

**KUALITI MIKROBIOLOGI BAGI SAYUR-SAYURAN DAN BUAH-BUAHAN
YANG DIPROSES SECARA MINIMA**

MOHD SOFIAN BIN AZIZ

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**LATIHAN ILMIAH INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT-SYARAT BAGI MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN DALAM
SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN**

**SEKOLAH SAINS MAKANAN DAN PEMAKANAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2001



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KUALITI MIKROBIOLOGI BAGI SAYUR-SAYURAN DAN
BUAH-BUAHAN YANG DIPROSES MINIMA

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPERNIAN

SESI PENGAJIAN: 1998/2001

Saya MOKO SOPTIAN B ARI

(HURUF BESAR)

mengaku membezarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah) * iaitu disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah bahan miskin Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah diberikan membuat salinan untuk tujuan pengajaran sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan perikiran antara institusi pengajaran tinggi.
4. **Sila tandakao (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

W. S. Foo
(TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh
Dr C Hye Fook Yee
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: No 14, KG TEZOK
PULAU 34300, BAGAN

Dr C Hye Fook Yee

Nama Penyelia

SERAP, PERAK

Tarikh: 2/6/2001

Tarikh:

CATATAN: * Potong yang tidak berkembar.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surai daripada pihak berkuasa/organisasi berkembar dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disserasi bagi pengajaran secara kerja kuisse dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbemnya

28/2/2001

TARIKH



(MOHD SOFIAN BIN AZIZ)
(HN 1998/0020)



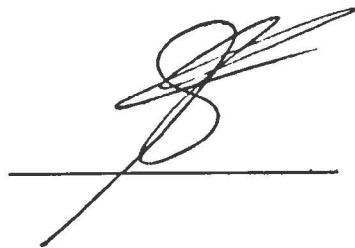
UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN PEMERIKSA**DIPERAKUKAN OLEH****TANDATANGAN****1. PENYELIA**

(DR. CHYE FOOK YEE)

**2. PEMERIKSA - 1**

(ENCIK SHARIFUDIN BIN MD. SHAARANI)

**3. PEMERIKSA - 2**

(ENCIK MANSOOR BIN ABD. HAMID)

**4. DEKAN**

(PROF. MADYA DR. POEDIJONO NITISEWOJO)

**UMS**
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Bermula Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihi, ingin saya ucapkan ribuan terima kasih dan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia kajian ini iaitu Dr. Chye Fook Yee kerana bimbingan dan tunjuk ajar yang diberikan. Dekan Sekolah Sains Makanan dan Pemakanan iaitu Prof. Madya Dr. Poedijono Nitisiwojo dan para pensyarah Encik Othman bin Hassan, Encik Sharifudin bin Md Shaarani, Encik Mansoor bin Abd Hamid, Puan Rugayah binti Issa dan Puan Patricia Matanjun kerana didikan dan ilmu yang telah diberikan sehingga kajian ilmiah ini berjaya disiapkan.

Di kesempatan ini juga saya mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan ribuan terima kasih kepada ayah dan emak serta ahli keluarga yang tidak jemu memberikan semangat dan didikan sehingga mencapai ke tahap ini. Sesungguhnya jasa dan bakti kalian tidak akan dilupakan.

Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada semua kawan-kawan terutama kepada Norazha Che Soh, Mohd Fikri bin Ahmad, Abd Jalil Nordin, Harman Othman, Che Faisal Haneef, Muhammad Nazam, Ku Ahmad Ridzuan, Shahril Nizam Idris dan Asrul Zahidi Kassim serta kawan-kawan seperjuangan yang lain.

Sekian terima kasih

MOHD SOFIAN BIN AZIZ

ABSTRAK

Makanan yang sedia di makan seperti sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses minima semakin popular di kalangan pengguna. Permintaan terhadap produk ini di pasaran semakin meningkat. Objektif bagi kajian ini ialah untuk mengetahui status kualiti dari segi mikrobiologi bagi sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses minima. Dalam kajian ini sebanyak 60 sampel sayur-sayuran dan buah-buahan telah diambil di pelbagai tempat seperti pasaraya, pasar besar dan tamu. Analisis mikrobiologi telah dilakukan bagi menentukan bilangan bakteria (TPC), Koliform, *E. coli* dan *S. aureus* serta ujian pengesan bagi patogen terpilih seperti *E. coli* 0157:H7, *Vibrio* spp dan *Salmonella* spp. Hasil menunjukkan bilangan bakteria bagi buah-buahan yang diambil di pasaraya (1.0×10^6 CFU/g) dan pasar besar (1.8×10^6 CFU/g) lebih tinggi ($p < 0.05$) daripada sampel yang diambil di tamu (9.6×10^5 CFU/g). Namun begitu bagi sampel sayur-sayuran didapati tiada perbezaan yang signifikan ($p > 0.05$) wujud di setiap tempat persampelan. Koliform didapati hadir dalam semua sampel tetapi hanya 70.0% buah-buahan dan 63.3% sayur-sayuran menunjukkan kehadiran *E. Coli*. Didapati purata bagi bilangan *S. aureus* untuk sampel buah-buahan dan sayur-sayuran masing-masing ialah 4.7×10^3 CFU/g dan 6.9×10^3 CFU/g. Kira-kira 23% sampel buah-buahan dan 17 sampel sayur-sayuran adalah positif bagi *E. Coli* 0157:H7. Didapati kekerapan kehadiran *Vibrio* spp dalam sampel sayur-sayuran (30%) lebih tinggi berbanding dengan sampel buah-buahan(20%). Semua sampel sayur-sayuran dan buah-buahan yang telah dianalisis adalah bebas dari *Salmonella* spp. Sebagai kesimpulan, kehadiran patogen seperti *E. coli* 0157:H7, *Vibrio* spp dan *S. aureus* menunjukkan bahawa sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses minima tidak selamat untuk diambil disebabkan pengendalian makanan yang tidak bersih serta keadaan penyimpanan yang tidak betul.

THE MICROBIOLOGICAL MINIMALLY PROCESSED FRUITS AND VEGETABLES

ABSTRACT

Foods that ready to use like vegetables and fruits that have minimum process become more popular within consumer. In today's market, demanding of these products is increasing. The objective for this research was to determine the microbiological status of minimally processed vegetables and fruits available in Kota Kinabalu markets. A total of 60 vegetables and fruits samples were taken from various sampling place such as supermarket, wet-market and tamu. Microbiology analysis was carried out to determine the total plate count (TPC), Coliform, *E. coli* and *S. aureus* count and detection of selected pathogen such as *E. coli* 0157:H7, *Vibrio* spp and *Salmonella* spp. Results indicated that bacteria count for fruits taken from supermarket (1.0×10^6 CFU/g) and wet-market (1.8×10^6 CFU/g) were significantly higher ($p<0.05$) than samples collected from tamu (9.6×10^5 CFU/g). Nevertheless, no significant different ($p>0.05$) was found for vegetables samples taken from different places. Coliform was present in all fruits and vegetables but only 70.0% and 63.3% of them were shown to contain *E. coli*. The mean *S. aureus* count for fruits and vegetables were 4.7×10^3 CFU/g and 6.9×10^3 CFU/g respectively. About 23% of fruits and 17% of vegetables were positive for *E. coli* 0157:H7. The frequencies of detection for *Vibrio* spp in vegetables were higher (30%) than fruits (20%). All samples of vegetables and fruits analyzed were free from *Salmonella* spp. It was concluded that the presented of pathogen such as *E. coli* 0157:H7, *Vibrio* spp and *S. aureus* indicated that minimally processed vegetables and fruits available locally were not safe due to unhygienic food handling practices and improper storage conditions.



KANDUNGAN

| | Halaman |
|--|---------|
| PENGAKUAN | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| PENGHARGAAN | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| KANDUNGAN | vii |
| SENARAI JADUAL | x |
| SENARAI RAJAH | xii |
| SENARAI SIMBOL | xiii |
| SENARAI LAMPIRAN | xiv |
| | |
| BAB 1 : PENDAHULUAN | 1 |
| BAB 2 : ULASAN KEPUSTAKAAN | |
| 2.1 Pemprosesan minima | 4 |
| 2.2 Penghasilan makanan yang diproses minima | 6 |
| 2.3 Mikrobiologi sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses minima | 9 |
| 2.3.1 Panduan antarabangsa untuk hasilan minima | 10 |
| 2.3.2 Sumber kontaminasi | 11 |
| 2.3.3 Mikroflora semulajadi | 11 |
| 2.3.4 Mikroorganisma penunjuk | 12 |
| 2.3.5 Mikroorganisma patogen | 14 |
| 2.3.5.1 <i>Salmonella</i> spp | 15 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 2.3.5.2 <i>E.coli</i> 0157 : H7 | 16 |
| 2.3.5.3 <i>Staphylococcys aureus</i> | 18 |
| 2.3.5.4 <i>Vibrio</i> spp | 19 |

BAB 3 : BAHAN DAN KADEAH

| | |
|--|----|
| 3.1 Bahan | 22 |
| 3.2 Kaedah persampelan | 23 |
| 3.2.1 Jenis sampel | 23 |
| 3.2.2 Tempat dan lokasi persampelan | 23 |
| 3.2.3 Kaedah persampelan | 23 |
| 3.3 Analisis mikrobiologi | 24 |
| 3.3.1 Penyediaan sampel | 24 |
| 3.3.2 Pencairan bersiri | 25 |
| 3.3.3 Penentuan kiraan plate jumlah (KPT) | 25 |
| 3.3.4 Kiraan koliform dan <i>E. coli</i> (MPN) | 26 |
| 3.3.5 Penentuan <i>Staphylococcus aureus</i> | 27 |
| 3.3.6 Pengesanan <i>Vibrio</i> spp | 29 |
| 3.3.7 Pengesanan <i>E.coli</i> 0157:H7 | 29 |
| 3.3.8 Pengesanan <i>Salmonella</i> spp | 30 |

BAB 4 : HASIL DAN PERBINCANGAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Bilangan bakteria (KPT) | 34 |
| 4.1.1 Bilangan bakteria bagi sampel sayur-sayuran | 34 |
| 4.1.2 Bilangan bakteria bagi sampel buah-buahan | 38 |
| 4.1.3 Julat kiraan bakteria | 41 |
| 4.2 Bilangan Koliform dan <i>Escherichia coli</i> | 42 |
| 4.2.1 Bilangan Koliform dan <i>E. coli</i> bagi sampel sayur-sayuran | 42 |



| | |
|--|----|
| 4.2.2 Bilangan Koliform dan <i>E. coli</i> bagi sampel buah-buahan | 47 |
| 4.2.3 Julat kiraan Koliform dan <i>E. coli</i> | 51 |
| 4.3 Bilangan <i>Staphylococcus aureus</i> | 52 |
| 4.3.1 Bilangan <i>S. aureus</i> bagi sampel sayur-sayuran | 52 |
| 4.3.2 Bilangan <i>S. aureus</i> bagi sampel buah-buahan | 56 |
| 4.3.3 Julat bilangan <i>S. aureus</i> | 60 |
| 4.4 Ujian <i>Escherichia coli</i> 0157:H7 | 61 |
| 4.5 Ujian <i>Vibrio</i> spp | 64 |
| 4.6 Ujian <i>Salmonella</i> spp | 68 |
| BAB 5 : KESIMPULAN | |
| CADANGAN | 71 |
| RUJUKAN | 72 |
| LAMPIRAN | 80 |

SENARAI JADUAL

| No. Jadual | | Muka surat |
|------------|--|------------|
| 2.1 | Panduan penyejukan bagi sayur-sayuran yang diproses minima | 8 |
| 2.2 | Had bagi pertumbuhan patogen | 9 |
| 2.3 | Kriteria mikrobiologi yang dibenarkan bagi sayur-sayuran yang diproses minima | 10 |
| 3.1 | Jadual secara terperinci bagi jenis-jenis sampel yang diambil dalam kajian | 25 |
| 3.2 | Tindak balas positif dalam MIO | 33 |
| 3.3 | Tindak balas positif dalam TSI | 33 |
| 4.1 | Bilangan bakteria bagi sampel sayur-sayuran mengikut tempat persampelan | 37 |
| 4.2 | Bilangan bakteria bagi sampel buah-buahan mengikut kawasan | 40 |
| 4.3 | Taburan kiraan bakteria (TPC) dalam sayur-sayuran dan buah-buahan | 42 |
| 4.4 | Bilangan Koliform dan <i>E. coli</i> bagi sampel sayur-sayuran mengikut tempat persampelan | 45 |
| 4.5 | Kehadiran <i>E. coli</i> pada sampel sayur-sayuran | 46 |
| 4.6 | Bilangan Koliform dan <i>E. coli</i> bagi sampel buah-buahan mengikut tempat persampelan | 49 |
| 4.7 | Kehadiran <i>E. coli</i> pada sampel buah-buahan | 50 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.8 | Taburan kiraan Koliform dan <i>E. coli</i> (MPN/g) dalam sayur-sayurán dan buah-buahan | 51 |
| 4.9 | Bilangan <i>S. aureus</i> bagi sampel sayur-sayuran mengikut tempat persampelan | 55 |
| 4.10 | Kehadiran <i>S. aureus</i> dalam sayur-sayuran | 56 |
| 4.11 | Bilangan <i>S. aureus</i> bagi sampel buah-buahan mengikut tempat persampelan | 58 |
| 4.12 | Kehadiran <i>S. aureus</i> dalam buah-buahan | 59 |
| 4.13 | Taburan kiraan <i>S. aureus</i> (CFU/g) dalam sayur-sayuran dan buah-buahan | 60 |
| 4.14 | Kehadiran <i>E. coli</i> 0157:H7 dalam sampel sayur-sayuran | 63 |
| 4.15 | Kehadiran <i>E. coli</i> 0157:H7 dalam sampel buah-buahan | 64 |
| 4.16 | Kehadiran <i>Vibrio</i> spp dalam sampel sayur-sayuran | 66 |
| 4.17 | Kehadiran <i>Vibrio</i> spp dalam sampel buah-buahan | 67 |

SENARAI RAJAH

| No. Rajah | | Muka Surat |
|-----------|---|------------|
| 1.1 | Carta alir pemprosesan minima bagi produk buah-buahan dan sayur-sayuran | 8 |
| 4.1 | Bilangan bakteria bagi sampel sayur-sayuran mengikut kawasan | 35 |
| 4.2 | Bilangan bakteria bagi sampel buah-buahan mengikut kawasan | 39 |
| 4.3 | Bilangan koliform bagi sampel sayur-sayuran mengikut kawasan | 43 |
| 4.4 | Bilangan <i>E. coli</i> bagi sampel sayur-sayuran mengikut kawasan | 43 |
| 4.5 | Bilangan Koliform dalam sampel buah-buahan mengikut kawasan | 47 |
| 4.6 | Bilangan <i>E. coli</i> bagi sampel buah-buahan mengikut kawasan | 48 |
| 4.7 | Bilangan <i>S. aureus</i> bagi sampel sayur-sayuran | 53 |
| 4.8 | Bilangan <i>S. aureus</i> bagi sampel buah-buahan | 57 |
| 4.9 | Peratus <i>E. coli</i> 0157: H7 dalam sayur-sayuran dan buah-buahan | 62 |
| 4.10 | Peratus <i>Vibrio</i> spp dalam sampel sayur-sayuran dan buah-buahan | 65 |

SENARAI SIMBOL

| | | |
|--------------------|---|----------------------|
| a_w | - | aktiviti air |
| $^{\circ}\text{C}$ | - | darjah celsius |
| g | - | gram |
| μ | - | mikro |
| & | - | dan |
| % | - | peratus |
| m | - | meter |
| ml | - | mililiter |
| cfu | - | colony form unit |
| mpn | - | most probable number |
| ppm | - | part per million |
| TD | - | tidak dilakukan |



SENARAI LAMPIRAN

| Lampiran | | muka surat |
|----------|---|------------|
| A | Data mentah bagi sampel sayur-sayuran | 80 |
| B | Sambungan data mentah bagi sampel sayur-sayuran | 81 |
| C | Data mentah bagi sampel buah-buahan | 82 |
| D | Sambungan data mentah bagi sampel buah-buahan | 83 |
| E | Bilangan bakteria bagi sampel sayur-sayuran mengikut kawasan | 84 |
| F | Bilangan bakteria bagi sampel buah-buahan mengikut kawasan | 85 |
| G | Bilangan Koliform dan <i>E. coli</i> bagi sampel sayur-sayuran mengikut kawasan | 86 |
| H | Bilangan Koliform dan <i>E. coli</i> bagi sampel buah-buahan mengikut kawasan | 87 |
| I | Bilangan <i>S. aureus</i> bagi sampel sayur-sayuran mengikut kawasan | 88 |
| J | Bilangan <i>S. aureus</i> bagi sampel buah-buahan mengikut kawasan | 89 |
| K | Data keputusan ujian descriptives bagi sampel sayur-sayuran mengikut tempat persampelan | 90 |
| L | Data keputusan ujian ANOVA bagi sampel sayur-sayuran mengikut kawasan | 91 |



| | | |
|---|--|-----|
| M | Data keputusan ujian Post Hoc bagi sampel sayur-sayuran mengikut tempat persampelan | 92 |
| N | Data keputusan ujian Homogeneous Subset bagi sampel sayur-sayuran mengikut tempat persampelan | 93 |
| O | Data keputusan ujian Descriptives bagi sampel buah-buahan mengikut tempat persampelan | 95 |
| P | Data keputusan ujian ANOVA bagi sampel buah-buahan mengikut kawasan | 96 |
| Q | Data keputusan ujian Post Hoc bagi sampel buah-buahan mengikut tempat persampelan | 97 |
| R | Data keputusan ujian Homogeneous Subset bagi sampel buah-buahan mengikut tempat persampelan | 98 |
| S | Data keputusan ujian Homogeneous Subset mengikut tempat persampelan bagi sampel sayur-sayuran di kawasan Menggatal | 100 |
| T | Data keputusan ujian Homogeneous Subset mengikut tempat persampelan bagi sampel buah-buahan di kawasan Menggatal | 102 |
| U | Jadual identifikasi bagi pengenalpastian <i>Salmonella</i> spp | 104 |

BAB 1

PENGENALAN

Buah-buahan dan sayur-sayuran merupakan sumber makanan yang utama kepada manusia. Terdapat berbagai-bagai jenis buah-buahan dan sayur-sayuran yang dijual kepada pengguna dalam berbagai bentuk pemprosesan sama ada ditinkan, dibungkus ataupun dijual untuk dimakan terus. Buah-buahan dan sayur-sayuran lebih popular dijual dalam bentuk segar atau diproses secara minima .

Dalam satu artikel yang dikeluarkan oleh *Guelph Food Technology Centre* di Amerika Syarikat. Pengguna berpendapat bahawa makanan segar merupakan makanan yang mempunyai rasa yang sangat baik dan mempunyai nilai pemakanan yang tinggi (Nicole, 1997). Lebih dari itu, banyak pengguna lebih menyukai makanan segar yang diproses secara minima atau makanan yang sedia dimakan yang telah dikeluarkan oleh banyak pengusaha produk makanan segar.

Di Amerika Syarikat buah-buahan dan sayur-sayuran yang diproses secara minima merangkumi ubi kentang atau keledek yang dipotong atau dikupas, kobis dan salad yang dipotong, bayam yang dibersihkan dan dicuci, kacang peach yang disejukkan, mangga, tembakai, dan buahan-buahan lain yang dikupas dan dipotong. Ia juga termasuk sayur yang dimakan terus seperti lobak merah (carrot) dan sayur saderi, bunga cauli dan broccoli. Salad campur yang dibungkus, bawang yang dicuci



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

dan dipotong dadu, nenas yang dikupas dan dibuang empulurnya dan buah citrus yang dikupas (Cantwell, 2000).

Sejak akhir-akhir ini banyak kejadian keracunan makanan yang berpunca dari pengambilan buah-buahan dan sayur-sayuran. Oleh yang demikian Food and Drugs Administration (FDA) telah mengeluarkan satu panduan yang bertujuan untuk memantau dan meminimakan mikroorganisma patogen dalam buah-buahan dan sayur-sayuran segar yang diproses secara minima (CFSAN, 1998).

Menurut CFSAN (1998) mikroorganisma patogen boleh mencemar sayur-sayuran dan buah-buahan segar atau yang diproses minima melalui kemudahan sistem pembersihan, bekalan air, taraf kesihatan dan kebersihan pekerja, sistem kebersihan ketika proses penuaian, sistem kebersihan sewaktu proses pembungkusan dan pengangkutan. Haiwan peliharaan dan sikap manusia juga menjadi faktor kepada pencemaran makanan ini

Bakteria patogen yang berkaitan dengan sayur-sayuran segar termasuklah *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp, strain enteropetogenik *Escherichia coli*, virus hepatitis A dan lain-lain lagi (CFIA, 1998). Kerajaan dan pengusaha industri makanan harus mengambil langkah-langkah segera bagi menangani risiko penyakit bawaan makanan yang disebabkan oleh produk jenis ini.

Analisis mikrobiologi sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses secara minima perlu dijalankan. Ini berdasarkan faktor-faktor yang mendesak seperti penerimaannya yang semakin meningkat di pasaran dan penyakit bawaan makanan yang berpunca dari makanan jenis ini. Oleh yang demikian kajian ini bertujuan untuk memenuhi beberapa objektif seperti :

1. Mengetahui status keselamatan dari segi mikrobiologi bagi sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses secara minima.
2. Mengetahui peratusan kehadiran patogen yang boleh memberi kemudaratan akibat pengambilan sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses minima seperti *E. coli* 0157:H7, *Vibrio* spp, *S. aureus* dan *Salmonella* spp .
3. Mengetahui tahap kebersihan berdasarkan kehadiran mikroorganisma penunjuk seperti koliform dan *Escherichia coli* yang hadir.



BAB 2

ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Pemprosesan minima

Proses minima merupakan produk pertanian yang disediakan dan dikawal untuk mengekalkan kesegaran semulajadinya dengan tujuan untuk meningkatkan citarasa pengguna. Sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses minima sedang meningkat popular dan kadangkala menunjukkan permintaan yang tinggi dalam pasaran makanan (Christopher et al, 1999). Pengeluaran produk yang diproses secara minima merangkumi pembersihan, pembasuhan, hiasan, dipotong, dicincang, dikupas dan sebagainya. Dengan kata lain proses minima juga dikenali sebagai pemprosesan yang sederhana, pemprosesan segar dan prapersediaan untuk proses seterusnya (Cantwell, 2000).

Pemprosesan minima biasanya merangkumi sayur-sayuran dan buah-buahan mentah yang telah diperbaikan untuk digabungkan ke dalam bahan masakan seperti dalam jagung dan pasta (Christopher et al, 1999). Di Amerika Syarikat buah-buahan dan sayur-sayuran yang diproses secara minima merangkumi ubi kentang atau keledek yang dipotong atau dikupas, kobis dan salad yang dipotong.

bayam yang dibersihkan dan dicuci, kacang peach yang disejukkan, mangga, tembikai, dan buahan-buahan lain yang dikupas dan dipotong (Cantwell, 2000).

Dalam satu artikel yang dikeluarkan oleh *Guelph Food Technology Centre* di Amerika Syarikat, makanan segar merupakan makanan yang mempunyai rasa yang sangat baik dan mempunyai nilai pemakanan yang tinggi. Pengguna lebih menyukai makanan segar yang diproses minima yang dikeluarkan oleh banyak pengusaha produk makanan segar (Nicole, 1997). Di Amerika syarikat, pasaran bagi buah-buahan dan sayur-sayuran yang diproses minima didapati meningkat setiap tahun. Jumlah produk yang berdasarkan buah-buahan dan sayur-sayuran segar meningkat dengan mendadak dalam masa 10 tahun. Diantara bulan Mei 1995 hingga 1996 didapati 77% pengguna di Amerika menunjukkan mereka telah mengambil lebih banyak buah-buahan dan sayur-sayuran (Hao et al, 1998).

Permintaan yang tinggi bagi sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses minima ini telah memberi panduan bagi meningkatkan kuantiti dan kepelbagaiannya produk kepada pengguna (Francis et al, 1999). Sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses minima selalunya dibungkus di dalam beg plastik atau bekas plastik dan disilkan dengan filem polimerik (Hao et al, 1998). Pada masa sekarang pembungkus yang mengandungi atmosfera terubahsuai atau terkawal telah pun digunakan untuk membungkus makanan yang diproses minima dengan tujuan mengekalkan kesegaran dan mengurangkan pertumbuhan bakteria pada produk (Jacxsens et al, 1999).

Produk bagi proses minima mesti dirujuk dan dipastikan melalui seksyen 4 dan seksyen 7 dalam *Food and Drugs Act*. Dalam seksyen 4 menyatakan bahawa "tiada individu sepatutnya menjual apa jenis bahan makanan samaada terdapat

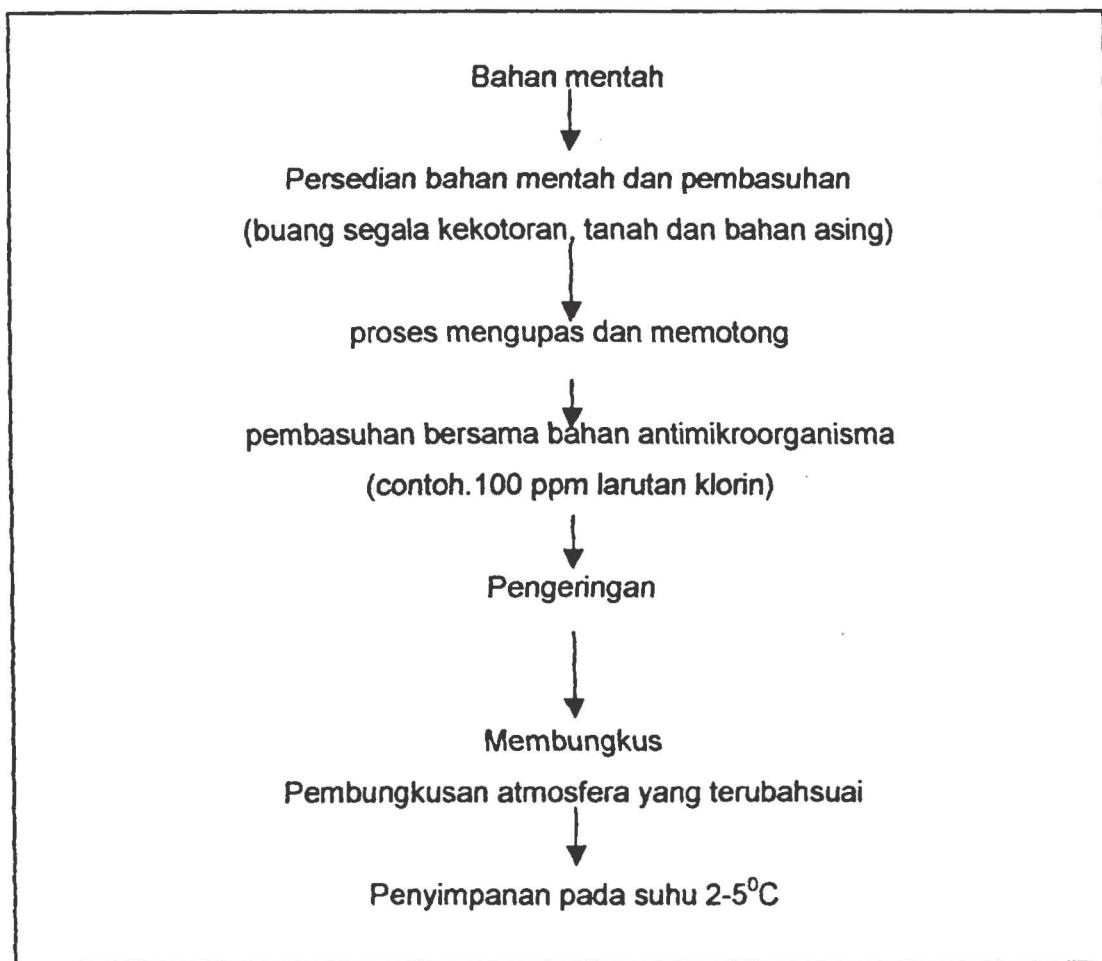
dalam makanan itu atau yang terdiri daripada bahan yang beracun dan benda yang merbahaya, tidak sesuai dengan kegunaan manusia, bahan yang secara keseluruhannya atau sebahagiannya telah busuk, jijik, reput, binatang atau sayur-sayuran yang sakit dan yang telah reput, sekiranya di campur sehingga menjadi tidak bermutu (penurunan mutu) atau telah dikilangkan, disediakan, dipamerkan, dibungkus atau disimpan dalam keadaan yang tidak bersih". Seksyen 7 pula menyatakan bahawa "adalah menjadi kesalahan sekiranya seseorang itu mengilang, menyedia, mempamer, membungkus atau menyimpan makanan dalam keadaan yang tidak bersih dengan tujuan untuk dijual kepada pengguna " (CFIA, 1998).

2.2 Penghasilan makanan yang diproses minima

Pemprosesan minima boleh menyebabkan kehadiran berbagai mikroorganisma semasa ianya dihasilkan. Mikroorganisma ini mungkin terdiri daripada petogen yang boleh mengancam atau berpotensi untuk masalah keselamatan makanan tersebut (Francis et al, 1999). Sayur-sayuran dan buah-buahan yang dikupas kulitnya ataupun yang dipotong akan menyebabkan kemasuhan sel dan ini akan menggalakkan pertumbuhan mikroorganisma. Secara amnya pemotongan dan pengupasan yang dilakukan akan menyebabkan pertumbuhan mikroorganisma yang signifikan terutama dalam sayur-sayuran (Eero et al, 1998).

Sayur-sayuran dan buah-buahan mesti diproses dalam keadaan yang baik bagi memastikan hasil yang dikeluarkan terhindar dari kontaminasi oleh mikroorganisma patogen (Francis et al, 1999). Ini termasuk penyingkiran faktor fizikal yang merbahaya seperti logam, kaca dan najis serta faktor kimia seperti grease, petrol atau minyak yang boleh memberi risiko keselamatan kepada produk yang dihasilkan (CFIA, 1998).

Sayur-sayuran dan buah-buahan yang telah dipotong seterusnya dibasuh dan dicelup kedalam cecair anti mikroorganisma. Selain itu ia juga dapat menyingkirkan dengan banyaknya pertumbuhan mikrob serta meminimakan populasi bagi patogen yang berpotensi untuk tumbuh dalam produk ini. Agen pembasuhan boleh terdiri daripada air tetapi lebih berkesan sekiranya ia dicampur dengan bahan anti mikroorganisma seperti klorin (100 ppm) atau asid sitrik dan asid askorbik (1%) (Francis et al, 1999).



Rajah 1.1 Carta alir pemrosesan minima bagi produk buah-buahan dan sayur-sayuran

Sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses secara minima biasanya disil bersama bahan pembungkus yang separa telap (Francis et al, 1999).

Pembungkusan *Equilibrium Modified Atmosphere* (EMA) telah diaplikasikan dalam pembungkusan bagi makanan jenis ini (Jacxsens *et al*, 1999). Gas atmosfera ini adalah baik sekiranya tahap oksigen O₂ boleh menurun dari 21% kepada 2 - 5% dan tahap karbon dioksida CO₂ pula boleh meningkat dari 0.03% kepada 3 - 10%. Gas atmosfera pada tahap ini apabila digabungkan dengan suhu sejuk akan memperlambatkan respirasi dan memperlakukan pertumbuhan mikroorganisma serta dapat melewatkannya perubahan fisiologi dan sekaligus dapat memanjangkan hayat penyimpanan (Francis *et al*, 1999).

Sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses secara minima adalah lebih baik disimpan di dalam suhu sejuk iaitu sekitar 2 - 5°C. Kawalan yang tegas terhadap suhu penyimpanan dapat melembabkan kemandirian patogen dan mikroorganisma yang lain (Francis *et al*, 1999). Jadual 2.1 menunjukkan panduan suhu penyejukan bagi sayur-sayuran yang di proses minima yang dikeluarkan oleh CFIA (1998). Produk yang dibungkus dalam atmosfera terubahsuai boleh disimpan pada suhu 7°C dan didapati dapat memanjangkan hayat produk sekitar 50% dari keadaan biasa (Jacxsens *et. al*, 1998). Secara keseluruhannya peringkat proses sayur-sayuran dan buah-buahan yang diproses secara minima ini boleh diringkaskan seperti rajah 1.

Jadual 2.1 Panduan penyejukan bagi sayur-sayuran yang diproses minima.

| Suhu produk | Jumlah masa bermula dari pemprosesan. |
|-------------|---------------------------------------|
| 25 °C | 0.5 jam |
| 20 °C | 1.5 jam |
| 15 °C | 4.0 jam |
| 10 °C | 10 jam |
| <5 °C | 30 jam |

Sumber : (CFIA, 1998)

RUJUKAN

- Ackers, M. B., Mahon, E. Leahy, T. Damrow, L. Hutwagner, T. Barrett, W. Bibb, P. Hayes, P. Griffin & L. Slutsker. 1996. An outbreak of *Escherichia coli* 0157:H7 infection associated with leaf lettuce consumption, Western Montana. Abstr. K43, 36th Intersci. Conf. Antimicrob. Agents Chemother. 1996. American Society for Microbiology, Washington D.C. P. 258
- Adams, M. R., A. D. Hartley & L. J. Cox. 1989. Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food Microbiology* 6 : 69-75
- Amstrong, G. L., J. Hollingsworth, & J. G. Morris Jr.. 1996. Emerging foodborn pathogens : *Escherichia coli* 0157 : H7 as a model of entry of a new pathogen into the food supply of the developing world. *Epidemiology Review*. 18 : 29-51
- Anon. 1999a. *Aerobic Plate Count*. Sea Grant Extension Program, Food Science & Technology, University of California :
<http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/chapt9.htm>
- Anon. 1999b. *Staphylococcus aureus*. Sea Grant Extension Program, Food Science & Technology, University of California:
<http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/hapt19.htm>
- Anon. 1999c. *Vibrio spp.* Sea Grant Extension Program, Food Science & Technology, University of California:
<http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/chapt20.htm>
- Anon. 1999d. *Coliforms, Fecal Coliforms and Escherichia coli*. Sea Grant Extension Program, Food Science & Technology, University of California:
<http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/chapt14.htm>
- Anon. 1999e. *Salmonella*. Sea Grant Extension Program, Food Science & Technology, University of California:
<http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/chapt17.htm>



- AOAC. 1995a. *Vibrio cholerae* in oysters: Elevated temperature enrichment method. Sec. 17.11.01, Method 988.20. In *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th ed., P.A. Cunniff (Ed.). AOAC International, Gaithersburg, MD. P. 106-108
- AOAC. 1995b. Coliform and *Escherichia coli* counts in foods: Dry rehydratable film methods. Sec. 17.3.04, Method 991.14. In *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th ed., P.A. Cunniff (Ed.). AOAC International, Gaithersburg, MD. P. 13-15
- AOAC. 1995c. Motile *Salmonella* in all foods: Immunodiffusion (1-2 test) method. Sec. 17.9.18, Method 989.13. In *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th ed., P.A. Cunniff (Ed.). AOAC International, Gaithersburg, MD. P. 90-91
- APHA. 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 3rd ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Arumugaswamy, R. K., R. A. G. Rusul & A. H. Nadzirah. 1994. Prevalence of *Listeria monocytogenes* in food in Malaysia. *International Journal Of Food Microbiology* 23 : 117-121
- Barg, N. L., & T. Harris. 1997. Toxin mediated syndromes. In K. B Crossley & G. L. Archer (ed), *The Staphylococcus in Human Disease*. New York : Churchill Livingstone. P. 527-543
- Beuchat, L.R & J. Ryu. 1997. Produce handling and processing practice. *Emerging Infectious Disease* 3 : 459-465
- Beuchat, L.R & R.E. Brackett. 1990. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified atmosphere packaging and temperature. *Journal of Food Science* 55 : 755-758
- Berrang, M.E., R.E. Brackett & L.R. Beuchat. 1989. Growth of *Aeromonas hydrophila* on fresh vegetables stored under a controlled atmosphere. *Applied Environmental Microbiology* 55 : 2167-2171
- Blackburn, C. de W. 1993. Rapid and alternative methods for the detection of *Salmonellas* in food. *Journal of Applied Bacteriology* 75 : 199-214
- Bolin, H.R., A. E. Stafford, A. D. King, Jr. & C.C Huxsoll. 1977. Factors effecting the storage stability of shredded lettuce. *Journal of Food Science* 42 : 1319-1321



Brackett, R. E. 1994. Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In : *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables* (edited by Wiley, R. C.). New York : Chapman & Hall. P. 269-312

Brocklehurst, T. F., C. M. Zaman Wong. & B. M. Lund. 1987. A note on the microbiology of retail packs of prepared salad vegetables. *Journal of Applied Bacteriology* 63 : 409-415

Brock, T.D., M.T. Madigen, J.M. Martinko & J. Parker. 1994. *Biology of Microorganism*. ed⁷ America : Prentice & Hall

Callister, S.M. & W.A. Aggar. 1987. Enumeration and characterization of *Aeromonas hidrophila* and *Aeromonas caviae* isolate from grocery store produc. *Applied Environmental Microbiology* 53 : 249-253

Cantwell, M. 2000. *Postharvest Handling Systems : Minimally Processed Fruits and vegetables*. Universiti of California. Vegetable Research and Information Center : http://www.vegetablewash.com/Int3/red_page.htm

Carline F., & C. Nguyen-the. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Critical Review of Food Science and Nutrition*. 34 : 371-401

CFIA . 1998. *Code of Practice for Minimally Processed Ready-to-Eat Vegetables*. Canadian Food Inspection Agency :
http://www.cfia-acia.agr.ca/english/plaveg/fresh/read-eat_e.shtml

CFSAN. 1998. *Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh Fruits and Vegetables*. Centre of Food Science and Apiled Nutrition. Food and Drug Administration U.S : <http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/fcannex6.html>

Christopher, T. , D. O'Beirne, & O. Prior. 1999. Survival and growth of *Listeria* spesies in a model ready-to-use vegetable product containing raw and cooked ingredients as affected by storage temperature an acidification. *International Journal of Food Science and Technology* 34 : 317-324

Debroy, C. 1997. Pantogenic *E. coli*. University Of Wisconsin Department of Bakteriology :
[Http://www.bact.wisc.edu.bact330/lecture_e.coli](http://www.bact.wisc.edu.bact330/lecture_e.coli)

Doyle, M. P. 1990. Fruits and Vegetable Safety microbiological consideration. *Hortscience* 25 : 1478-1481

Doyle, M. P., T. Zhao, J. Meng & S. Zhao. (1997). *E. coli* 0157:H7. In : Food Microbiology-Fundamentals and frontiers (edited by M. P. Doyle, L. R. Beuchat & T. J. Montville). Washington DC : American Society of Microbiology Press. P 171-191

Eero U. H, A. Kinnunen, R. L. Heinio, R. Ahvenainen & K.Jokinen. 1998. The storage life of packed shredded iceberg lettuce dipped in glycine betaine solution. *Journal of Food Protection* 62 : 363-367

Ercolani, G. L. 1976. Bacteriological quality assessment of fresh marketed lettuce and fennel. *Applied and Environmental Microbiology* 31 : 847-852

Farber, J. M, S.C. Wang, Y. cai & S. Zhang. 1998. Changes in population of *Listeria monocytogenes* inoculated on package fresh cut vegetables. *Joumal of Food Science* 58 : 1365-1370

FDA. 1998. *Bacterial pathogen growth*. Appendix 4. In Fish and Fishery ProductsHazards and Controls Guide, 2nd ed., Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, Washington, DC. P 241-244

FDA. 1999. *Staphylococcus aureus*. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, Washington, DC

FDA. 2000. *Vibrio spp.* Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, Washington, DC

Francis, G. A, C.Thomas & D.O'Beirne. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *International Journal of Food Science and Technology* 34 : 1-22

Garcia V. R, B., V. R. Galvez & R. G. Villanova. 1987. Contamination on fresh vegetables during cultivation and marketing. *International Journal of Food Microbiology* 4 : 285-291

Garg, J.J. Churey & D. F Splittoesser. 1990. Effect of processing condition on the microsporas of fresh cut vegetables. *Journal of Food Protection* 53 : 701-703

Gilbert, R. J., & H. M. Watson. 1971. Some laboratory experiments on various meat preparation surface with regard to surface contamination and cleaning. *Journal of Food Technologist* 6 : 163-170

Greenberg, A.E. & D.A. Hunt. 1985. *Laboratory Procedures for Examination of Seawater and Shellfish*, ed⁶. Washington DC : The American Public Health Association.

Hao, Y.Y, R.E. Brackett, L.R. Beuchat & M.P Doyle. 1998. Microbiological quality and production of Botulinal toxin in film-packaged broccoli, carrot and green beans. *Journal of Food Protection* 62 : 499-508

Hitchens, A. D., P. Feng, W.D. Watkins, S.R. Rippey & L.A. Chandler. 1998. *Escherichia coli and the coliform bakteria*. In Food and Drug Administration Bacteriology Analytical Manual, ed⁸. AOAC International : Gaithersburg MD

Hogue, A. T., E. D. Ebel, L. A. Thomas, W. Schlosser, N. Bufano, & K. Ferris. 1997. Surveys of *Salmonella enteritidis* in unpasteurized liquid egg and spent at slaughter. *Journal of Food Protection* 60 : 1194-1200

Hurme E. U., A. Kinnunen, R. L. Heinio, R. Ahvenainen, & K. Jokinen. 1998. The storage life of packed shredded iceberg lettuce dipped in glycine betaine solution. *Journal of Food Protection* 62 : 363-367

ICMSF. 1998. *Microorganisms in Foods 6:Microbial ecology of food commodities*. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Blackie Academic & Professional, London.

IFST. 1997. Development and use of microbiological criteria for foods. Guidance for those involved in using and interpreting microbiological criteria for foods. Professional Food Microbiology Group. *Food Science and Technology Today* 11: 137- 177

Jacxsens, L, F. Devlieghere, P. Falcato & J. Debevere. 1999. Behavior of *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas* spp. on cut product package under equilibrium-modified atmosphere. *Journal of Food Protection* 62 : 1128-1135

Jay, J.M. 1996. Foodborne gastroenteritis caused by *Salmonella* and *Shigella*, p. 507-526. In *Modern Food Microbiology*, 5th ed. New York : Chapman and hall,

Keith R., & G. Beverly. 2000. *A bulletin for the Australian Food Industry*. Food Science Australia : <http://www.foodscience/afisc/csiro.au>

Ligima, Y., M. Matsumoto, K. Higuchi, T. Furuta & T. Honda. 1998. Resistance to dryness of *Escherichia coli* 0157:H7 strains from outbreak in Saki City, Japan, 1996. *Emergency Infection Disease*. 4 : 340-341

Little, C., D. Roberts, E. Youngs, & J. de Louvois. 1999. Microbiological quality of retail imported unprepared whole lettuces: A PHLS food working group study. *Journal of Food Protection* 62: 325– 328.

Magnuson, J. A., A. D. King Jr & T. Torok. 1990. Microflora of partially processed lettuce. *Applied and Environmental Microbiology* 56 : 3851-3854

Manvell P.M & M. R, Ackland. 1986. Rapid detection of microbial growth in vegetable salad at chill and abuse temperature. *Food Microbiology* 3 : 59 - 65

Marchetti, R., M. A. Casadei & M. E. Guerzoni. 1992. Microbial population dynamics in ready to use vegetables salads. *Italian Journal of Food Science* 4 : 97-108

Mattila, M., R. Ahrenainen, E. Hurme & L. Hyronen. 1995. *Respiration rates of some minimally processed vegetables.* P. 135-146

Mermin, J. , P. Mead, K. Gensheimer & P. Griffin. 1996. *Outbreak of E. coli 0157:H7 infections among boy scouts in Maine.* Abstr. K44,. 36th intersci. Conf. Antimicrob. Agents Chemother. American Society for Microbiology, Washington, D.C. P. 258

Miller, K. J., S. C. Zelt & J. H. Bae. 1991. Glycine betaine and proline are the principal compatible solutes of *Staphylococcus aureus*. *Current Microbiology* 23 : 131-137

Nguyen the, C., F. Carlin, P. Gudennec & M. Reich. 1989. Microbiological spoilage of fresh ready to use grated carrot. *Journal of Science Alimentary* 9 : 371-386

Nguyen the, C. & J. P. Prunier. 1998. Involvement of pseudomonads in the deterioration of ready to use salads. *International Journal of Food Science Technology* 24 : 47-58

Nicole Donkers. 1997. *Double-Edged Sword: The Trend Toward Minimally Processed Foods.* Guelph Food Technology Centre :
<http://www.gftc.ca/newslett/97-12/sword.htm>

Paille, D., C. Hackney, L. Reily, M. cole & M. Kilgen. 1987. Seasonal variation in the fecal coliform populatin of Louisiana oysters and it relationship to microbiological quality. *Journal of Food Protection* 50 : 545-549

Palumbo, S.A. 1986. Is refrigeration enough to restrain foodborne pathogen? *Journal of Food Protection* 49 : 1003-1009

- Powrie, W. D., & B. J. Skura. 1991. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables In B. Oorakui dan M. E. Stiles (ed), *Modified packaging of food*. Ellis Horwood UK : Chichester. P. 169-245
- Raouf A. , U.M., L.R. Beuchat & M.S Ammar. 1993. Survival and growth of *Escherichia coli* 0157 : H7 an salad Vegetables. *Applied Environmental Microbiology* 59 : 1999-2006
- Reed, G.H. 1994. Foodborne illness (part 8): *Escherichia coli*. *Dairy, Food and Environmental Sanitary*. 14(6):329-330
- Rigsbee, D. C., M. Seaver. & J. D. Eversole. 1998. Detection of the viable but nonculturable state in *Escherichia coli* 0157:H7. *Journal of Food Safety* 16 : 225-262
- Silliker J. H., R. P. Elliott, A. C. Baird-Parker, F. L. Bryan, J. H. B. Christian, D. S. Clark, J. C. Olson Jr & T. A. Roberts. 1980. *Microbiology Ecology of Foods*. Vol. 2. London : Academic Press Inc. P 606-635
- Solomon, H.M, D.A, Kauttern, T. cilly & E.J Rhodehamel. 1990. Outgrowth of clostridium is shredded cabbage at room temperature under a modified atmosphere. *Journal of Food Protection* 53 : 831-833
- Splittstoesser, D. F., W. P. Wettergreen & C. S. Pederson. 1961. Control of microorganisms during preparation of vegetables for freezing. I. Green Beans. *Food Technology*. 15 : 329-331
- Tatini, S. R. 1973. Influence of food environments on growth of *Staphylococcus aureus* MF-31, *Journal of Food Science* 36 : 559-563
- Tauxe, R. V. 1991. *Salmonella* : a postmodern pathogen. *Journal of Food Protection*, 54 : 563-568
- Tauxe, R., H. Kruse. C. Hedberg, M. Potter, J. Madden & K.wachsmugh. 1997. Microbial hazard and emerging issues associated with produce. A preliminary repeat to the national advisory committee on microbiologic criteria for food. *Journal of Food Protection* 60 : 1400-1408
- Todar, K. 1997. *Pathogenic E.coli*. *Bacteriology 330 Lecture Topics*. University Of Wisconsin Department of Bakteriology :
<http://www.bact.wisc.edu/Bact330/lecture>

- Troller, J. A. 1986. Water relations of foodborne bacterial pathogens and updated review. *Journal of Food Protection* 49 : 656-670
- Varoquaux, P & R.C. Wiley. 1994. *Biological and Biochemical Changes in Minimally Processed Fruits and Vegetables*. London, UK : Chapman and Hall
- Ward, D., D. Bernard, R. Collette, D. Kraemer, K. Hart, R. Price, & S. Otwell, (Eds.) 1997. *Hazards Found in Seafoods, Appendix III*. In *HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point Training Curriculum*, ed^{2nd}. UNC-SG-96-02. North Carolina : Sea Grant Raleigh, NC. P. 173-188
- Watt, B. K. & A. L. Merrill. 1950. Composition of foods-raw, precessed, prepared. *Agricultural Handbook No. 8*, Washington DC : USDA
- Well J. G., L. D. Shipman, K. D. Greene, E. G. Sowers, J. H. Green, D. N. Cameron & F. P. Downers. 1991. Isolation of *E. coli* 0157:H7 and other Shigalike toxin producing *E. coli* from dairy cattle, *Journal Of Clinical Microbiology* 29 : 985-989
- Whitfield, F. B. 1998. Microbiology of food taints. *International Journal of food Science and Technology* 33 : 31-51

