



# VISI

Volume 17

Nomor 3

Oktober 2009

Pengaruh Substitusi Ikan dengan Rumput Laut dan Lama  
Penyimpanan Terhadap Mutu Bakso Ikan  
*Hotman Manurung*

Analisis Akustik Pantun Melayu  
*Selviana Napitupulu*

Buah dan Sayur Olah Secara Minimalis  
*Erika Pardede*

Hubungan antara Budaya Perusahaan dengan Persepsi terhadap  
Pengembangan Karir pada Karyawan  
*Sasmita Rosari*

Analisis Optimasi pada Ruting Dinamis Non Hirarkhi Jaringan  
Telekomunikasi dengan Algoritma Chung-Graham-Hwang  
*Jamsir Simanjuntak*

Perspektif Pemilu yang Efisien dan Efektif  
*Maringan Panjaitan*

Kajian Potensi Pencemaran Keramba Jaring Apung PT. Aquafarm  
Nusantara di Ekosistem Perairan Danau Toba  
*Pohan Panjaitan*

Bahasa Merefleksikan Solidaritas Sosial  
*Sondang Manik*

Implementasi Teori Permintaan  
Pada Fungsi Permintaan BBM di Sumatera Utara  
*Parulian Simanjuntak*

Analisa Yuridis Hubungan Dewan Perwakilan Rakyat (DPR) dan  
Dewan Perwakilan Daerah (DPD) dalam Fungsi Legislasi  
*Janpatar Simamora*

Majalah Ilmiah  
Universitas HKBP Nommensen

## BUAH DAN SAYUR OLAHAN SECARA MINIMALIS

*Erika Pardede*

### ABSTRACT

*Minimally processed fruits and vegetables are fresh and ready-to-use products, which have been undergone some preservation and processing methods, include: microflora removal/desinfection, removal of water content, modified atmosphere packaging and chilling storage. Natural origin microorganisms are the main concern regarding food safety aspect, as well as possibility of cross contamination during handling and processing, to and from raw material, persons and machinery and equipments. The advantage of the minimally processing products in one side, bring about a consequences of hygienic condition throughout the process in another hand, followed by the strictly control of temperature during the storage and distribution.*

-----  
**Keywords:** *minimally processed product, Listeria monocytogenesis, modified atmosphere, chlorination*

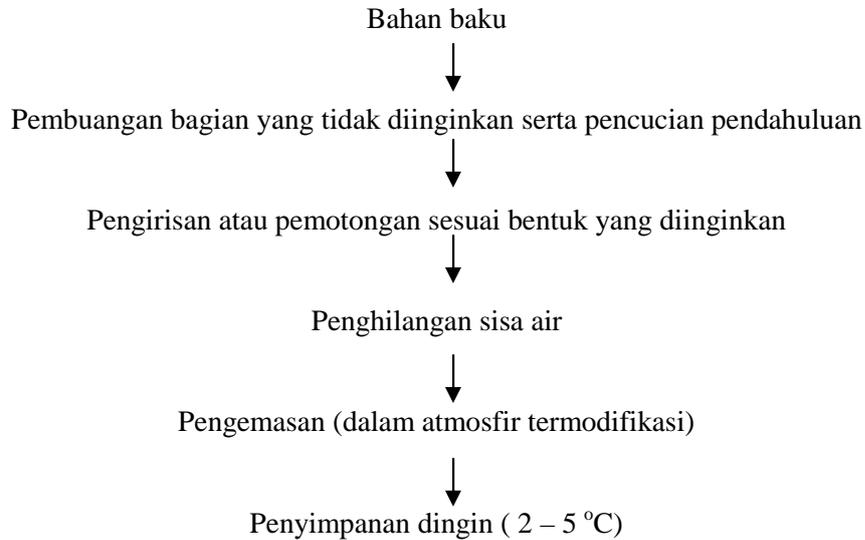
### 1. Pendahuluan

Kebutuhan masyarakat akan buah dan sayuran segar yang bermutu, bebas bahan pengawet, serta yang nyaman dan siap dikonsumsi semakin meningkat. Tantangan ini mendorong penyediaan buah dan sayuran yang diproses dengan pengolahan secara minimalis. Istilah minimalis ini merujuk teknik penanganan pengawetan dan pengolahan yang sangat minimal dengan tidak menerapkan teknik penanganan berefek kuat seperti sterilisasi atau penggunaan bahan-bahan pengawet, melainkan hanya dengan penerapan penyimpanan dingin, pengemasan yang termodifikasi, dan penanganan yang higienis. Sebagai contoh yang sudah sangat umum didapat adalah sayur yang dipotong-potong dan dikombinasikan dengan irisan daging, pasta atau *salad dressing* dan siap dikonsumsi, yang saat ini banyak ditemukan di restoran siap saji. Jenis-jenis sayuran yang sering diolah minimal adalah *lettuce* untuk salad, wortel, paprika, tomat cherry, mentimun, *chicore*.

Produk buah dan sayuran yang diolah minimal masih dapat digolongkan sebagai suatu produk segar, yang kesegarannya diharapkan harus dapat dipertahankan hingga saatnya siap dikonsumsi. Ada beberapa hal yang menjadi pertimbangan penting dalam memproduksi buah dan sayuran olahan minimalis, yakni mempertahankan mutu khususnya kesegaran serta aspek sensorik lainnya, mempertahankan nilai gizi, mencegah pembusukan oleh mikrobia serta penjaminan keamanan bila dikonsumsi.

Secara garis besar pengolahan buah dan sayur dengan proses minimalis dapat dilihat pada gambar 1. Dalam pengolahan buah dan/atau sayuran secara minimalis untuk menghasilkan suatu produk yang siap untuk dikonsumsi (*ready-to-use product*) diterapkan beberapa teknik pengawetan yang dikombinasikan

dalam pengolahan, yakni: penghilangan mikroflora/desinfection, penghilangan/pengurangan kadar air, penyimpanan dalam lingkungan atmosfer termodifikasi, penyimpanan pada temperatur dingin.



Gambar 1: Bagan alir pengolahan dengan proses minimalis ( Francis *et al.*, 1999)

## 2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Buah dan Sayur

Disamping pengaruh kondisi pasca panen, mutu buah dan sayur segar dipengaruhi juga oleh faktor prapanen, termasuk di antaranya: varietas, iklim, tanah, pupuk, pestisida, tingkat kematangan, dan status air selama penanaman (Pardede, 2005). Hanya dari bahan baku yang berasal dari hasil panen yang baiklah suatu olahan yang bermutu baik dapat diproduksi. Di tahap pasca panen, buah maupun sayur masih tetap termasuk jaringan yang hidup yang tetap aktif melakukan reaksi metabolisme. Buah dan sayur mengalami proses fisiologi yang berlanjut termasuk respirasi, diikuti perubahan-perubahan fisiologi seperti antara lain proses pelunakan jaringan, penurunan kadar asam-asam organik, perubahan warna, kehilangan senyawa-senyawa mudah menguap yang berperan dalam pembentukan aroma. Perubahan fisiologis yang tidak terkontrol dengan baik akan mempercepat proses penurunan mutu yang akan berakhir dengan penuaan jaringan hingga kebusukan (Aked, 2000).

Meskipun mutu merupakan konsep yang sangat luas, yakni karakteristik-karakteristik yang ada pada suatu produk yang menjadi penentu terhadap penerimaan konsumen atas suatu produk (Pardede, 2005), tetapi secara singkat dapat dikatakan mutu adalah karakteristik yang tepat sesuai dengan keinginan konsumen. Khususnya untuk buah dan sayur segar, dan sekaligus pada buah dan sayur olahan minimalis, komponen mutu yang menjadi perhatian utama konsumen antara lain: penampilan secara visual, tekstur yang berhubungan dengan apa yang

diindera di mulut (*mouth-feel*), cita rasa -khususnya yang berhubungan dengan rasa dan aroma-, kandungan gizi dan faktor keamanan bila dikonsumsi (Lin & Zhao, 2007; Lozano, 2006).

Dari segi sensoris, konsumen lebih menitikberatkan pada pertimbangan warna, flavor dan tekstur. Ketiganya merupakan karakteristik sayuran yang berhubungan erat dengan kondisi fisiologi bahan dan kondisi mikrobiologis pada bahan. Demikian juga halnya dengan kandungan gizi serta keamanan pada buah dan sayur olahan minimalis erat hubungannya dengan kondisi mikrobiologis bahan.

### 3. Kondisi Mikrobiologis pada Buah dan Sayur Olahan Minimalis

Secara alami buah dan sayur membawa serta sejumlah mikroorganisma mikrobiologi (*indogenous flora*) ketika dipanen, sehingga perlakuan pasca panen serta pengolahan haruslah diaplikasikan dengan tujuan memastikan bahan olahan terbebas dari mikroorganisma penyebab pembusukan maupun mikroorganisma penyebab penyakit (patogen) atau pun penghasil racun.

Meskipun secara alami buah dan sayur memiliki lapisan luar yang terdiri dari lapisan lapisan lilin, lapisan epidermis pada permukaan luar bahkan kulit yang cukup tebal, bagian ini sering ikut terbuang pada proses pendahuluan seperti pemotongan dan pembuangan bagian-bagian yang tidak diinginkan (lihat bagan alir pada gambar 1.) Adanya kerusakan sel dan jaringan akibat proses pemotongan atau pengirisan dapat menurunkan daya tahan buah dan sayuran untuk dapat disimpan lebih lama dalam keadaan segar, atau bertahan dalam kondisi masih dapat diterima oleh konsumen. Maka dari segi fisiologi, penanganan dan penyimpanan produk olahan minimalis berbeda dengan pada sayuran yang masih utuh.

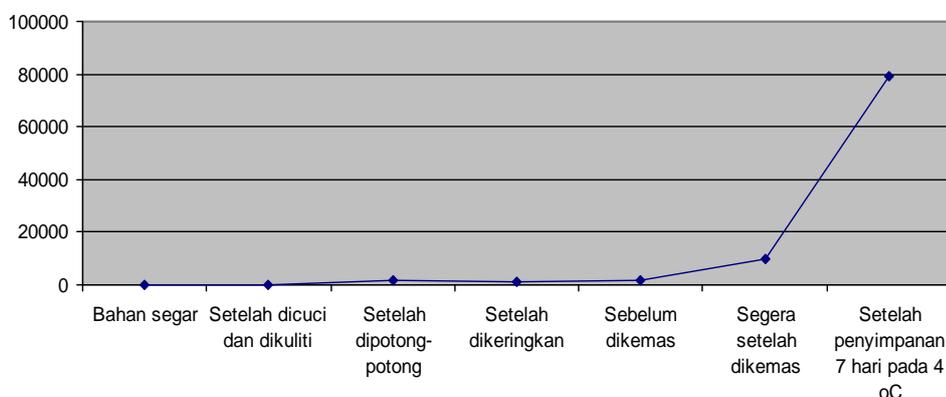
Hal utama yang menjadi permasalahan dalam buah dan sayur segar adalah keamanan mikrobiologi. Mikroba dapat merupakan mikroba yang terbawa secara alamiah yang potensial untuk bertahan hidup dan/atau yang berasal dari kontaminasi sepanjang proses pengolahan dan pengemasan. Indigenus mikroflora, yang terbawa secara normal dalam bahan, dapat mencapai  $10^5$  hingga  $10^7$  CFU (*Coloni Forming Unit*), dimana 90% diantaranya adalah bakteri gram-negatif berbentuk batang yang didominasi oleh: *Pseudomonas*, *Enterobacter* dan *Erwinia* (Franzetti & Galli, 1999), sedangkan pada penelitian lain oleh Pilon dkk (2006) pada wortel dan paprika hijau ditemukan juga bakteri yang bersifat psychrotrofik. Dalam hal terjadi fluktuasi temperatur akan ditemukan jenis bakteri asam laktat. Sedangkan dari kelompok yeast dan jamur: *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Candida*, *Fusarium*, *Penicillin*, dll.

Tahap pertama dalam pengolahan buah atau sayuran minimalis adalah mengurangi kontaminasi mikroorganisma dengan membuang bagian luar dan bagian-bagian yang kotor, kemudian dipotong atau diiris. Pada bahan yang terluka akibat pemotongan atau pengirisan, respirasi dan reaksi biokimia lainnya berlangsung dengan laju yang lebih tinggi khususnya di area dimana terjadi pemotongan (*cut zones*). Sel yang menjadi terbuka akibat pemotongan akan

memfasilitasi bercampurnya enzim-enzim dengan substrat yang segera akan memicu reaksi biokimia dalam sel. Bagian jaringan yang terbuka juga merupakan jalan masuk bagi infestasi mikroba ke dalam bahan. Konsekuensinya, produk olahan minimalis membutuhkan perhatian khusus dalam hal tingkat respirasi, laju proses enzimatis yang terjadi dan juga terhadap kondisi mikrobia. Reaksi enzimatik yang terjadi, peningkatan laju respirasi, aktifitas mikroba, ditambah dengan tekanan fisik dan faktor lingkungan dapat menyebabkan penurunan mutu yang dari segi penampilan dilihat pada kondisi warna, flavor dan tekstur.

Kondisi di atas harus diikuti dengan tahapan yang berikutnya yakni pencucian dan perendaman dalam larutan anti mikroba kemudian diikuti dengan pembuangan air pencuci dengan sentrifus, yang bertujuan untuk mengurangi jumlah mikroba awal serta mengurangi jumlah mikroba yang mungkin mengkontaminasi. Untuk pencucian sebaiknya digunakan air bersih dan ditambah dengan antimikroba berupa senyawa chlorine 100 ppm atau asam sitrat 1% atau asam askorbat 1%.

Dalam skala penelitian untuk mengurangi jumlah mikroorganisma dilakukan dengan aplikasi ultra sound. Ditemukan bahwa (Seymour dkk, 2007)



Gambar 1: Jumlah bakteri mesofilik (x 1000 CFU) pada wortel yang diolah minimalis (Franzetti & Galli, 1999)

Meskipun diketahui dan hingga kini dinyatakan bahwa produk buah dan sayuran yang diolah secara minimalis tergolong ‘aman’ jika ditinjau dari segi kasus keracunan dan kasus penyakit yang ditimbulkannya, tetapi sesungguhnya pada bahan ditemukan juga bakteri patogen seperti dalam daftar tabel berikut.

Tabel 1: Beberapa jenis mikroorganisma yang ditemukan dalam buah dan sayuran olahan minimalis

<i>Pseudomonas</i>
<i>Enterobacter</i>
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>E. coli</i>

<i>Salmonella</i>
<i>Listeria monocytogenes</i>
<i>Clostridium botulinum</i>
<i>Vibrio cholerae</i>
<i>Virus Hepatitis A</i>
<i>Yersinia enterocolitica</i>

Khusus tentang *Listeria monocytogenes*, bakteri ini tergolong bakteri gram positif, yang bersifat fakultatif anaerob (dapat hidup dalam kondisi oksigen rendah) seperti pada kondisi penyimpanan produk olahan minimalis secara umum, dengan temperatur minimal untuk pertumbuhannya berkisar nol hingga 4 °C. Investasi bakteri ini dapat menyebabkan penyakit meningitis, septicaemia, janin yang tidak berkembang (*still birth*) dan kematian bayi dalam kandungan (*abortion*). Hal ini menyebabkan di banyak negara diberlakukan kontrol/aturan yang ketat soal *Listeria*, misalnya di negara Perancis populasi maksimum adalah sebanyak 10<sup>2</sup> CFU/gr bahan, sedangkan di Jerman < 10<sup>2</sup> CFU dinyatakan belum memerlukan tindakan dan apabila populasi telah >10<sup>2</sup> CFU diharuskan melakukan suatu tindakan investigasi, sementara United Kingdom dan USA memberlakukan semua makanan golongan makanan siap saji harus bebas *Listeria* (Francis, *et al.*, 1999).

Selain jumlah mikroorganisme awal yang terbawa oleh bahan baku buah atau sayur, faktor kontaminasi selama proses pengolahan dan distribusi menentukan kondisi mikrobiologik bahan olahan minimalis. Perkembangannya sendiri pada tahap selanjutnya sangat tergantung pada: jenis dan sifat mikroorganisme, sifat dari sayuran, kondisi pengolahan, pengemasan dan penyimpanan. Pemotongan/pengirisian merusak jaringan dan sel sehingga cairan keluar dari jaringan yang mungkin mengenai alat dan bahan. Hal ini sangat krusial sebab cairan tersebut sangat cocok untuk substrat makanan mikroorganisme, dan tempat di mana potongan terjadi merupakan jalan masuk yang tepat untuk mikroflora. Selama proses pemotongan atau pun pengirisian saja mikroflora dapat berkembang hingga 6 – 7 kali populasi awal. Dalam satu penelitian ditemukan bahwa alat pemotong/pengiris merupakan sumber utama kontaminasi, khususnya untuk *Listeria* dan *Salmonella*.

Dengan pencelupan ke dalam larutan klorin, populasi mikroflora pada bahan dapat menurun hingga 100 kali lipat dari populasi awal, dan dengan pencelupan pada asam sitrat atau asetat pada proses selanjutnya dapat mengurangi populasi mikroorganisma awal. Proses pencucian merupakan hal yang penting juga diperhatikan mengingat air yang telah digunakan dapat mengandung mikroorganisma hingga 10<sup>3</sup> bakteri per ml. Legnani and Leony (2004) menemukan bahwa setelah proses pencucian dengan menggunakan air pencuci yang higienik, dengan klorin menunjukkan residu *E.coli* yang hamper tidak terdeteksi baik pada air pencucian pertama maupun kedua. Meskipun demikian mereka menyatakan kemungkinan adanya kondisi dimana *E. coli* tersebut hanya mengalami shock sehingga sebetulnya belum benar-benar mati. Sehingga

penggunaan kembali air pencuci, atau pemakaian secara berulang akan menyebabkan rekontaminasi pada bahan lainnya. Dalam prakteknya sinar ultra violet dapat digunakan untuk menyinari air pembersih sebelum digunakan. Sementara itu penggunaan hypoklorin tidak cukup membasahi bagian cuticle yang dilapisi lapisan lilin, sehingga mikroflora yang mungkin terdapat di sana tidak dapat mati atau masih bertahan hidup. Ditengarai bahwa antar mikroorganisma terdapat kompetisi dalam mempertahankan kehidupannya, dan tindakan mematikan sebagian mikroorganisma akan menurunkan kompetisi yang ada antara patogen pada mikroflora awal sehingga dapat mendukung kehidupan salah satu jenis diantaranya.

#### **4. Penyimpanan Buah dan Sayur Olahan Minimalis dalam Lingkungan Atmosfir Termodifikasi**

Dalam penyimpanannya makanan buah dan sayur olahan minimalis biasanya dikemas dalam keadaan tertutup dalam kemasan yang semipermeabel. Secara umum pengemasan dalam atmosfer termodifikasi (*modified atmosphere*; MA) adalah teknologi pengemasan di mana kondisi atmosfer sekeliling produk berbeda dengan komposisi normal udara (Francis *et al.*, 1999). Bahan pengemas yang biasa digunakan adalah berbagai lapisan tipis (plastik polimer) yang permeabel. Dalam hal produk pengemasan buah dan sayuran olahan minimalis, komposisi udara/gas dalam kemasan termodifikasi oleh masih berlangsungnya proses respirasi oleh jaringan buah/sayuran, yang dikenal dengan modifikasi atmosfer pasif. Tergantung pada aktifitas respirasi, temperatur penyimpanan dan karakteristik permeabilitas dari bahan pengemas, kondisi atmosfer sekeliling produk akan mengalami suatu titik equilibrium. Kondisi ini akan efektif dalam menghambat mekanisme pembusukan, sekaligus mempengaruhi proses respirasi itu sendiri. Pengemasan atmosfer termodifikasi yang aktif, yakni dengan mengatur komposisi gas dalam kemasan dengan konsentrasi tertentu juga umum dilakukan dalam pengemasan olahan minimalis (Lozano, 2006). Metoda modifikasi atmosfer aktif akan berpengaruh terhadap harga.

Dalam kemasan yang demikian, buah ataupun sayuran masih melakukan respirasi yang dengan sendirinya masih melakukan modifikasi atmosfer di lingkungan kemasan. Kandungan gas-gasnya berubah, misalnya: Oksigen dari 21% menjadi 2–5%, sedangkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dari 0,03% meningkat menjadi 3–10%. Komposisi udara yang terbentuk ini akan memperlambat respirasi, memperlambat dan menurunkan perkembangan mikroflora, serta menunda kematangan fisiologis. Akan tetapi, apabila komposisi udara/gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> di luar toleransi dari suatu bahan/produk tertentu, kondisi ini akan mendorong terjadinya respirasi anaerobik yang menghasilkan aroma dan flavor yang tidak menyenangkan serta kondisi fisiologis yang tidak baik. Pada prakteknya MA juga dapat dikombinasikan dengan pemberian gas nitrogen.

Tingkat kesegaran lebih sering dinilai dari segi penampilan, yakni dengan melihat warna, tekstur serta flavor/aroma. Konsumen telah memiliki asosiasi warna tertentu dengan suatu produk segar tertentu. Padahal selama proses

penanganan dan penyimpanan berlangsung proses penuaan pada bahan sayur/buah yang telah dipanen memperlihatkan penurunan kualitas warna hijau akibat kehilangan klorofil, sedang dari segi tekstur terlihat kelayuan yang dapat berlanjut hingga kebusukan. Hong and Kim (2004) yang meneliti daun bawang (*Allium fistulosum*) olahan minimalis menunjukkan bahwa perubahan warna terutama disebabkan oleh hilangnya klorofil khususnya pada bagian daun dan bagian batang, yang ditunjukkan dengan naiknya nilai L (*lightness*) serta menurunnya nilai H (nilai *hue*) dengan pemeriksaan menggunakan alat pengukur warna. Ditambahkan bahwa meskipun proses pencoklatan (*browning*) menyumbang terhadap penurunan nilai warna daun bawang tetapi faktor hilangnya warna hijau merupakan faktor yang dominan. Sementara Goris dkk. (1994), menemukan bahwa pengemasan dengan kondisi hampa tingkat sedang (*moderate vacuum*) pada kemasan polyetilene 80  $\mu\text{m}$  dapat menurunkan reaksi pencoklatan enzimatik seperti yang terjadi pada lettuce pada penyimpanan 5°C selama 10 hari. Sementara pada produk kol cina yang dikemas PD961 (polyolefin type film, dengan ketebalan 50  $\mu\text{m}$ ), kondisi oksigen rendah dan karbondioksida yang tinggi dapat menghambat penurunan mutu, khususnya yang diakibatkan reaksi pencoklatan (Kim, 1999).

Adanya cahaya dapat menghambat kehilangan klorofil sekaligus menghambat penurunan tingkat warna hijau pada buah dan sayuran. Penelitian menunjukkan bahwa ketahanan klorofil akan lebih baik pada kol yang disimpan pada cahaya dengan intensitas rendah dibandingkan dengan pada bahan pembanding yang disimpan pada kondisi tanpa cahaya. Pencahayaan juga berhubungan dengan kondisi pertukaran gas pada bahan serta proses buka-tutupnya stomata, yang akan mempengaruhi proses kehilangan air dari bahan sekaligus kehilangan berat bahan. Selain itu buka tutupnya stomata serta besarnya pertukaran gas akan mempengaruhi respirasi.

Penelitian Cervera dkk (2007) menunjukkan bahwa respirasi pada awal penyimpanan berlangsung sangat intens dimana komposisi gas pada kemasan brokoli yang dikemas menggunakan polypropilene 35  $\mu\text{m}$  pada kondisi gelap total menunjukkan bahwa setelah 3 hari penyimpanan kandungan O<sub>2</sub> mencapai 1,8% sedangkan CO<sub>2</sub> mencapai 17,8%. Kondisi ini menekan proses respirasi untuk memperlambat lajunya, dan pada hari ke-11, ditemukan kondisi atmosfer yang hampir sama dengan atmosfer normal. Kondisi gelap 20 jam dan diikuti 4 jam pemaparan terhadap cahaya fluoresence, dapat memperpanjang intensitas respirasi hingga hari ke-15, dan pada kondisi terpapar cahaya sepanjang penelitian menunjukkan kondisi dapat dipertahankan hingga hari ke-15 penyimpanan. Kol bunga (*Cauliflower*) yang disimpan dalam kondisi total tanpa cahaya menunjukkan penurunan kualitas warna.

Cahaya memberi kontribusi besar karena terjadi penurunan kualitas warna, khususnya pada permukaan dimana terjadi pemotongan. Pemaparan produk terhadap cahaya selama penyimpanan, baik secara berkesinambungan maupun terputus mengakibatkan penurunan kualitas warna yang semakin cepat (Cervera

dkk, 2007). Semakin tinggi permeabilitas dari plastik film semakin cepat penurunan mutu warna terjadi, khususnya di daerah permukaan potongan.

Meskipun sesungguhnya cahaya dapat mendorong terjadinya sintesa klorofil tetapi kondisi lanjutan dimana O<sub>2</sub> menurun dan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang naik menyebabkan deterioration dari klorofil berlangsung lebih cepat. Tingginya CO<sub>2</sub> juga menyebabkan terjadinya reaksi pengasaman pada sitoplasma sel dan kondisi ini mendorong semakin cepatnya pengubahan klorofil menjadi phoephytines. Demikian halnya akumulasi etilene yang terjadi pada kemasan permeabilitas rendah mendorong degradasi klorofil dan hilangnya warna hijau. Rendahnya permeabilitas di satu pihak dapat menekan penurunan kualitas warna tetapi di sisi lain O<sub>2</sub> yang sangat rendah dan tingginya konsentrasi CO<sub>2</sub> mendorong terjadinya penurunan tekstur yang cepat serta terbentuknya bau tidak normal (*off-odour*) yang lebih cepat..

### 5. Penyimpanan Dingin

Sistem pengemasan MA dikombinasikan dengan penyimpanan dingin merupakan praktek penyimpanan yang umum dilakukan pada makanan siap konsumsi. Penyimpanan dingin sangat dianjurkan karena dapat menekan laju degradasi enzimatik yang mengakibatkan pelunakan jaringan buah dan sayuran, mengurangi laju kehilangan air yang mengakibatkan kelayuan, menurunkan laju pertumbuhan mikroorganisma, serta menurunkan laju produksi etilen (Lozano, 2006).

Penyimpanan dingin untuk produk buah dan sayur olahan minimalis, umumnya dilakukan pada temperatur 2 – 5 °C dan dibawah pengawasan yang ketat. Lebih jauh, seharusnya dalam outlet-outlet makanan, cepat saji olahan minimalis seperti salad juga harus disimpan pada kisaran temperatur tersebut. Faktor temperatur penyimpanan ini sangat menentukan kondisi mikrobiologis produk olahan minimalis karena memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme pada sayuran siap konsumsi seperti ditemukannya populasi mikroorganisma mesophylic yang meskipun sangat rendah pada *chicory*.

Perlu menjadi perhatian, bahwa temperatur yang dipakai/ditetapkan dapat menahan perkembangan jenis bakteri pembusuk yang aerobik (karena oksigen berkurang). Tetapi karena sebagian diantaranya adalah kompetitor (pesaing) alami dari mikroflora patogen (penyebab penyakit), sehingga tertahannya pertumbuhan bakteri pembusuk aerobik justru menjadi peluang perkembangan mikroflora yang patogen akibat hilangnya pesaing. Dalam penampakannya bisa saja tidak terjadi indikasi kebusukan tetapi sudah ditumbuhi bakteri patogen.

Pengemasan MA akan memperpanjang masa simpan, yang berarti pula memperpanjang waktu yang tersedia untuk mikroflora patogen untuk tumbuh dan berkembang sehingga penyimpanan yang melewati batas waktu akan menyebabkan kenaikan populasi yang cukup nyata. Meskipun level oksigen (2 –5 %) di dalam kemasan (pada suhu 4°C) normalnya dapat menghambat mikroba yang obligat anaerob *Clostridium botulinum*, tetapi jika terjadi kenaikan temperatur ekstrim keadaan bisa menjadi anaerob sebagai akibat dari kenaikan laju

respirasi. Ini menciptakan kondisi yang cocok untuk pertumbuhan dan produksi toksin oleh *Clostridium botulinum*. Sebagai catatan, penggunaan N<sub>2</sub> pada pengemasan MA menurunkan respirasi tetapi dapat mendorong pertumbuhan Listeria.

Kandungan nutrisi buah dan sayuran olahan minimalis lebih banyak ditekankan pada kandungan vitamin. Pada wortel yang diolah minimalis serta disimpan pada 1°C dalam kemasan BOPP/LDPE (biaxially orientated polypropylene/low-density polyethylene) tidak terjadi penurunan kandungan vitamin C selama penyimpanan 21 hari baik dalam kondisi pengemasan dengan vakum, modified atmosfer ataupun atmosfer biasa (Pilon, 2006). Penelitian yang sama pada sayuran paprika hijau ditemukan sedikit penurunan vitamin C, dan hal ini sama ketika mereka dibandingkan dengan penelitian Benedetti dkk., 2002. yang meneliti paprika hijau olahan minimalis yang dikemas dalam plastik PVC (*polyvinylchloride*) pada suhu 5°C. Sementara penelitian pada kol china ditemukan penurunan vitamin C hingga 13 % pada penyimpanan 4°C, dan pencucian tidak membawa efek nyata terhadap kandungan vitamin C (Klieber and Franklin, 2000). Untuk kandungan β-karoten ditemukan perubahan yang nyata sepanjang penyimpanan baik pada wortel maupun pada paprika hijau. Sedangkan kandungan mineral (kalium, kalsium, besi, mangan dan seng) tidak mengalami perubahan nyata sepanjang penyimpanan.

## 6. Penutup

Untuk mendapatkan masa simpan produk olahan minimalis yang optimum harus dilakukan pemilihan bahan baku yang berkualitas baik, pengontrolan suhu selama penyimpanan dingin dan dikombinasikan dengan pengemasan dengan atmosfer yang termodifikasi, serta pencegahan tekanan mekanik.

Karena tindakan yang sangat minimalis ini, maka hal utama yang paling penting diperhatikan adalah proses penanganan dan pengolahan hingga penyimpanan yang higienis, khususnya untuk mencegah kontaminasi silang antara personal, bahan dan peralatan yang digunakan. Meskipun jumlah mikroorganisme yang ditemukan pada akhir proses lebih kecil dari pada awal proses, tetapi itu hanya dimungkinkan dengan menjaga hygiene pada setiap tahapan processing.

Kombinasi dengan teknologi pengawetan dan pengolahan lainnya seperti *moderate vacuum packaging*, *active packaging*, *edible coating* dan *high pressure treatment* seyogianya menjadi pertimbangan penting dalam pengembangan produk minimalis ke depan.

Pengaturan mengenai produk minimalis ini khususnya yang berhubungan dengan kondisi mikrobiologik pangan sangat penting dibuat dan diterapkan dengan ketat demi penjaminan keamanan produk.

**DAFTAR BACAAN**

- Aked, J. 2000. *Fruits and Vegetables in Stability and shelf-life of food.*, in Kilcast. K and Subramaniam, P (Eds.):The Stability and Shelf-life of Food, CRC Press.
- Cervera, S. S., Olarte, C., Echavarri, J. F. and Ayala. F. 2007. *Influence of exposure to light on the sensorial quality of minimally processes cauliflower.* Journal of Food Science 37: 1, 12 - 18
- Francis, G.A., Thomas, C. and O'Beirne D. 1999. *The microbiological safety of minimally processed vegetables.* International Jour. of Food Science and Technology 34, 1 - 22
- Franzetti, L. and Galli, A. 1999. *Microbiologic in minimally processed stick carrot.* Annali di Microbiologia ed Enzimologia 49, 137 – 144
- Hong, S. and Kim, D. 2004. *The effect of packaging treatment on the storage quality of minimally processed bunched onions.* International Jour. of Food Science and Technology 39, 1033 – 1041
- Kim, B. 1999. *Fresness prolongation of minimally processed Chinese cabbage with active modified atmosphere packaging.* Acta Hort. (ISHS) 483:319-324. [http://www.actahort.org/books/483/483\\_36.htm](http://www.actahort.org/books/483/483_36.htm)
- Klieber, A. and Franklin, B. 2000. *Ascorbic acid content of minimally processed chinese cabbage.* Acta Hort. (ISHS) 518:201-206 [http://www.actahort.org/books/518/518\\_27.htm](http://www.actahort.org/books/518/518_27.htm)
- Legnani, P.P. and Leoni, E. 2004. *Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed vegetable.* International Jour. of Food Science and Technology 39, 1061 - 1068
- Lin, D. and Zhao, Y. 2007. *Innovation in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables.* Comprehensive Review in Food Science and Food Safety 6, 60 - 75
- Lozano, J.E. 2006. *Fruit Manufacturing: Scientific basis, Engineering properties, and deteriorative reaction of technological importance.* Springer Science + Business Media LLC.
- Pardede, E. 2005. *Pasca Panen dalam Industri Pertanian*, dalam Yustika, A.E. Menjinakkan Liberalisme: Revitalisasi sektor pertanian dan kehutanan. Pustaka Pelajar, Jogjakarta
- Pilon, L., Oetterer, M., Gallo, C.R. and Spoto, M.H. 2006. *Shelf life of minimally carrot and green pepper.* Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26 (1): 150 - 158
- Seymour, I.J., Burfoot, D., Smith, R. L. and Lockwood, A. 2002. *Ultrasound decontamination of minimally processed fruits and vegetables.* International Jour. of Food Science and Technology 37, 547 - 557