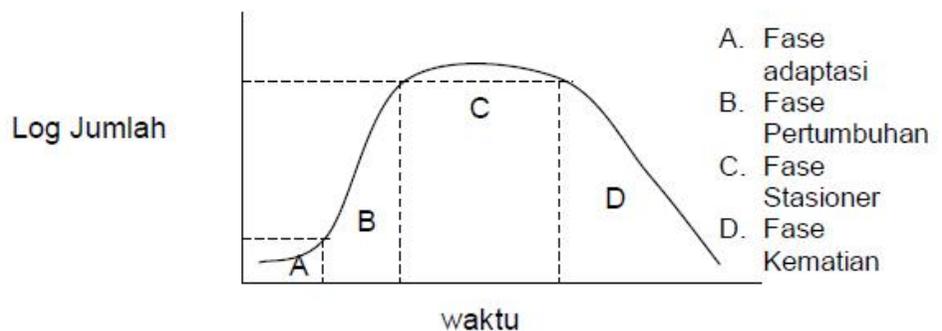
Sebagai contoh, E. coli, yang memiliki waktu generasi yang berkisar dari 15 sampai 20 menit dalam kondisi optimal Pertumbuhan terbatas (nutrisi tidak membatasi). Seperti yang ditunjukkan bawah, sebuah sel tunggal dapat mereproduksi untuk membentuk lebih dari satu juta bakteri dalam 7 jam (6-log peningkatan) dan dalam 10 jam populasi melebihi satu miliar sel (9-log kenaikan).

| Waktu (jam) | Jumlah sel bakteri |
|-------------|--------------------|
| 0 | 1 |
| 1 | 8 |
| 2 | 32 |
| 3 | 256 |
| 4 | 2.048 |
| 5 | 16.384 |
| 6 | 131.072 |
| 7 | 1.058.576 |
| 8 | 16.777.216 |

| | |
|----|---------------|
| 9 | 134.217.728 |
| 10 | 1.073.741.824 |

Data di atas mempertegas konsep bahwa pencegahan kontaminasi dan meminimalkan bertahan hidup setelah terjadinya kontaminasi sangat penting untuk keselamatan produk. Hipotetis, jika hanya satu bakteri hadir dan kondisi yang menguntungkan untuk perkalian, sebuah virulen populasi dapat berkembang dalam waktu yang relatif singkat.

Proses multiplikasi bakteri biasanya terjadi dalam serangkaian langkah-langkah atau fase seperti yang ditunjukkan pada grafik di bawah ini.



Pengetahuan tentang proses pertumbuhan penduduk dapat memberikan wawasan peluang untuk pencegahan atau pengendalian laju reproduksi. Dalam rangka menjaga populasi dari mencapai tingkat yang dapat menyebabkan penyakit, maka perlu untuk menjaga jumlah awal yang rendah melalui pencegahan dan menerapkan strategi untuk menjaga populasi di laten atau lag fase. Sayangnya, seperti dibahas di atas, pertumbuhan bukan persyaratan untuk patogen yang sangat virulen atau tertentu sub-jenis patogen, yang jumlah yang sangat rendah cukup untuk menyebabkan penyakit atau kematian.

BAB – 3

PRINSIP DAN METODE

DEKONTAMINASI BUAH DAN

SAYUR SEGAR

Buah dan sayur segar (BSS) diketahui menjadi *carrier* mikroorganisme patogen. BSS adalah produk tipikal yang langsung dikonsumsi dengan penanganan yang minimal, sehingga peluang kontaminasi oleh mikroorganisme patogen besar yang sering kali berujung pada kasus *foodborne illness outbreak*. Kontaminasi BSS oleh mikroorganisme patogen dapat terjadi mulai sejak dari lahan hingga meja makan, termasuk kontaminasi dari bibit, produksi, pemanenan, penanganan paska panen, penyimpanan, transportasi selama distribusi, penyajian di retail hingga preparasi di tingkat rumah tangga. Beberapa mikroba patogen yang sering dijumpai pada BSS dan menyebabkan kasus *foodborne illness outbreak* antara lain *E.coli* O157:H7, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Cryptosporidium spp.*, *Cyclospora spp.*, *Clostridium botulinum*, virus hepatitis A, virus Norwalk, dan jenis *Norwalk-like virus* (Gorny, 2006).

Selama penanganan BSS aplikasi *sanitizer* yang kuat dan disinfektan sering kali digunakan untuk mengurangi mikroorganisme patogen melalui proses pencucian. Praktek ini dapat dilakukan apabila kontaminasi terjadi saat paska panen, dan sumber kontaminasi tidak bisa diatasi dengan implementasi *good manufacturing practices* (GMP) (Sapers, 2006). Air merupakan media yang dipakai untuk mencuci BSS. Pencucian dengan air mengalir dapat menghilangkan pasir, tanah dan kotoran lainnya secara efektif, dan bahkan dapat mengurangi densitas mikroba pada BSS. Namun penggunaan air yang tidak bersih dapat menjadi sumber kontaminasi mikroba patogen (Joshi *et al.*, 2013). Oleh karena itu pada aplikasinya, pencucian sering dikombinasikan dengan senyawa disinfektan (López-Gálves *et al.*, 2009).

3.1. Prinsip Sanitasi dan Disinfeksi

Implementasi sanitasi pada prinsipnya memberikan perlakuan yang dapat menurunkan jumlah mikroba dalam bahan pangan atau area permukaan bahan pangan secara efektif tanpa mempengaruhi kualitas produk dan keamanan konsumen (FAO, 2007). Selama proses penanganan BSS, pemakaian senyawa pembersih (*sanitizer*) dan disinfektan yang kuat dibutuhkan untuk menurunkan densitas mikroorganisme. Baik *sanitizer* maupun disinfektan harus memiliki sifat anti-mikroba yang kuat, namun di sisi lain juga harus efektif dalam hal biaya, ramah lingkungan, tidak beracun dan tidak berpengaruh pada nutrisi dan karakter organoleptik bahan pangan (Joshi *et al.*, 2013)

3.2. Beberapa Metode Dekontaminasi

Banyak jenis metode dekontaminasi mikroorganisme pada BSS. Pencucian dengan penambahan desinfektan merupakan metode dekontaminasi yang paling banyak diterapkan karena mudah dan dapat diaplikasikan baik skala domestik hingga industri. Beberapa desinfektan yang banyak dipakai pada proses dekontaminasi BSS adalah klorin, hidrogen peroksida, asam perasetat, ozon, dan *electrolyzed oxidizing water*. Berbagai jenis desinfektan tersebut mampu menginaktivkan mikroba baik patogen maupun pembusuk (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Pengaruh desinfektan terhadap inaktivasi mikroba

Sumber: Joshi *et al.* (2013)

Berikut adalah paparan beberapa desinfektan yang diaplikasikan pada proses penanganan BSS:

a. Klorin

Klorin diaplikasikan secara luas dalam bentuk natrium hipoklorida (NaOCl) pada industri BSS. Kelebihan dari penggunaan NaOCl adalah murah dari sisi biaya dan sifat antibakteri dan anti-mikrobanya yang kuat. Konsentrasi klorin aktif yang digunakan sebagai senyawa desinfektan untuk BSS adalah 5 – 200 ppm. Pada salah satu penelitian yang menggunakan selada segar yang dengan sengaja ditambahkan

kontaminan *E. coli* , aplikasi klorin dengan konsentrasi 40 mg/l dapat menurunkan *E. coli* secara efektif (5 log unit) melalui proses pencucian selama 1 menit (López-Gálves *et al.*, 2009). Meskipun aktif digunakan sebagai disinfektan, klorin mempunyai kelemahan, yaitu dapat bereaksi dengan komponen organik dalam bahan pangan membentuk senyawa yang bersifat toksik dan menimbulkan risiko kesehatan (Joshi *et al.*, 2013), maka dicari disinfektan lain untuk menggantikan klorin.

Klorin dalam bentuk klorin dioksida (ClO₂) pada konsentrasi 0,1 ppm dapat secara efektif menghambat beberapa patogen, seperti spora bakteri, *Legionella*, Tuberculosis, *Listeria*, *Salmonella*, amoeba cysts, *Giardia* cysts, *E.coli*, dan *Cryptosporidium*. Klorin dioksida dapat mempenetrasi dinding sel mikroorganisme dan menghambat fungsi metabolisme mikroba. Klorin dioksida dapat bekerja secara efektif pada rentang pH yang luas.

b. Ozon

Ozon diaplikasikan secara luas pada industri pangan untuk mendekontaminasi permukaan bahan pangan. Ozon mempunyai sifat anti-mikroba yang sangat kuat, yang dapat menginaktivasi bakteri (gram positif dan gram negatif), jamur, virus, protozoa, dan spora mikroba. Oleh karena itu ozon banyak diaplikasikan di BSS. Ozon termasuk dalam kategori GRAS (*Generally Regarded as Safe*) karena penggunaannya

tidak meninggalkan residu. Sifatnya yang sangat tidak stabil akan membuat ozon mudah terdekomposisi sebagai oksigen.

Dalam bentuk larutan maupun gas, ozon mudah terdegradasi menjadi bentuk hidroksil ($\text{HO}\cdot$), hidroperoksi ($\cdot\text{HO}_2$) dan radikal superoksida ($\cdot\text{O}_2^-$). Senyawa-senyawa tersebut memiliki kemampuan oksidasi yang tinggi yang dapat merusak komponen selular vital mikroba. Air yang ditambah dengan ozon dapat digunakan untuk mencuci BSS, seperti selada, blackberry, anggur, brokoli, wortel, dan tomat. Aplikasi ozon dapat menurunkan jumlah mikroba hingga 2 log. Aplikasi ozon dengan konsentrasi 1,4 mg/l selama 15 menit ternyata juga mampu menghilangkan 27 – 34% residu pestisida pada sayuran.

Efektivitas ozon sebagai disinfektan tergantung beberapa faktor, yaitu konsentrasi ozon, residu ozon pada media, pH, kelembaban, zat aditif (adanya surfaktan, gula, dll), dan jumlah bahan organik yang mengelilingi sel mikroba.

c. Hidrogen peroksida

Hidrogen peroksida mempunyai sifat bakteriostatik dan bakterisidal karena kemampuannya dalam mengoksidasi. Senyawa ini juga telah memperoleh status GRAS untuk beberapa komoditi pangan. Namun untuk apel dan jamur, aplikasi hidrogen peroksida ini dapat memicu pencoklatan saat suhu mencapai lebih dari 60°C. Hidrogen peroksida efektif pada rentang pH yang cukup luas, yaitu pH 6 – 10.

Hidrogen peroksida dengan konsentrasi 5% terbukti dapat menurunkan jumlah mikroba hingga 3 log unit pada buah. Aplikasi hidrogen peroksida pada suhu tinggi dapat menurunkan *E. coli* dan *Salmonella* sebanyak 2 log unit. Namun pada konsentrasi yang rendah (1%) dan suhu yang rendah tidak efektif sebagai disinfektan. Dalam suatu penelitian, aplikasi hidrogen peroksida 1% pada suhu 20°C atau 40°C selama 15 menit dapat menurunkan *E. coli* O157:H7 sebesar 1,8 – 3,5 log CFU/g.

d. Asam peroksiasetat (PA)

Dikenal juga sebagai asam perasetat, merupakan campuran setimbang antara senyawa peroksi, hidrogen peroksida, dan asam asetat. Asam ini efektif untuk menginaktifkan mikroba patogen seperti *E. coli*, *Salmonella* dan *Listeria* dalam bentuk suspensi dengan konsentrasi yang rendah. Selain itu juga efektif dalam menghambat virus dan spora mikroba.

PA banyak dilirik sebagai alternatif pengganti klorin karena tidak merusak produk, dan tidak berisiko karena dapat terdekomposisi menjadi asam asetat, air dan oksigen. Efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh pH dan suhu. PA lebih efektif pada kisaran pH netral dan semakin tidak efektif pada pH basa. PA dapat mengoksidasi membran sel luar dari sel bakteri vegetatif, endospora, yeast, dan spora jamur. Di Amerika, PA dapat diaplikasikan hingga konsentrasi 80 ppm untuk pencucian BSS. Penurunan jumlah mikroba seperti bakteri aerobik, coli, yeast dan jamur pada sayuran segar

(*fresh cut*) seledri, kubis dan kentang dapat mencapai 1,5 log unit.

e. *Electrolized oxidizing water* (EOW)

EOW merupakan air yang mengalami ionisasi, menghasilkan larutan asam (pH 2,6) yang disebut *acidic electrolyzed water* (AEW) dan larutan basa (pH 11,4) yang disebut *neutral electrolyzed water* (NEW). Mekanisme pengurangan mikroba oleh EOW meliputi mengelektrolisa struktur air yang akan merubah potensi reduksi oksidatifnya (ORP), dan merubah pH. Restrukturisasi air mengacu pada pemecahan molekul air menjadi ukuran yang lebih kecil dan dapat mempenetrasi dinding sel mikroba pada BSS. Air yang sam dengan ORP yang tinggi dapat menekan elektron mikroba. Sedangkan untuk air basa yang dihasilkan mempunyai kemampuan menetralsir radikal bebas secara efisien dan bertindak sebagai antioksidan.

EOW mempunyai sifat bakterisidal yang kuat dan dapat menghambat *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, dan *Salmonella*. AEW telah diaplikasikan di buah dan sayur potong dan dapat mengurangi populasi bakteri hingga 2,6 log CFU/g.

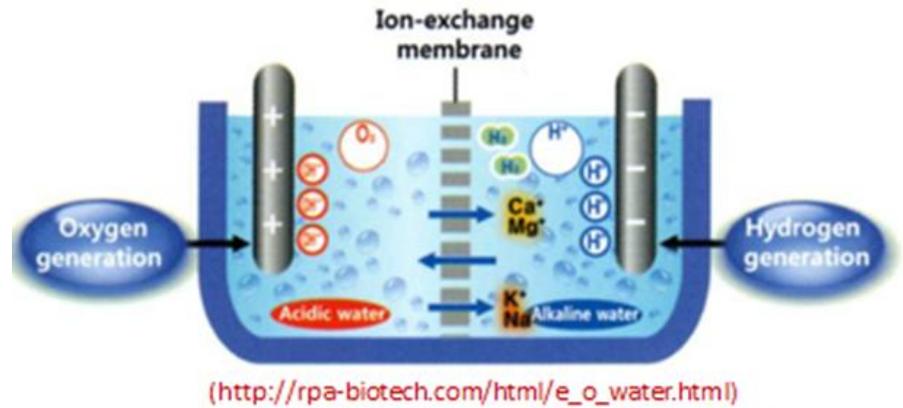
BAB – 4

ELECTROLYZED WATER:

PRODUKSI, KARAKTERISTIK DAN

PROSPEK APLIKASI

Electrolized water merupakan air yang diperoleh melalui proses eletrolisa. Prinsip reaksi kimia untuk produksi *electrolized water* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Prinsip reaksi kimia untuk produksi *electrolized water*

Plat anoda dan katoda yang terdapat pada alat elektrolisa dipisahkan oleh membran. Untuk mempercepat proses elektrolisa, garam NaCl pada konsentrasi 0,1% umumnya ditambahkan ke dalam air murni pada tanki penampung (kontainer) anoda maupun katoda (http://rpa-biotech.com/html/e_o_water.html).

Escherichia coli dan *Listeria monocytogenes* yang banyak ditemukan pada buah stroberi memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap *electrolyzed water*. *Electrolyzed water* dengan 0.2 hingga 0.5 mg/l residu klorin dapat menurunkan 5-6 log populasinya, sementara 1 mg/l residu klorin dapat menginaktivasi total kedua jenis bakteri tersebut (Park *et al*,

2003). Menurut Venkitanarayanan *et al* (1999), pencelupan mikroorganisme pada *electrolyzed water* selama 5 menit menginaktivasi mikroorganisme hingga jumlah populasinya kurang lebih 1 log. Pencelupan selama 10 menit menginaktivasi seluruh populasi mikroorganisme. Peningkatan suhu *electrolyzed water* meningkatkan kecepatan inaktivasi mikroorganisme. Pada suhu 35°C, waktu yang dibutuhkan untuk mengeliminasi *E.coli* dan *L. monocytogenes* adalah 2 menit. *Salmonella enteritidis* masih ditemukan dengan jumlah kurang dari 1 log. Pada suhu 45°C, seluruh populasi *E.coli* terinaktivasi setelah pencelupan selama 1 menit. Populasi *L. monocytogenes* dan *S. enteritidis* berkurang sebanyak 7 log (Venkitanarayanan *et al*, 1999).

Resistensi *E.coli* terhadap *electrolyzed water* lebih tinggi dibandingkan dengan *L. monocytogenes*. Namun, tingkat resistensi dipengaruhi oleh pH dari *electrolyzed water* yang digunakan, dimana *E. coli* paling resisten terhadap *alkaline electrolyzed water*, cukup resisten terhadap *slightly acidic electrolyzed water*, dan tidak resisten terhadap *strong acid electrolyzed water* (Rahman *et al*, 2016). Tingkat resistensi juga dipengaruhi oleh fase pertumbuhan bakteri. Spora bakteri memiliki resistensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sel vegetatif (Rahman *et al*, 2012). Tingkat resistensi juga dipengaruhi oleh ketebalan dinding sel. *Botrytis cinerea* yang banyak ditemukan pada buah stroberi memiliki dinding sel yang tipis. Tipisnya dinding sel mempermudah inaktivasi mikroorganisme tersebut. Pencelupan sel *Botrytis cinerea*

pada *electrolyzed water* akan menginaktivasi seluruh populasi dalam waktu 30 detik (Buck *et al*, 2002).

4.1.1. Pengaruh Karakteristik *Electrolyzed Water*

Electrolyzed water diproduksi pada tegangan 10 hingga 20 V. Pada tegangan di bawah 10 V, pH dari *electrolyzed water* yang dihasilkan lebih tinggi dengan kemampuan oksidasi-reduksi yang lebih rendah dan residu klorin yang rendah. Hal ini menyebabkan pengurangan pada kemampuan bakterisidal dari *electrolyzed water* (Hung *et al*, 2010b). Residu klorin yang tinggi dapat dihasilkan dengan peningkatan kadar NaCl yang ditambahkan pada air sebelum proses elektrolisis. Pada kadar NaCl 0.05%, penurunan jumlah mikroorganisme tidak lebih dari 0.5 log. Pada kadar NaCl 0.1%, jumlah mikroorganisme menurun sebanyak 1 hingga 2 log (Udompijikul *et al*, 2007). Peningkatan kemampuan bakterisidal juga meningkat seiring dengan meningkatnya waktu elektrolisa. Hal ini disebabkan oleh penurunan pH dan peningkatan potensi oksidasi-reduksi (Rahman *et al*, 2012).

Penyimpanan *electrolyzed water* dapat mempengaruhi kemampuan bakterisidalnya. Selama penyimpanan, kadar klorin menurun akibat dekomposisi sehingga mempengaruhi kemampuan oksidasi reduksinya. Penyimpanan pada wadah terbuka mempercepat penurunan sifat bakterisidal karena residu klorin terevaporasi (Len *et al*, 2002). Penyimpanan pada wadah terbuka juga mempercepat peningkatan pH dan penurunan kemampuan oksidasi-reduksi. *Electrolyzed water*

yang disimpan pada wadah terbuka dapat digunakan untuk menginaktivasi *E.coli* dan *L. monocytogenes* maksimal 6 hari setelah elektrolisis. Sementara *electrolyzed water* yang disimpan pada wadah tertutup dapat digunakan hingga 14 hari setelah elektrolisis (Rahman *et al*, 2012). Hilangnya sifat bakterisidal tidak dipengaruhi oleh cahaya, namun dipercepat 5 kali lipat oleh agitasi (Len *et al*, 2002). Penyimpanan *electrolyzed water* juga dipengaruhi oleh suhu, dimana suhu 4°C menyebabkan peningkatan kestabilan sifat bakterisidal karena residu klorin meningkat setelah penyimpanan 24 jam. Pada suhu 25°C, residu klorin menurun setelah penyimpanan pada waktu yang sama (Fabrizio & Cutter, 2003). Namun, untuk inaktivasi mikroorganisme, semakin tinggi suhu yang digunakan maka penurunan jumlah mikroorganisme semakin signifikan (Rahman *et al*, 2016).

4.1.1. Pengaruh pH

Electrolyzed water dibagi menjadi beberapa kategori menurut pHnya. *Strong acid electrolyzed water* memiliki $\text{pH} \leq 2.7$. Pada pH tersebut, *electrolyzed water* dapat dengan mudah menginaktivasi mikroorganisme karena tingginya oksidasi. Oksidasi merusak lapisan membran luar dan dalam, menyulitkan metabolisme, membentuk ikatan disulfida, merubah struktur dan fungsi protein sel mikroorganisme (Liao *et al*, 2007). Namun, gas Cl_2 yang terlarut dapat menguap dengan cepat sehingga menurunkan sifat bakterisidalnya dengan lamanya penyimpanan. Selain itu, rendahnya pH menimbulkan sifat korosif yang beresiko merusak peralatan dan meningkatkan biaya operasional. *Slightly acidic*

electrolyzed water memiliki pH 5-6.5. Semakin rendah pH *electrolyzed water*, semakin signifikan eliminasi mikroorganisme pada stroberi (Issa-Zachari *et al*, 2010). Perbedaan pH pada *electrolyzed water* dihasilkan anoda dan katoda. Anoda menghasilkan *electrolyzed water* dengan pH rendah, kemampuan oksidasi-reduksi yang tinggi dan residu klorin yang tinggi. Sementara katoda menghasilkan *electrolyzed water* dengan pH tinggi dan kemampuan oksidasi-reduksi yang rendah (Koseki *et al*, 2003).

Tabel 1. Pengaruh pH pada penurunan jumlah

| mikro organ isme | Perlakuan | Penurunan jumlah mikroorganisme (log) | | |
|------------------------------|---|--|---------------------------|----------------------------|
| | | Bakteri aerob mesofil | <i>Salmonella spp</i> | <i>Eschericia coli</i> |
| Issa- Zach | <i>Strong acid electrolyzed water</i> | 2.07 ± 0.03 | 2.22 ± 0.02 | 2.77 ± 0.02 |
| ari <i>et</i> <i>al</i> , | <i>Slightly acidic electrolyzed water</i> | 1.68 ± 0.04 | 2.12 ± 0.03 | 2.21 ± 0.05 |

2010)

Electrolyzed water yang berada pada pH 6.5-7.5 dikenal dengan *neutral electrolyzed water* sementara *electrolyzed water* dengan pH 10-13 disebut *basic electrolyzed water*. Koseki *et al* (2003) mempelajari penurunan jumlah mikroorganisme pada buah stroberi yang dicelupkan pada *strong acid electrolyzed water* selama 10 menit (StEW)

dibandingkan dengan pencelupan selama 5 menit kemudian dilanjutkan dengan pencelupan pada *basic electrolyzed water* selama 5 menit (5+5).

Aplikasi *electrolyzed water* sebagai disinfektan pangan alternatif selain klorin mulai dilakukan sekitar 10 tahun terakhir. Dalam Tabel 1 dibawah ini disajikan beberapa studi yang relevan dengan fungsionalitas Electrolyzed water sebagai disinfektan untuk berbagai jenis bahan pangan.

Tabel 4.1. Beberapa studi tentang aplikasi *electrolyzed water* untuk bahan pangan dan mikroorganisme kontaminan yang dideteksi sebagai parameter keamanan pangan.

| No. | Bahan pangan | Type electrolyzed water | Mikroorganisme parameter | Pustaka |
|-----|------------------|------------------------------|---|--------------------------|
| 1 | Udang | EAW ERW | <i>Escherichia coli</i> O157:H7 <i>Salmonella</i> | Loi-Braden et al. (2005) |
| 2 | Tuna | EAW (pH 2,2-2,9) | Total plate count (bakteri) | Huang, et al. (2006) |
| 3 | Daging ayam | EAW (pH 2,4) ERW (pH 8,0) | <i>Escherichia coli</i> <i>Camphylobacter</i> <i>Salmonella</i> | North et al. (2007) |
| 4 | Selada dan bayam | EAW | <i>Escherichia coli</i> O157:H7 <i>Salmonella</i> | Park, et al. (2008) |

| | | | | |
|---|-------|-----------------|--|-----------------------------|
| | | | <i>typimurium</i> <i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i> | |
| 5 | Kubis | EAW ERW | Bakteri perusak Jamur (fungus) Khamir (yeast) | Rahman, et al. (2010) |
| 6 | Apel | EAW (pH 3,1) | <i>Penicillium</i> <i>expansum</i> | Okull, et al. (2004) |

Meskipun dari studi pustaka telah ada beberapa bukti bahwa electrolyzed water, baik yang memiliki pH asam maupun basa menunjukkan aktifitas desinfeksi terhadap beberapa jenis mikroorganisme parameter higienitas maupun keamanan pangan, namun belum pernah ada penelitian yang bersifat lebih komprehensif mengenai karakterisasi pH dari masing-masing kelompok electrolyzed water tersebut. Beberapa peneliti menyebutkan electrolyzed water yang memiliki sifat asam (pH rendah) lebih efektif sebagai desinfektan pangan (Loi-Braden et al., 2005; Park et al., 2008), namun beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa antara electrolyzed water asam maupun basa tidak menunjukkan perbedaan signifikan dalam hal efektivitasnya terhadap mikroorganisme patogen (North et al., 2007). Bahkan, Rahman et al., menemukan bahwa electrolyzed water yang bersifat basa sangat efektif sebagai desinfektan bakteri-bakteri pembusuk yang biasa ada di dalam sayuran. Fine tuning, atau pengaturan ketepatan aplikasi electrolyzed water yang berbasis pH sebagai desinfektan tiga grup utama bahan pangan (seafood, daging

dan sayuran / buah) kemudian menjadi penting untuk dilakukan. Keluaran dari penelitian berjudul fine tuning electrolyzed water berbasis pH ini akan dapat menjadi panduan atau standard dalam pengaplikasian electrolyzed water sebagai desinfeksi pangan. Analisis mikrobiologi yang dilakukan dengan pendekatan teknik analisis molekuler selain akan memberikan hasil yang lebih reliable juga akan memberikan peluang besar bagi penelitian ini untuk dipublikasikan di tingkat internasional.

4.1.3. Evaluasi Efisiensi dari Teknologi Disinfeksi

Evaluasi efisiensi dari teknologi disinfeksi yang berbeda sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sifat fisikokimia air yang digunakan untuk proses pencucian dan jenis produk (Tabel 2). Selain itu, metode yang digunakan untuk menerapkan perawatan dekontaminasi dan karakteristik prosedur (durasi, urutan pencucian, dan sebagainya) juga mempengaruhi pemulihan mikrobiota dan mikroorganisme patogen. Adapun kesulitan dalam membandingkan bahan dekontaminasi karena perbedaannya dalam prosedur inokulasi, waktu pengeringan sebelum pencucian dan metode pendeteksian. Selain itu, pemulihan inokulum tergantung pada lamanya waktu produk saat dicuci dalam larutan sanitasi. Dari semua perlakuan, metode inokulasi celup dapat mereduksi sejumlah mikroorganisme paling banyak, diikuti metode inokulasi spot dan spray. Keefektifan dari pencucian menurun jika jarak waktu antara kontaminasi dengan pencucian

meningkat. Efektivitas dari perlakuan disinfeksi juga tergantung pada jenis sayuran, karakteristik permukaan produk (celah, reat, bersifat hidrofobik dan tekstur) dan bahkan lokasi jaringan (daun bagian dalam dan luar). Sebagai contoh, beberapa perlakuan disinfeksi pada inokulasi rantai *Listeria innocua* dan *E.coli* lebih efektif pada selada daripada kubis dan brokoli. Produk-produk tersebut memiliki variasi yang banyak pada berat/luas permukaan, seperti selada dan tomat. Penulis menjelaskan bahwa proses dekontaminasi dirancang untuk mencapai tujuan tertentu, misalnya, 3-log penurunan CFU/g selada atau tomat akan menghasilkan masing-masing penurunan sebanyak 0.114- dan 18-log CFU/cm².

Tabel 4.2. Faktor yang mempengaruhi dekontaminasi

| Faktor | Faktor |
|-------------------------|---|
| Kualitas air | pH Suhu Kekeruhan Senyawa organik |
| Sanitizer | Konsentrasi Waktu kontak |
| Perlakuan dekontaminasi | Metode aplikasi (pencelupan, penyemprotan, dan agitasi, digosok selama paparan) Rasio produk/air Batch single atau dobel Pembilasan setelah sanitasi Pencucian berkali-kali |
| Target mikroorganisme | Pilihan rantai mikroba Rantai tunggal atau <i>cocktail</i> Keadaan fisiologis sel bakteri Mikroorganisme natural atau |

| | |
|---------------------|--|
| | diinokulasi Ukuran populasi |
| Prosedur inokulasi | Metode inokulasi (celup, spray, atau spot) Waktu inkubasi (waktu sebelum pencucian) |
| Metode pendeteksian | Pendeteksian dan media enumerasi Prosedur konfirmasi |
| Produk | Jenis sayuran Karakteristik permukaan produk Daun bagian luar dan dalam |
| Interval waktu | Waktu antara kontaminasi dan pencucian |

Pada sebagian besar kasus, konsep disinfeksi yang sangat efektif didukung oleh penelitian laboratorium dimana berbagai bahan sanitas dan metode digunakan, sehingga hasilnya mengesankan. Adapun aspek yang sering dilupakan adalah penggunaan kondisi simulasi pengolahan memiliki perbedaan yang signifikan ketika bahan sanitasi tersebut diteliti dalam laboratoriu, pilot atau skala pabrik. Pada umumnya, mayoritas penelitian yang berfokus pada evaluasi dari bahan sanitasi dalam pereduksian mikroorganisme patogen selama pencucian tidak memperhitungkan jumlah senyawa organik. Bahkan, kualitas air pencucian menurun dengan cepat selama proses pencucian produk dan biasanya mengandung benda organik termasuk tanah, daun, dan sampah lainnya serta mikroorgabisme yang berkaitan dengan produk. Ketika air potable digunakan untuk mengevaluasi perbedaan bahan sanitasi, hal ini mungkin menyebabkan hasil yang tidak realistis. Penelitian lebih lanjut harus dilakukan

pada kondisi nyata, dimana tingkat konsumsi air dan pembuangan air limbah tereduksi serta kualitas produk harus dievaluasi setelah penyimpanan. Kurangnya metodologi standarisasi dan prosedur validasi menyebabkan kesulitan dalam memilih strategi sanitasi yang paling memadai untuk proses disinfeksi produk fresh-cut.

4.1.4. Peraturan Penggunaan Zat pada Dekontaminasi

Peraturan mengenai zat yang digunakan untuk mengurangi jumlah mikro pada buah dan sayuran segar sangat kompleks dan di beberapa daerah masih diragukan. Di setiap negara, status peraturan larutan sanitasi berbeda-beda. Definisi dari produk yang digunakan untuk mensterilkan air pencucian tergantung pada 1) jenis produk yang akan dicuci, dan dalam beberapa kasus 2) lokasi dimana disinfektan tersebut digunakan. Di USA, disinfektan pada air pencucian digunakan untuk produk fresh-cut diatur oleh FDA sebagai bahan aditif makanan sekunder, kecuali bahan-bahan tersebut diakui sebagai Generally Recognized As Safe (GRAS) atau dianggap aman. Jika produknya berupa komoditas pertanian mentah yang dicuci di fasilitas pengolahan makanan, seperti fasilitas fresh-cut, baik EPA (Environmental Protection Agency) dan FDA memiliki peraturan dan produk disinfektan harus teregistrasi sebagai pestisida dengan EPA. Daftar larutan disinfektan sanitasi air pencucian yang dipilih diterima oleh FDA yang tertulis pada Code of Federal Regulations 21 CFR. Bagian 173.315 dan 178.1010.

Hammond (2004) menguraikan bahwa situasi di Eropa dan membuat pertimbangan pada perubahan yang mungkin akan datang. European Council Directive (89/107/EEC), pada bahan tambahan makanan terdiri dari daftar senyawa-senyawa yang dapat ditambahkan ke makanan secara legal jika bahan tersebut menunjukkan tujuan yang bermanfaat, aman dan tidak menyesatkan konsumen. Pengontrolan yang lebih rinci dibuat berdasarkan Framework Directive yang diimplementasikan ke dalam hukum nasional masing-masing negara anggota Uni-Eropa dan menetapkan bahan tambahan makanan mana yang diperbolehkan, kriteria pemurnian yang spesifik dan kondisi pemakaian, termasuk jumlah maksimum untuk bahan tambahan tertentu. Adapun peluang menggunakan zat lain untuk dekontaminasi produk, berfungsi sebagai “processing aids” yang didefinisikan sebagai ‘substansi yang tidak dikonsumsi sebagai makanan itu sendiri, sengaja digunakan untuk pengolahan bahan baku, makanan, atau bahan-bahan dalam memenuhi tujuan teknologi tertentu selama perlakuan dan proses pengolahan dan yang mengakibatkan ketidaksengajaan tetapi secara teknis tidak dapat dihindari adanya residu dari bahan atau yang produk akhir, asalkan residu tersebut tidak beresiko buruk pada kesehatan dan tidak memiliki efek pada produk akhir’. Klorin dan klorin dioksida digunakan pada pencucian buah dan sayuran biasanya dianggap sebagai “processing aids”.

Apakah air pencucian yang mengandung bahan kimia merupakan bahan adiktif atau bahan pengolahan yang penting, karena konsumsi tidak akan menerima produk pertanian 'alami' (seperti daun-daunan) yang memiliki nama dari bahan kimi adiktif pada labelnya. Oleh sebab itu, dalam prakteknya, dekontaminasi air pencucian harus dapat digolongkan sebagai alat bantu pengolahan, dimana tidak berpengaruh terhadap produk, ini merupakan suatu tantangan bagi para peneliti sains. Komisi Eropa merencanakan untuk mengembangkan peraturan yang lebih rinci mengenai penggunaan processing aids. Meskipun pada tahap awal, salah satu hal yang perlu dipertimbangkan adalah definisi dari processing aids yang lebih terperinci, sehingga residu dari processing aids pada produk akhir tidak akan diterima lagi, kecuali zat tersebut digunakan untuk makanan. Perundang-undangan tentang processing aids pada produk akhir belum diselaraskan dengan tingkat European Community, dan processing aids yang dapat digunakan secara legal di beberapa negara Eropa seperti Inggris dan Perancis tidak diijinkan di negara-negara anggota lainnya. Pendekatan global untuk processing aids diperlukan untuk mengontrol bahan-bahan penting dalam meminimalkan kemungkinan transmisi patogen dari sumber air ke produk. Resikonya tidak dapat dihilangkan dengan menggunakan air yang banyak; resiko dari kontaminasi silang patogen hanya dapat dihindari dengan menggunakan processing aids.

4.1.5. Permasalahan dalam Penggunaan Klorin

Efisiensi klorin dan turunannya, memiliki kemampuan dapat disinfeksi air yang memadai, hal ini telah terbukti selama 30 tahun terakhir. Penggunaan air berklorinasi sebagai tahapan dekontaminasi pada pencucian produk fresh-cut telah digunakan di seluruh industri produk segar. Tanpa klorin, memungkinkan tidak adanya pasar untuk salah fresh-cut dan sayuran. Sekitar 76% responden dalam survei industri menggunakan hipoklorit, meskipun telah jelas diketahui bahwa terdapat banyak aspek penting dari bahan kimia klorin seperti pengaturatan pH, tidak sepenuhnya dipahami. Akibatnya, banyak pengguna hipoklorit tidak menggunakannya dalam kondisi optimal karena tidak mencapai efektivitas yang maksimum. Sebagian besar dari perusahaan bahan kimia menawarkan alternatif lain dengan memberitahu dampak negatif dari penggunaan klorin dengan adanya residu produk samping dan menyarankan industri untuk berpindah ke metode lainnya. Sensitivitas pendeteksi residu telah meningkat secara signifikan pada 10 tahun terakhir; namun jika seseorang dapat mendeteksi sesuatu bukan berarti itu masalah besar. Namun demikian, hasil dari penelitian toksisitas tidak mengindikasikan adanya penyebab yang serius mengenai keamanan dari penggunaan klorin. Klaiber et al. (2005) menetapkan bahwa pembentukan produk samping akibat klorinasi dari wortel dengan air keran yang mengandung 200 mg/l klorin bebas dapat diabaikan. Di Inggris, ada pernyataan yang dikeluarkan oleh Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and

Environment terkait survei yang menyelidiki disinfektan dan produk samping pada salad siap saji. Disinfektan berbasis klorin dapat bereaksi dengan senyawa organik dalam air dan membentuk produk samping seperti trihalomethana, asam haloasetat, halo keton dan kloropikrin. Tidak ada penelitian yang dipublikasikan mengenai investigasi pembentukan senyawa halogen pada produk segar ketika dicuci dengan air berklorin. Oleh karena itu, Fresh Prepared Salads Producer Group melakukan penelitian untuk menganalisis berbagai salad yang mengandung produk samping disinfektan pada produk segar. Kesimpulannya adalah produk yang mengalami proses klorinasi dengan klorin dan produk samping yang rendah daripada yang diijinkan dalam segelas air keran dan dapat disimpulkan bahwa tidak perlu khawatir adanya senyawa berklorinasi pada salad. Dalam mencapai jumlah residu trihalometana yang mendekati batas wajar pada selada yang diberi perlakuan hipoklorit, seseorang harus mengonsumsi berkilo-kilogram selada tiap harinya.

Klorin telah disalahgunakan dan over-used di masa lalu, sehingga penggunaan klorin dapat dilarang jika kita tidak mengontrolnya dengan tepat. Suslow (1997) dan Dawson (2002) menyediakan latar belakang informasi terhadap pemakaian klorin dan cara praktik yang benar dalam pencucian buah dan sayuran segar yang berbasis klorin. Mereka menjelaskan bahwa pengontrolan pH secara signifikan untuk penggunaan klorin yang efektif dan

pengukuran bentuk klorin lainnya, yaitu total, gabungan, dan klorin bebas. Pada umumnya, pereduksian mikroba meningkat saat konsentrasi klorin awal dan perbandingan air;produk juga meningkat. Namun, waktu pencucian tidak memberikan dampak terhadap pereduksian mikroba saat waktunya lebih dari 1 atau 2 menit tidak menunjukkan peningkatan pada pereduksian bakteri. Hal ini juga ditunjukkan bahwa kadar klorin bebas yang rendah dapat digunakan untuk pencucian produk segar, dengan menjaga kadarnya menggunakan sistem dosis terkontrol. Bahkan, sistem disinfeksi yang paling efektif adalah dimana tingkat tertentu dari residu dijaga pada outlet mesin pencucian, yang sebenarnya setelah disinfeksi dilakukan. Sistem ini memastikan bahwa selalu ada oksidan yang cukup dalam larutan untuk mencegah adanya kontaminasi mikroba dan kontaminasi silang. Sensor klorin yang berdasarkan pada teknik amperometri, dan sensor pH, memastikan tingkat residu terpantau dan terkendali terus-menerus untuk memiliki kondisi disinfeksi paling optimum setiap saat.

Adapun pemahaman bahwa sayuran yang diolah dapat mencapai umur simpan yang diinginkan yang berhubungan kandungan mikrobiologi, jika dicuci dengan air bersih.

4. 3. Tren Pencucian Fresh-cut di masa depan

Proses pencucian yang tepat harus melibatkan penyiraman sebagai tahap pra-pencucian untuk menghilangkan kotoran dan sel dari permukaan potongan. Langkah ini harus dilakukan dengan perendaman produk pada tangki pencucian yang berisi bahan sanitasi. Tahap pembilasan bersifat opsional tergantung dari bahan sanitasinya. Jika bahan turunan klorin digunakan pada konsentrasi yang sama dengan air keran, proses pembilasan dapat ditekan. Disarankan agar air mengalir dari arah yang berlawanan dengan produk. Dengan demikian, air dalam tangki sanitasi dapat diresirkulasikan untuk digunakan pada tahap pra-pencucian. Hal yang sama berlaku untuk air pembilasan dimana dapat dimasukkan ke dalam tangki sanitasi setelah pencucian dalam proses yang berkesinambungan. Disinfeksi air tetap merupakan tahapan penting dalam industri fresh-cut. Selain itu, pihak pengolah fresh-cut harus memonitor setiap lini produksi untuk mengontrol proses pencucian bila memungkinkan.

Dalam mengendalikan keamanan produk akhir, hal yang perlu dilakukan adalah mengukur kandungan mikroba dalam air untuk mendeteksi patogen, tidak hanya sel-sel bakteri yang hidup tetapi juga yang telah mati dalam tangki pencucian. Jika produk yang terkontaminasi melewati tangki pencucian, patogen dapat terdeteksi dalam air, kemudian proses produksi dapat diberhentikan sebelum didistribusikan ke pasar. Metode yang berbasis tradisional dalam mendeteksi patogen pada makanan membutuhkan waktu yang lama dan memiliki

keterbatasan terhadap sensitivitas dan spesifitasnya, serta hasil yang tidak dapat dipastikan. Sebagai alternatif, amplifikasi asam nukleat yang cepat dan teknologi pendeteksi telah menggantikan metode-metode tradisional; pada kenyataannya, reaksi berantai polimerase (PCR) dan real-time PCR (Rti-PCR) telah banyak diterapkan dalam pendeteksiian patogen.

Kombinasi perlakuan fisik dan kimia selama proses pencucian produk fresh-cut tampaknya menjadi metode yang sangat menjanjikan dalam mengurangi resiko mikrobakteri. Bahan-bahan sanitasi mereduksi jumlah mikroba awal secara signifikan tetapi dapat meningkatkan daya tahan dan/atau pertumbuhan selama penyimpanan. Pemeliharaan kualitas air pemrosesan sangat penting karena dapat menjadi sumber kontaminasi silang. Selain itu, pengaruh utama dari perlakuan sanitasi pada produk fresh-cut adalah untuk mereduksi jumlah mikroba dan menjaga air bebas dari kontaminasi daripada memiliki efek preservatif. Penelitian-penelitian dilakukan untuk mempelajari efisiensi dari berbagai perlakuan sanitasi yang diperlukan untuk menjadi bahan pertimbangan bagi industri-industri. Sebagian besar penelitian mengenai bahan disinfeksi pada industri makanan fresh-cut memfokuskan pada perlakuan disinfeksi alternatif selain klorin karena jika pemakaiannya berlebihan (hipoklorit), dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari penggunaan

klorin, penelitian ini menunjukkan bahwa hasil turunan klorin berpotensi dalam disinfeksi sayuran ketika bahan organik dihilangkan. Mesin cuci modern harus dirancang agar dapat membantu proses disinfeksi dengan menambahkan tahapan lain seperti penyiraman untuk menghilangkan cairan dan exudates dari permukaan sebelum dilakukan disinfeksi. Tahap terakhir sebelum pengemasan adalah tahap disinfeksi yang memerlukan dosis yang sangat rendah untuk memperoleh produk yang baik. Pencucian tidak dapat dilakukan dengan air bersih tanpa disinfektan karena ketidakmampuannya dalam mencegah kontaminasi silang dari satu batch ke batch selanjutnya. Peraturan harus dikaji ulang untuk tercapainya keselarasan secara global mengenai processing aids pada disinfeksi air.

BAB-5
GMP DAN HACCP
BUAH DAN SAYUR SEGAR

Pendahuluan

Karena buah dan sayuran yang dipotong segar hidup dan bernafas selama dan setelah pengolahan, mereka layu cepat dan dapat mendukung pertumbuhan populasi besar mikroorganisme. Tidak seperti makanan lain yang diolah, tidak ada langkah proses penghilangan dan tidak ada treatment khusus, selain mengatur suhu yang baik, mereka akan cepat rusak. Karena latar belakangnya yang mudah rusak dan pertumbuhan mikrobial adalah salah satu tantangan yang dihadapi adalah pemotongan segar. Karena kerusakan produk adalah hasil dari banyak aktivitas reaksi biokimia dan mikrobiologikal, tidak ada treatment khusus yang dapat menghentikannya. Mempertahankan kualitas dan keamanan dari produksi pemotongan segar adalah sebuah tantangan yang hanya ditemukan dengan melakukan banyak hal kecil secara tepat. Jika temperatur tidak diatur dengan baik, sanitasi yang baik dan kepatuhan akan *Good Manufacturing Practices* (GMP) tidak akan menjamin kualitas maupun keamanan. Sebuah program sanitasi yang buruk akan menghambat HACCP dari keseluruhan fungsinya.

Sanitasi dan keamanan pangan yang baik adalah cara yang terbaik dan penggunaan yang tepat dari beberapa program, termasuk GMP, program sanitasi, QA (*Quality Assurance*) dan program HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*). Masing-masing bersandar

pada yang lain dan tidak akan bekerja dengan baik kecuali program pendukung yang berada di tempat.

Karena produksi pemotongan segar dipersiapkan dari produksi hasil pertanian yang berkontak dengan tanah, seringkali dikonsumsi mentah, dan tidak ada proses pembunuhan bakteri untuk memastikan keamanan mikrobiologikal, tidak ada secara spesifik dari keamanan pangan yang harus ditangani dengan makanan beku. Patogen manusia dapat dan tidak menduduki buah dan sayur yang segar dan bertanggung jawab untuk penyakit bawaan makanan. Memroses produk ini dapat menyebabkan sumber utama dari kontaminasi bakteri dan penyebaran melalui *batch* produk. Kondisi didalam pengemasan plastik yang fleksibel (kelembaban yang tinggi, sedikit oksigen, dan tinggi karbon dioksida) dapat mendorong pertumbuhan bakteri patogen yang tidak mungkin dapat berkembang dalam produk. Sementara pada masing-masing peristiwa masih rendah, ada kemungkinan prosesor untuk membawa penyebaran yang sangat serius.

Praktek sanitasi yang baik seharusnya berfokus kepada tempat dan praktek dimana kebanyakan terdapat kontaminasi dari makanan. Kontaminasi dengan patogen adalah yang paling sering terjadi dari:

- Kontaminasi feses atau tanah karena hewan yang merumput atau pembuangan manusia
- Kontaminasi dari pupuk kompos yang digunakan sebagai media penyuburan
- Air irigasi yang terkontaminasi dengan area rerumputan hewan

- Penanganan oleh pekerja dengan praktek yang buruk mengenai kebersihan diri
- Kontaminasi dari air pencucian pada fasilitas proses
- Tetesan atau semprotan kontaminasi dari lantai, atap, pipa-pipa diatas atau sistem pendingin.

| Tahun | Komoditas | Mikroorganisme | Jumlah wabah | Sumber kontaminasi |
|-------|---|---|---------------------|---|
| 1987 | Selada potong kubis | <i>Shigella</i> <i>Clostridium botulinum</i> | 1 1 | Penanganan makanan yang terinfeksi Kontaminasi lapangan, temperatur yang salah |
| 1988 | Salad tofu Selada air | <i>Shigella</i> <i>Hepatitis A</i> | 1 1 | Penanganan makanan yang terinfeksi Kontaminasi dari infeksi penanganan makanan |
| 1989 | Blewah, melon, dan nanas Bawang dalam minyak blewah | <i>Campylobacter</i> <i>Clostridium botulinum</i> <i>Salmonella chester</i> | 1 1 1 | Penanganan makanan di restoran, pemotongan buah dan daging mentah pada permukaan yg sama Kontaminasi lapangan Kontaminasi lapangan buah dari Mexico |
| 1990 | Tomat | <i>Salmonella</i> | 1 | Tidak |

| | | | | |
|------|--|---|-------------|---|
| | Blewah Sayuran mentah | <i>Salmonella</i> <i>Giardia lambilia</i> | 1 1 | teridentifikasi Kontaminasi lapangan Penanganan makanan yang terinfeksi dalam pemotongan sayur Kontaminasi silang dari daging mentah di dapur restaurant |
| | Salad bar | <i>Salmonella montevideo</i> | 1 | |
| 1991 | Blewah Semangka Cuka apel | <i>Salmonella poona</i> <i>Salmonella javiana</i> <i>E. coli O15:H7</i> | 1 1 1 | Kontaminasi lapangan Kontaminasi lapangan Kontaminasi lapangan |
| 1992 | | | | |
| 1993 | Tomat Melon | <i>Salmonella</i> <i>E. coli O15:H7</i> | 1 1 | Tidak teridentifikasi Kontaminasi silang dari daging mentah pada penanganan makanan |
| 1994 | Daun ba wang Salad bar | <i>Shigella</i> <i>E. coli O15:H7</i> | 1 1 | Spekulasi pembilasan dengan air tidak layak minum Kontaminasi silang dari daging mentah |
| 1995 | Kecambah alfalfa Selada air (Maine) Selada air | <i>Salmonella</i> <i>E. coli O15:H7</i> <i>E. coli O15:H7</i> | 1 1 1 | Tidak teridentifikasi Kontaminasi silang dari daging |

| | | | | |
|------|--|---|-------------|--|
| | (Idaho) Daun selada (Montana) | <i>E. coli O15:H7</i> | 1 | mentah Kontaminasi silang dari daging mentah Spekulasi air pada permukaan dan tidak dijaga kebersihannya pada toko bahan makanan |
| 1996 | Kecambah raspberry Salad <i>mesclun</i> | <i>Salmonella sps.</i> <i>Cylospora</i> <i>E. coli O15:H7</i> | 1 1 1 | Tidak teridentifikasi Air yang digunakan untuk penyemprotan pestisida mengandung parasit Spekulasi sanitasi yang buruk pada prosesor |

Jumlah wabah yang dilaporkan terhadap sayur dan buah yang merupakan faktor kontribusi yang diketahui adalah:

| No. Atau % wabah dimana faktor yang diketahui | Pekerja yang tidak layak | Pemasakan yang tidak memadai | Kontaminasi dari peralatan | Makanan dari sumber tidak aman | Rendahnya kebersihan personil |
|---|--------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 67 | 40 | 55 | 25 | 17 | 29 |
| % | 60 | 82 | 37 | 25 | 43 |

Seperti dapat dilihat dari tabel melanjutkan, sebagian besar penyakit bawaan makanan yang berhubungan dengan buah-buahan segar dan sayuran di Amerika Serikat dikarenakan kontaminasi produk mentah di lapangan atau dari penanganan makanan di fasilitas pengolahan atau restoran. Ini tidak berarti bahwa tindakan sanitasi di fasilitas pengolahan produk tidak penting. Sebaliknya upaya tambahan perlu ditempatkan pada sanitasi di daerah produksi dan kebersihan dan pelatihan pekerja pelayanan makanan.

Sejak sterilisasi produk atau remediasi produk yang terkontaminasi tidak mungkin terjadi, pencegahan kontaminasi adalah satu-satunya pilihan untuk memastikan keamanan pangan. Beberapa masalah dan metode akan dibahas secara singkat di sini. Sebuah treatment yang lebih lengkap dari ini dan isu-isu menghasilkan keamanan lainnya dapat ditemukan dalam Pedoman Keamanan Pangan untuk Industri dengan produksi pemotongan Segar, tersedia tergabung dengan asosiasi Internasional produksi pemotongan Segar, 800-452-6552. Semua bisnis yang terlibat dalam produksi pemotongan Segar harus menjadi anggota asosiasi ini untuk mendapatkan akses ke banyak informasi teknis tentang isu-isu pengolahan dan keselamatan.

Masalah Sanitasi lapangan

Hal ini jelas dari poin di atas dari kemungkinan kontaminasi sehingga sanitasi harus dimulai di lapangan dan mencakup semua bidang tumbuh, panen, penanganan dan pengolahan. Sementara banyak prosesor memiliki sedikit pengaruh atas bagaimana dan di

mana baku produk yang dihasilkan, semua harus mengambil peran aktif dalam membuat sanitasi dan jaminan keselamatan yang ada dikenal pemasok mereka dan untuk menemukan pemasok alternatif ketika jaminan mereka tidak ditangani. Satu pendekatan adalah untuk meminta agar petani memberikan bukti dan dokumentasi keamanan mikrobiologis dari pupuk, air irigasi dan praktek-praktek higienis pekerja. Sebuah contoh meminta surat informasi tersebut dapat mencontoh format berikut:

Seperti prosesor produk pematangan segar, kami berusaha untuk memberikan kualitas terbaik dan produk yang seaman mungkin. Seperti dengan semua penyedia makanan, keamanan produk kami adalah perhatian penting bagi kita. unsur-unsur tertentu dari keselamatan yang ada pada Anda, pemasok kami. Kami mengirimkan surat ini untuk membuat Anda menyadari keprihatinan kami dan untuk membantu Anda memberikan jaminan dan dokumentasi yang Anda mengambil langkah-langkah untuk menjamin keamanan bahan-bahan yang Anda pasok ke kami.

keprihatinan kami berada di tiga wilayah :, penggunaan pestisida dan dokumentasi, penggunaan pupuk dan dokumentasi serta kualitas air irigasi dan dokumentasi. Kami ingin jaminan dari Anda bahwa Anda memiliki program-program berikut:

Program Kontrol Pestisida

Menjaga lembar spesifikasi untuk semua bahan kimia pertanian yang diterapkan untuk tanaman.

Lembar Material Safety Data (MSDS) harus tersedia untuk semua bahan kimia pertanian yang diterapkan untuk tanaman.

Semua bahan kimia yang diterapkan untuk tanaman yang disetujui EPA untuk aplikasi masing-masing. Bukti lisensi aplikator pestisida (s) dan dokumentasi pelatihan bagi semua pekerja yang menerapkan pestisida.

catatan lengkap dari semua aplikasi pestisida.

Dokumentasi ulasan untuk menjamin kepatuhan hukum dan aplikasi yang tepat dari semua pestisida.

Dokumentasi penyimpanan yang tepat dari pestisida.

Program Pengendalian pupuk

Tidak ada kotoran yang digunakan sebagai pupuk.

Tidak ada endapan kotoran yang digunakan sebagai pupuk.

Tanaman tidak tumbuh di atas tanah yang telah digunakan untuk merumput ternak di dua tahun sebelumnya.

lembar spesifikasi untuk semua pupuk disetujui, mengidentifikasi komposisi dan tujuan penggunaan pupuk.

Lembar Material Safety Data (MSDS) untuk semua pupuk.

Dokumentasi penyimpanan yang tepat dari pupuk.

Catatan semua aplikasi pupuk.

Analisis dari semua pupuk untuk mengkonfirmasi bahwa mereka tidak mengandung logam berat dengan tingkat yang berlebihan.

Kualitas air

- Analisis kualitas air irigasi, termasuk tingkat E. coli dan logam berat.

- Dokumentasi air sumur, jika digunakan, sesuai dengan pedoman EPA.
- Catatan dari setiap perawatan kimia air irigasi.

Kami percaya bahwa semua itu akan menjadi kepentingan kita bersama, bagi anda untuk menjaga dokumentasi tersebut. Jaminan ini keselamatan sangat penting bagi kami, karena semua ini penting untuk semua prosesor produk pemotongan segar. Di masa depan masalah ini cenderung menjadi lebih penting dan, memang, setiap petani yang ingin menjual produk mentah ke prosesor pasti perlu untuk mempertahankan catatan tersebut.

Silakan menanggapi surat ini tertulis menginformasikan kepada kami program keselamatan dan dokumentasi. Bersama-sama kita bisa bekerja untuk menjamin keamanan dan keutuhan dari semua produk kami. Terima kasih atas kerja sama anda.

Bekerja sama dengan pemasok untuk mempertahankan dokumentasi tersebut dapat membantu memastikan produk mentah yang aman dan merupakan bagian penting dari program HACCP baik. Selain itu, petani harus menyatakan bahwa pekerja lapangan dan kru panen memiliki akses, serta menggunakan, toilet dan stasiun mencuci tangan. Sementara ini umumnya tersedia (dan wajib) di Amerika Serikat, produsen di lepas pantai harus melakukannya untuk standar kebersihan yang sama.

Kebersihan Pekerja

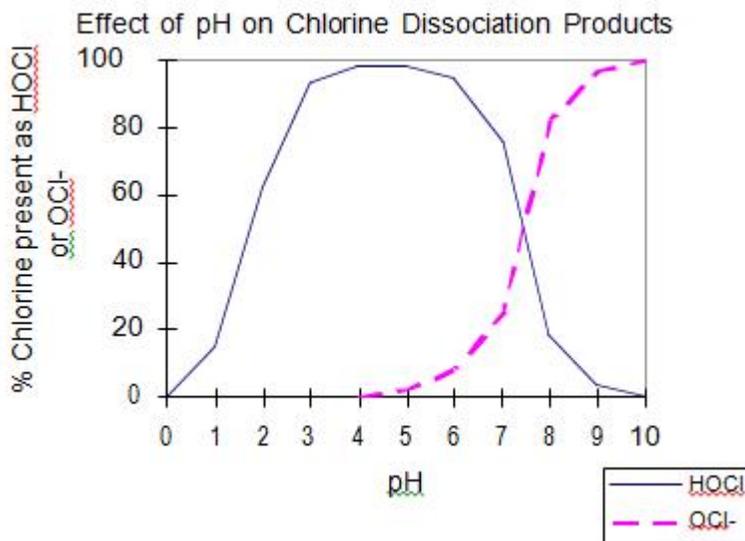
Demikian pula, dalam pabrik pengolahan, pekerja tangan dapat terkontaminasi dengan patogen. Semua personil yang mengadakan kontak dengan produk harus diminta untuk mengenakan sarung tangan dan menggunakan dips tangan (biasanya yodium atau solusi amonium quarter) sebelum diizinkan masuk di lantai pengolahan. Persyaratan ini harus berlaku untuk pekerja, manajemen, pekerja pemeliharaan dan pengunjung. Baik sarung tangan atau baju luar tidak dipakai ke kamar mandi. Tanda yang menyatakan bahwa pekerja harus mencuci tangan dengan sabun dan air setelah menggunakan kamar mandi harus dipajang dalam bahasa yang sesuai. program pelatihan kebersihan pekerja harus memperkuat pentingnya mencuci tangan dengan menjelaskan alasan kebersihan dan konsekuensi dari kebersihan yang buruk. Praktek-praktek ini termasuk dalam GMP, program sanitasi dan sebagai bagian dari HACCP.

Sanitasi fasilitas pengolahan

Sanitasi Air Cuci.

Air untuk pencucian, jika tidak dibersihkan dengan benar, dapat menjadi sumber kontaminasi mikrobiologi untuk setiap bagian dari produk yang dicuci. Ini adalah kesalahpahaman luas bahwa air pencuci dengan klorin membersihkan dan / atau mensterilkan produk yang dicuci oleh air tersebut. Air cuci diklorinasi tidak lebih baik untuk membersihkan produk dari pembersihan dengan air non-diklorinasi. Klorin tidak membersihkan air pencuci dan mempertahankan jumlah mikrobiologi di dalam air agar tetap

rendah. Dengan cara ini air tidak menjadi reservoir bagi bakteri untuk mengontaminasi produk. Natrium hipoklorit (atau kadang-kadang kalsium) ini paling sering digunakan dalam air produksi untuk mencuci. Aktivitas antimikroba senyawa ini tergantung pada jumlah asam hipoklorit (HOCl) yang terbentuk. Hal ini, tergantung pada pH air, jumlah bahan organik di dalam air dan, untuk berapa derajat, suhu air. Di atas pH 7,5 sangat sedikit klorin yang terbentuk dalam asam hipoklorit aktif, melainkan sebagai hipoklorit yang tidak aktif (OCl⁻). Oleh karena itu, pH air harus dijaga antara 6,0 dan 7,5 untuk memastikan aktivitas klorin.



bahan organik di dalam air akan mengurangi aktivitas klorin sehingga secara berkala mengganti atau menyaring air sangat penting untuk menjaga kebersihan.

Alternatif untuk hipoklorit yang tersedia untuk produksi air disinfektan. Klorin dioksida tidak disetujui untuk digunakan pada

pemotongan produk tetapi dapat digunakan dalam air pencuci atau yang berkontak dengan produk utuh. Klorin dioksida kurang sensitif terhadap pH dan bahan organik daripada hipoklorit dan aktif pada konsentrasi yang lebih rendah. sistem generasi klorin dioksida umumnya lebih mahal daripada hipoklorit. Sodium hipobromit (mengandung bromin) juga disetujui untuk digunakan di tempat dari sodium hypochlorite tapi saya tidak mengetahui adanya penggunaan bromin untuk sanitasi air di industri produksi. sistem sinar ultraviolet yang tersedia untuk sterilisasi air yang digunakan pada permukaan produk. sinar ultraviolet tidak meninggalkan residu kimia dan tidak terpengaruh oleh air kimia. Namun, hanya permukaan yang aktif dan membutuhkan air yang jernih untuk menjadi efektif. Ozon telah disetujui untuk digunakan sebagai sterilisasi air tetapi tidak untuk digunakan langsung pada produk. Ozon adalah sterilisasi sangat baik tetapi sesuai dengan peraturan paparan lingkungan dan pekerja.

Aktivitas dan sensitivitas lingkungan dari sanitasi air pencucian

| | pH | Bahan organik | Aktivitas biocidal |
|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|
| Hypochlorites | 6.0-7.5 | Sangat Sensitif | Oksidator |
| Klorin | 6.0-10.0 | Sensitif | Oksidator |
| Ozon | 6.0-8.0 | Beberapa sensitif | Oksidator |
| Asam | 1.0-8.0 | Beberapa sensitif | Oksidator |
| Sinar UV | Tidak ada pengaruh | Beberapa sensitif | Mengacukan DNA |
| EAW | 3.0-4.0 | Sangat Sensitif | Oksidator |

Fasilitas Sanitasi.

Kebersihan dari semua permukaan kerja dan peralatan merupakan jaminan kualitas yang penting dan masalah produk kehidupan. Produk dengan populasi bakteri yang tinggi cenderung menjadi membusuk dan / atau berlendir lebih cepat dari produk yang sama yang ditangani produk pembersih. Namun, masalah utama keamanan lingkungan adalah kemungkinan adanya bakteri *Listeria monocytogenes* dalam fasilitas pengolahan. *Listeria* adalah kontaminan lingkungan umum yang tumbuh subur di lingkungan dingin, basah seperti yang ditemui di fasilitas pengolahan pemotongan segar. Setelah terjadi, *Listeria* sulit untuk dihilangkan dan sanitasi yang konstan serta pengujian yang diperlukan untuk mencegah kontaminasi. *Listeria* adalah yang paling mungkin ditemukan di saluran air, pan tetes pendingin dan setiap tempat di mana air dingin terakumulasi. Sebuah program sanitasi lingkungan yang luas dapat mencakup tes *swab* khusus untuk *Listeria* dan sanitasi yang kuat dari semua daerah di mana *Listeria* mungkin akan ditemukan. Sekali lagi, pencegahan adalah pertahanan terbaik terhadap bahaya.

5.2. HACCP

Program *Hazard Analysis Critical Control Point* dirancang untuk mencegah bahaya kimia, fisik dan mikrobiologis dalam pengolahan makanan. HACCP bukan program jaminan kualitas dan harus dioperasikan secara terpisah dari program QA. Namun, HACCP hanya dapat berfungsi dengan baik bersama dengan implementasi yang tepat dan penegakan GMP serta sanitasi yang

komprehensif dan program QA. Pada suatu tempat, HACCP dapat diterapkan.

HACCP adalah program yang sangat terstruktur yang tergantung pada identifikasi bahaya yang memungkinkan dan mencegah langkah-langkah proaktif serta pemantauan dan dokumentasi yang konstan. Ketika dilakukan dengan benar, HACCP adalah metode terbaik untuk mencegah penyakit bawaan makanan akibat konsumsi produk pemotongan segar. Tujuh langkah dari HACCP adalah sebagai berikut:

1. Menilai bahaya.
2. Tentukan titik kontrol kritis (CCP) di mana potensi bahaya bisa terjadi.
3. Menetapkan batas kritis yang harus dipenuhi pada setiap CCP.
4. Menetapkan prosedur untuk memantau setiap CCP.
5. Menetapkan tindakan koreksi yang harus diambil CCP yang berada di luar batas kritis.
6. Membangun sistem pencatatan untuk mendokumentasikan program HACCP.
7. Berkala memverifikasi catatan untuk meninjau dan meningkatkan program HACCP.

Secara jelas HACCP adalah sistem multilevel yang memerlukan komitmen besar dari manajemen dan pekerja untuk beroperasi secara efektif. Ketika dilakukan dengan baik, HACCP adalah alat yang ampuh untuk memastikan keamanan pangan.

Desain Tanaman Sanitary. Sebuah fasilitas yang buruk mungkin hampir mustahil untuk tetap bersih. ruang tidak dapat diakses, benda di atas, peralatan bergerak dan drainase yang buruk membuat proposisi sanitasi yang sangat sulit. Memperhatikan desain sanitasi selama proses dapat menghemat waktu dan sumber daya dan mencegah masalah di kemudian hari. Sebagai contoh, semua pipa yang ada, kabel dan saluran drainase harus setidaknya dua inci dari dinding dan langit-langit untuk memungkinkan akses untuk membersihkan dan sanitasi. Semua saluran air harus memiliki tungku terbuka di atas mereka untuk memudahkan pembersihan dan sanitasi. Motor tidak boleh dipasang di daerah penanganan produk. Semua peralatan harus dipasang setidaknya 6 inci di atas aliran untuk memungkinkan akses dari bawah.

perusahaan konsultan tersedia untuk membantu dalam desain saniter seperti beberapa yang dicetak pada sumber. Sekali lagi, pencegahan kondisi yang tidak sehat adalah strategi terbaik untuk menghindari masalah.

Referensi

Afari, G.K., Hung, Y., dan King, C.H. (2015), Efficacy of Neutral pH Electrolyzed Water in Reducing *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* DT 104 on Fresh Produce Items Using an Automated Washer at Simulated Food Service Conditions, *Journal of Food Science* Vol 00(0):M1-8.

Bagenda, D. K. & K. Yamazaki. (2011). Food-borne pathogens in seafood and their control. Dalam Alasalvar, C., F. Shahidi, K. Miyashita & U. Wanasundara (Editor). *Handbook of Seafood Quality, Safety, and Health Applications*. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, UK.

Buck, J.W., Iersel, M.W., Oetting, R.D., dan Hung, Y.C. (2002), In Vitro Fungicidal Activity of Acidic Electrolyzed Oxidizing Water, *Plant Disease* Vol 86(3):278-281.

Clute, M. (2009). *Food Industry Quality Control System*. CRC Press. Boca Raton.

Cantor, K.P., C. F. Lynch, M. E., Hildesheim, M. Dosemeci., J. Lubin., M. Alavanja., & G. Craun. 1998. Drinking water source and chlorination by products. I. Risk of bladder cancer. *Epidemiology*, 9 (1): 21 – 28.

Ding, T., Ge, Z., dan Liu, D. (2014), Bacterial Activities of Acidic Electrolyzed Water Under Different Dipping Time on Cherry Tomatoes and Strawberries, *Food and Nutrition in China* Vol 20(1):54-57.

Ding, T., Ge, Z., Shi, J., Xu, Y., Jones, C.L., dan Liu, D. (2015), Impact of Slightly Acidic Electrolyzed Water (SAEW) and Ultrasound on Microbial Loads and Quality of Fresh Fruits, *LWT – Food Science and Technology* Vol 60(2):1195-1199.

Fabrizio, K.A. dan Cutter, C.N. (2003), Stability of Electrolyzed Oxidizing Water and Its Efficacy Against Cell Suspensions of *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*, *Journal of Food Protection* Vol 66(8):1379-1384.

Ferri, V., Yaseen, T., Ricelli, A., dan Colelli, G. (2016), Effects of Electrolyzed Water on Apples: Field Treatment and Postharvest Application, *Acta Horticulturae* Vol 1144(65):439-446.

Flessa, S., Lusk, D.M., dan Harris, L.J. (2004), Survival of *Listeria monocytogenes* on fresh and frozen strawberries, *International Journal of Food Microbiology* Vol 101(3):255-262.

Forghani, F. dan Oh, D. (2013), Hurdle Enhancement of Slightly Acidic Electrolyzed Water Antimicrobial Efficacy on Chinese Cabbage, Lettuce, Sesame Leaf and Spinach Using Ultrasonication and Water Wash, *Food Microbiology* Vol 36(1):40-45.

Fukuzaki, S. (2006), Mechanisms of Actions of Sodium Hypochlorite in Cleaning and Disinfection Process, *Biocontrol Science* Vol 11(4):147-157.

Gil, M. I., M. V. Selma, F. Lopez-Galvez & A. Allende. (2009). Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: Problems and solutions. *International Journal of Food Microbiology*, 134 (1-2): 37 – 45.

Hantoro, I., I. Sulistyawati, & N. Natalie. (2013). The quality changes of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) during handling by food service establishment. *Proceeding of International Conference on Environmental and Health*. 22 Mei 2013. Unika Soegijapranata.

Hrudey, S. E. (2009). Chlorination disinfection by-products, public health risk tradeoffs and me. *Water Research*, 43: 2057-2092.

Huang, Y.R., Shiau, C.Y., Hung, Y.C and Hwang, D.F. (2006). Change of hygienic quality and freshness in tuna treated with electrolyzed water and carbon monoxide gas during refrigerated and frozen storage. *Journal of Food Science* 71(4): 127-133.

Kim, C., Hung, YC., Brackett, RE., Frank, JF. (2001). *Inactivation of Listeria monocytogenes biofilms by Electrolyzed oxidizing water*. *Journal of Food Processing Preservation* 25, h. 91-100.

Kim, H.J., Feng, H., Kushad, M.M., Fan, X. (2006). Effects of Ultrasound, Irradiation, and Acidic Electrolyzed Water on Germination of Alfalfa and Broccoli Seeds and *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Food Science* 71(6) 168-173.

Loi-Braden, M.H., T-S. Huang, J-H. Kim, C-I. Wei & A.Weese (2005). Use of Electrolyzed Oxidizing Water for Quality Improvement of Frozen Shrimp. *Journal of Food Science* 70(6): M310-315.

McGeehin, M. A., G. A. Boorman, & V. Dellarco. (1993). Case control study of bladder cancer and water disinfection methods in Colorado. *American Journal of Epidemiology*, 138 (7): 492 – 501.

Mukhopadhyaya, S. & R. Ramaswamy (2012). Application of Emerging Technologies to Control *Salmonella* in Foods: A Review. *Food Research International* 45: 666–677

Northcutt, J., Smith, D., Ingram, K.D., Hinton, A., Jr., Musgrove, M.(2007).Recovery of Bacteria from Broiler Carcasses after Spray Washing with Acidified Electrolyzed Water or Sodium Hypochlorite Solutions. *Poultry Science* 86:2239–2244.

Okull, D.O. & L.F. Laborde (2004). Activity of Electrolyzed Oxidizing Water Against *Penicilium Expansum* in Suspension and on Wounded Apples. *Journal of Food Science* 69(1): FMS 22-27.

Park, E.J., Alexander, E., Taylor, G.A., Costa, R and Kang, D.H. (2008). Acidic electrolyzed water effective foodborne pathogens on lettuce and spinach. *Journal of Food Science* 73(6): 268-272.

Rahman, S.M.E., Jin, Y.G., Oh, D.H. (2010). Combined effects of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to control microorganism on cabbage. *Journal of Food Science* 75(2): 111-115.

Rahutami, A.I., A.E.M. Soekesi, M.S.S. Utami, V.D.W. Aryanto, T.N. Dewi (2012). Rencana Induk Penelitian Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang 2012 – 2017. Universitas Diponegoro.

Sapers, G. (2001). Efficacy of washing and sanitizing methods for disinfection of fresh fruit and vegetable products. *Food Technol. Biotechnol.*, 39 (4): 305 – 311.

Soedarini, B., van Gestel, C.A.M., van Straalen, B.M., Widianarko, B. & Roling, W.F.M. (2014). Interactions between accumulated copper, bacterial community structure and histamine levels in crayfish meat

during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. DOI: 10.1002/jsfa.6519.

Villanueva, C. M., K. P. Cantor, J. O. Grimalt, N. Malats., D. Silverman, A. Tardon, R. Garcia-Closas, C. Serra, A. Carrato, G. Castan0-Vinyals, R. Marcos, N. Rothman, F. X. Real, M. Dosemeci, & M. Kogevinas. (2007). Bladder cancer and exposure to water disinfection by-products through ingestion, bathing, showering, and swimming pools. *American journal of Epidemiology*, 165 (2): 148 – 156.

Zagory, D. (1999). Effects of post-processing handling and packaging on microbial populations. *Postharvest Biology and Technology*, 14: 313-321.

Gorny, J. (2006). Microbiology of Fruits and Vegetables. In G. M. Sapers, J. R. Gorny, & A. E. Yousef (Eds.), *Microbiology of Fruits and Vegetables* (pp. 3–32). Boca Raton.

Joshi, K., R. Mahendran, K. Alagusundaram, T. Norton, B.K. Triwari. (2013). Novel disinfectants for fresh produce. *Trends in Food Science and Technology*, 34: 54 - 61.

López-Gálves, F., A. Allende, M. V. Selma, M. I. Gil. (2009). Prevention of *Escherichia coli* cross-contamination by different commercial sanitizers during washing of fresh-cut lettuce. *International Journal of Food Microbiology*, 133: 167 - 171.

Sapers, G. M. (2006). Washing and Sanitizing Treatments for Fruits and Vegetables. In G. M. Sapers, J. R. Gorny, & A. E. Yousef (Eds.), *Microbiology of Fruits and Vegetables* (pp. 375–400). Boca Raton.