

**PERBANDINGAN TAHAP PENCEMARAN
BAKTERIA KOLIFORM DAN *E.coli* DALAM
SAMPEL MAKANAN PREMIS GERAI DAN
RESTORAN DI KAWASAN PENAMPANG
DAN PUTATAN**

ANDRESIA A. LOJINGAU

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA SAINS**

**SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2010**



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PERBANDINGAN TAHAP PENCEMARAN BAKTERIA KOLIFORMDAN E. COLI DALAM SAMPEL MAKANAN PREMIS GERAI DAN RESTORAN
DI KAWASAN PENAMPANG DAN PUTATAN
IJAZAH: SARJANA SAINS (PENGURUSAN SEKITARAN)SAYA ANDRESIA A LOJINGALI
(HURUF BESAR)SESI PENGAJIAN: 2009-2010

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor/Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

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

Disahkan Oleh



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: EG. MOGOPUTI,
PENAMPANG.PROF. MADYA DR. KAWI BIDIN

Nama Penyelia

Tarikh: 20/08/10Tarikh: 20/08/10

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

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

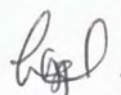
@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

30 JULAI 2010



ANDRESIA A. LOJINGAU

PS2008-8427



CERTIFICATION

NAME : **ANDRESIA A. LOJINGAU**
MATRIC NO. : **PS2008-8427**
TITLE : **COMPARISON OF THE PREVELANCE OF COLIFORM
AND *E.COLI* BACTERIA IN FOOD SAMPLES OF
STALLS AND RESTAURANT PREMISES IN
PENAMPANG AND PUTATAN AREA**
DEGREE : **MASTER OF SCIENCE
(ENVIRONMENTAL MANAGEMENT)**
VIVA DATE : **16 JULAI 2010**

DECLARED BY

1. **SUPERVISOR**

Assoc. Prof. Dr. Kawi Bidin

Miss Farrah Anis Fazliatul Adnan

 Signature

PENGHARGAAN

Saya ingin menunjukan penghargaan kepada penyelia Prof. Madya Dr. Kawi Bidin, Dr. Justin Sentian serta Cik Farah Anis atas sokongan, bantuan serta nasihat dalam menjayakan kajian ini. Penghargaan juga ditujukan kepada En. Ng, Pegawai Teknologi Makanan serta Cik Suriani daripada Makmal Kesihatan Awam atas bantuan serta tunjuk ajar dalam menjalankan analisis makmal. Saya juga ingin memberi penghargaan kepada Ketua Jabatan saya En. Soudi Samy, mantan Ketua Jabatan En. Mathew Gumpil dan Ketua Bahagian En. Nelson Johnivies di atas keperihatinan, sokongan serta bantuan mereka. Penghargaan juga ditujukan kepada individu yang juga telah membantu dalam menyiapkan kajian iaitu En. Anderson Bitoh, En. Cedd Boyou, En. Sonnie Dimbo Lojingau dan Pn. Noemi Johntren. Tidak dilupakan juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang sentiasa memberi sokongan dan pendapat iaitu Pn. Lorrendah Joseph, En. Lim Fook Nyen dan En. Kenny Lam. Selain itu, penghargaan juga ditujukan kepada keluarga terutama ibu bapa atas sokongan serta bantuan tidak kira dalam bentuk sokongan moral mahupun kewangan dalam menyiapkan kajian ini.



ABSTRAK

PERBANDINGAN TAHAP PENCEMARAN BAKTERIA KOLIFORM DAN *E.coli* DALAM SAMPEL MAKANAN PREMIS GERAI DAN RESTORAN DI KAWASAN PENAMPANG DAN PUTATAN

Kajian dijalankan untuk menentukan tahap pencemaran bakteria koliform dan *E.coli* dalam sampel makanan premis restoran dan gerai di kawasan Penampang dan Putatan. Sebanyak sepuluh sampel makanan telah diambil daripada sepuluh buah gerai yang terletak di kawasan lapang Tamu Putatan, Pasar Malam Taman Jumbo, Petagas dan kawasan lapang Bandar Donggongan manakala sepuluh sampel makanan diambil daripada sepuluh buah restoran yang beroperasi 24 jam di kawasan Penampang dan Putatan. Jumlah keseluruhan sampel yang diambil adalah sebanyak 20 sampel. Kesemua sampel yang diambil dimasukkan ke dalam 'whirl pac' dan seterusnya dimasukkan ke dalam bekas ais pada suhu 4°C. Sampel makanan diuji menggunakan kaedah analisis 'Pour Plate'. Hasil analisis mendapati 60% daripada sepuluh sampel makanan yang diambil dari premis gerai menunjukkan kehadiran bakteria koliform dan 20% daripada sampel-sampel tersebut didapati menunjukkan kehadiran *E.coli*. Bagi sampel makanan yang diambil daripada premis restoran, 20% daripada sepuluh sampel yang diambil mengandungi bakteria koliform dan 10% daripada sepuluh sampel yang diambil menunjukkan kehadiran *E.coli*. Hasil analisis keseluruhan mendapati kontaminasi bakteria koliform dan *E.coli* pada sampel makanan premis gerai adalah dua kali ganda lebih tinggi berbanding sampel makanan premis restoran. Dalam sampel makanan yang diambil daripada premis restoran, 20% daripada sepuluh sampel tidak mematuhi Akta Makanan 1983 manakala pada sampel makanan premis gerai, 40% daripada sepuluh sampel tidak mematuhi Akta Makanan 1983. Secara keseluruhannya, tahap pencemaran koliform dan *E.coli* dalam sampel makanan daripada premis restoran adalah pada tahap yang memuaskan seperti yang dinilai oleh Pihak Berkuasa Tempatan (Bahagian Kesihatan, Majlis Daerah Penampang dan Pejabat Kesihatan Penampang) manakala tahap pencemaran koliform dan *E.coli* dalam sampel makanan daripada premis gerai adalah pada tahap yang kurang memuaskan.

ABSTRACT

This research is conducted to determine the contamination level of Coliform and E.coli bacteria in food samples from stalls and restaurant premises in Penampang and Putatan. A total of 20 food samples have been collected from food stalls and restaurants around Penampang and Putatan. Food samples are collected from ten restaurants operating 24 hours in Donggongon Newtownship, Putatan Town and Taman Jumbo Shops as well as ten stalls in open spaces in Putatan Town, Taman Jumbo and Donggongon Township. Samples are placed into sterilized whirl pacs and preserved in a 4°C cooler box before analysis. The Pour Plate Method is applied in the laboratory analysis. Analysis results indicated six of the samples taken from ten food stalls showed the presence of coliform bacteria while two showed the presence of E.coli bacteria. Two of the samples taken from ten restaurants showed the presence of coliform bacteria and only one showed the presence of E.coli bacteria. Overall analysis confirmed that coliform and E.coli bacteria contamination in the samples taken from food stalls is two times higher than those from restaurants. 20% of the food samples taken from restaurant premises show non-compliance with the Food Act 1983 while 40% of the food samples taken from stalls did not comply with the Food Act 1983. The contamination level of coliform and E.coli bacteria in food samples taken from restaurant premises are of satisfactory as evaluated by the local authority in Penampang and Putatan, in the contrary the contamination level of coliform and E.coli bacteria in food samples taken from stalls are not satisfactory.



KANDUNGAN

	Halaman
PENAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL	xi
BAB 1 : PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Kepentingan Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	3
BAB 2 : ULASAN LITERATUR	5
2.1 Penyakit Yang Disebabkan Oleh Pengambilan Makanan Tercemar	5
2.2 Faktor-Faktor Yang Menyumbang Kepada Prevelen Penyakit Yang Disebabkan Oleh Pengambilan Makanan Tercemar	6
2.3 Bakteria Koliform	11
2.4 Bakteria <i>Escherichia coli</i>	12
2.5 Kajian-Kajian Yang Pernah Dijalankan	13
BAB 3 : METADOLOGI	16
3.1 Kawasan Kajian	16
3.2 Persempelan	18
3.3 Prinsip Analisis	19
3.4 Kaedah Analisis Makmal Bakteria Koliform Dan <i>E.coli</i>	20
3.5 Data Daripada Bahagian Kesihatan Majlis Daerah Penampang	22

3.6	Perbandingan Data Dengan Akta Makanan 1983	23
BAB 4 :	KEPUTUSAN	24
4.1	Keputusan Kandungan Koliform Dalam Sampel Premis Gerai Di Kawasan Penampang Dan Putatan	24
4.2	Keputusan Kandungan <i>E.coli</i> Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Di Kawasan Penampang Dan Putatan	26
4.3	Keputusan Kandungan Koliform Sampel Makanan Premis Restoran Di Kawasan Penampang Dan Putatan	27
4.4	Keputusan Kandungan <i>E.coli</i> Sampel Makanan Premis Restoran Di Kawasan Penampang Dan Putatan	27
4.5	Perbandingan Kehadiran Bakteria Koliform Dan <i>E.coli</i> Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Dan Restoran Di Kawasan Penampang Dan Putatan	28
4.6	Data Penggredan Premis Restoran Yang Diperolehi Dari Bahagian Kesihatan Majlis Daerah Penampang	30
BAB 5 :	PERBINCANGAN	32
5.1	Tahap Pencemaran Koliform Dan <i>E.coli</i> Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Di Kawasan Penampang Dan Putatan Serta Pematuhan Akta Makanan 1983	32
5.2	Tahap Pencemaran Koliform Dan <i>E.coli</i> Dalam Sampel Makanan Premis Restoran Di Kawasan Penampang Dan Putatan Serta Pematuhan Akta Makanan 1983	35
5.3	Perbandingan Jumlah Kepekatan Bakteria Koliform Dan <i>E.coli</i> Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Dan Restoran Di Kawasan Penampang Dan Putatan	36
BAB 6 :	CADANGAN	40
	KESIMPULAN DAN CADANGAN	40
	RUJUKAN	41
	LAMPIRAN	44

SENARAI JADUAL

		Halaman
Jadual 2.1	Langkah-langkah yang boleh diamalkan untuk mencegah/ Mengurangkan kontaminasi silang	12
Jadual 3.1	Maklumat jenis-jenis sampel dan lokasi persempelan	22
Jadual 3.2	Alat dan reagen yang digunakan dalam analisis makmal	23
Jadual 3.3	Jadual kelima belas (peraturan 39), Peraturan-Peraturan Makanan (Pindaan) 2005, Akta Makanan 1983	27
Jadual 4.1	Data Penggredan Premis Restoran di Kawasan Penampang dan Putatan	34

SENARAI RAJAH

		Halaman
Rajah 3.1	Kawasan lapang Bandar Donggongan	21
Rajah 3.2	Pekan Taman Jumbo, Petagas, Putatan	21
Rajah 3.3	Gerai Pekan Putatan	21
Rajah 3.4	Carta aliran analisis makmal	25
Rajah 4.1	Kandungan Koliform Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Di Kawasan Penampang Dan Putatan	26
Rajah 4.2	Kandungan Koliform Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Di Kawasan Penampang Dan Putatan	27
Rajah 4.3	Kandungan <i>E.coli</i> Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Di Kawasan Penampang Dan Putatan	28
Rajah 4.4	Kandungan <i>E.coli</i> Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Di Kawasan Penampang Dan Putatan	28
Rajah 4.5	Kandungan Koliform Dalam Sampel Makanan Premis Restoran Di Kawasan Penampang Dan Putatan	29
Rajah 4.6	Kandungan <i>E.coli</i> Dalam Sampel Makanan Premis Gerai Di Kawasan Penampang Dan Putatan	30
Rajah 4.7	Kandungan Bakteria Koliform dan <i>E.coli</i> Dalam Premis Restoran	31
Rajah 4.8	Kandungan Bakteria Koliform dan <i>E.coli</i> Dalam Premis Restoran	31
Rajah 4.9	Kandungan Bakteria Koliform dan <i>E.coli</i> Dalam Premis Restoran	32
Rajah 4.10	Perbandingan Tahap Pencemaran Bakteria Koliform dan <i>E.coli</i> dengan Data Penggredan Premis Restoran	

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

<i>E.coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
ETEC	enterotoxigenic coli
EPEC	enteropathogenic coli
EHEC	enterohemorrhagic coli
EIEC	enteroinvasive coli
EAEC	enteroaggregative coli
LEE	enterocyte affacement
A/E	attaching and effacing
Cfu/g	koloni bakteria per gram
Cfu/kg	koloni bakteria per kilo gram
PBT	pihak berkuasa tempatan
HACCP	hazard analytical critical control point
WHO	World Health Organisation
Spp	spesies
TNTC	too numerous to count

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Penyakit yang disebabkan oleh pengambilan makanan tercemar merupakan salah satu penyakit yang semakin merebak pada masa kini, ia merupakan salah satu penyakit yang tidak terkawal tidak kira dalam negara maju mahupun negara membangun (Desmarchelier *et al.*, 1994). Dalam industri makanan di Malaysia, terdapat sejumlah 177,817 perusahaan makanan di mana 96.87% daripadanya merupakan entiti perkhidmatan makanan termasuk gerai-gerai, restoran dan lain-lain. Sebanyak 3.13% adalah industri pengeluaran makanan (kilang pengeluaran dan lain-lain) (Selamat *et al.*, 2004). Globalisasi perniagaan makanan menawarkan manfaat kepada pembeli, ia memberikan akses kepada lebih banyak pilihan makanan pelbagai jenis yang mudah dan selamat serta memenuhi permintaan pembeli. Walau bagaimanapun, faktor-faktor seperti ciri-ciri perniagaan, infrastruktur tempatan yang kurang memuaskan, ciri-ciri produk yang dijual dan kurang pemantauan sanitasi (kebersihan) meningkatkan kebimbangan terhadap potensi pencemaran mikrobiologi makanan (Hanashiro *et al.*, 2005).

Keselamatan makanan masih menjadi isu kritikal yang dikaitkan dengan kejadian-kejadian penyakit yang disebabkan oleh pengambilan makanan yang tercemar/keracunan makanan di mana ini mengakibatkan kos yang signifikan/besar kepada individu, industri makanan dan ekonomi (Kaferstein *et al.*, 1997). Cara pengendalian makanan yang tidak memuaskan memainkan peranan yang penting dalam kejadian keracunan makanan. Pengendalian makanan yang kurang memuaskan boleh dijadikan implikasi kepada 97% daripada jumlah kejadian keracunan makanan yang dihubungkan dengan premis makanan (katering) (Howes *et al.*, 1996). Pengendalian makanan yang kurang memuaskan yang menjadi punca kepada kejadian keracunan makanan telah didokumenkan di mana kejadian-kejadian ini melibatkan kontaminasi silang antara makanan mentah dan makanan dimasak, makanan yang tidak dimasak sepenuhnya dan penyimpanan



makanan pada suhu yang kurang sesuai (suhu optimum bagi pertumbuhan mikroorganisma yang menyebabkan keracunan makanan). Pengendali makanan juga berpotensi untuk menjadi pembawa kepada mikroorganisma yang menyebabkan keracunan makanan (Cruickshank, 1990).

Undang-undang yang dipraktikkan di Malaysia bagi isu yang melibatkan keselamatan makanan ialah Akta Makanan 1983 (Akta 281, Undang-Undang Malaysia) di mana peraturan-peraturan makanan dalam akta ini termasuklah Peraturan-Peraturan Makanan 1985, Peraturan-Peraturan (Perluasan Pemakaian Akta Makanan 1983 bagi Tembakau dan Lain-Lain) Makanan 1993 serta Peraturan-Peraturan Kawalan Hasil Tembakau 2004. Selain itu, Ordinan Kesihatan Awam juga dipraktikkan di Sabah manakala dipraktikkan di Sarawak. Selain daripada itu, pada 1996, Bahagian Kualiti Makanan, Kementerian Kesihatan Malaysia juga telah menguatkuasakan Program Latihan bagi aktiviti pengendalian makanan di mana melalui program ini, faktor kebersihan dititikberatkan dalam proses penyediaan serta penjualan makanan. Program-program ini dikendalikan oleh institut-institut pengendalian makanan yang diiktiraf oleh Kementerian Kesihatan Malaysia.

Di peringkat Pihak Berkuasa Tempatan (PBT), premis-premis makanan mahupun gerai dikehendaki untuk menghantar kesemua pekerja premis yang terlibat secara langsung dengan aktiviti pengendalian/penyediaan makanan untuk menghadiri kursus pengendalian makanan yang dikendalikan oleh institut pengendalian makanan yang diiktiraf oleh Kementerian Kesihatan Malaysia di mana ia merupakan salah satu syarat yang diperlukan dalam proses pengeluaran lesen. Selain itu, setiap pekerja sesebuah premis makanan termasuklah pemilik haruslah mempunyai kad kesihatan di mana pemeriksaan kesihatan harus dijalankan sekali dalam enam bulan di hospital kerajaan atau panel klinik sesebuah PBT tersebut untuk mengesahkan pemegang kad kesihatan tersebut sihat (tidak menghidap penyakit berjangkit) dan boleh mengendalikan makanan (Bahagian Kesihatan, Majlis Daerah Penampang).

Menurut Worobo (1999) melalui surat berita Venture (sebuah surat berita Pusat Risiko Makanan di New York) Vol. 2 No.1, salah satu punca utama

pencemaran patogen ke dalam makanan adalah melalui pengendali makanan yang mengendalikan makanan tersebut. Kewujudan bakteria koliform digunakan sebagai indikator untuk menentukan tahap kualiti kebersihan sesuatu makanan tersebut. Makanan yang sihat dan selamat mestilah bebas daripada semua jenis bakteria ataupun mempunyai kandungan bakteria yang rendah dan pada tahap yang selamat. Walaubagaimanapun, adalah tidak praktikal untuk menguji kehadiran mikroorganisma seperti *Campylobacter*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, enteropathogenic *E. coli* dan sebagainya bagi setiap sampel makanan. Sebaliknya, kewujudan bakteria koliform boleh digunakan sebagai indikator untuk menentukan kualiti kebersihan makanan. Bakteria koliform merupakan kumpulan bakteria gram-negatif berbentuk rod dan tidak mengeluarkan spora. Bakteria koliform boleh bersifat aerobik dan anaerobik. Ia diklasifikasikan kepada tiga genera iaitu *Eschericia (E.coli)*, *Klebsiella* dan *Enterobacter*. Sesetengah bakteria koliform berpunca daripada saluran pencernaan manusia. Kewujudan bakteria ini di luar saluran pencernaan boleh memberi indikasi pencemaran sisa kumbahan manusia atau haiwan. Kewujudan bakteria koliform dalam makanan boleh disebabkan oleh pengendalian yang tidak bersih oleh pekerja pengendali makanan, ia juga boleh memberi indikasi bahawa kawasan pengendalian makanan kurang bersih.

1.2 Kepentingan kajian

Melalui kajian yang dijalankan, tahap pencemaran mikrobiologi terutama bakteria koliform dan *E.coli* dapat dinilai di dalam kawasan yang dikaji. Melalui kajian ini, sistem pengurusan sanitasi dan keselamatan makanan dapat dinilai dan dikaji semula untuk mengelakkan kewujudan penyakit yang berpunca daripada pengambilan makanan tercemar.

1.3 Objektif Kajian

- (i) Menentukan serta membandingkan tahap pencemaran bakteria Koliform dan *E.coli* dalam sampel makanan premis gerai dan restoran di Kawasan Penampang dan Putatan.

- (ii) Membuat perbandingan tahap pencemaran bakteria Koliform dan *E.coli* dalam sampel makanan premis gerai dan restoran di Kawasan Penampang dan Putatan dengan Akta Makanan 1983.

- (iii) Membandingkan tahap pencemaran bakteria Koliform dan *E.coli* dalam sampel makanan premis restoran di Kawasan Penampang dan Putatan dengan data penggredan premis restoran dari Bahagian Kesihatan Majlis Daerah Penampang.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Penyakit yang Disebabkan oleh Pengambilan Makanan Tercemar

Makanan merupakan satu media 'pengangkutan' yang sangat baik bagi kebanyakan patogen (bakteria, virus/prion dan parasit) di mana melalui makanan, patogen boleh mencapai tapak koloni yang sesuai dalam sebuah perumah baru. Walaupun terdapat perubahan dari segi amalan kebersihan dalam penghasilan bahan makanan, patogen yang dibawa oleh makanan yang selalu dikesan seperti *Salmonella* spp. dan *Eschericia coli* spp. didapati mempunyai kecenderungan untuk berevolusi bagi membolehkannya hidup dalam semua jenis keadaan. Jumlah beban penyakit yang disebabkan oleh patogen dari pengambilan makanan tercemar adalah tidak diketahui. Data-data berkenaan penyakit usus yang terjangkit akibat daripada pengambilan sumber makanan tercemar hanya terhad kepada beberapa negara membangun sahaja manakala data berkenaan dengan jangkitan patogen adalah sangat kurang. Ramalan telah dibuat menyatakan kematian yang berpunca daripada penyakit-penyakit diarea yang disebabkan oleh pengambilan makanan tercemar serta air tercemar di peringkat global akan menurun. Ini berdasarkan kepada jangkaan bahawa kemajuan dalam pengeluaran dan penjualan secara runcit makanan yang sihat dari segi mikrobiologi akan dikekalkan di negara-negara maju dan diadaptasi dalam negara-negara membangun serta meningkatkan lagi penghasilan makanan untuk pasaran global (Newell *et al.*, 2010).

Pada 2005, sebanyak 1.8 juta kematian yang disebabkan oleh penyakit diarea telah dilaporkan di mana penyumbang utama kepada penyakit ini adalah disebabkan oleh pengambilan makanan serta minuman tercemar (Newell *et al.*, 2010). Kes-kes yang disebabkan oleh pengambilan makanan tercemar menjadi isu bukan sahaja di negara-negara membangun tetapi juga negara maju. Lebih kurang 76 kes penyakit yang disebabkan oleh pengambilan makanan tercemar dianggarkan timbul setiap tahun di Amerika Syarikat sahaja di mana 325,000 kes melibatkan



pesakit dimasukkan ke dalam hospital dan 5000 kes telah menyebabkan kematian (Mead *et al.*, 1999).

Jumlah beban penyakit yang disebabkan oleh patogen dari pengambilan makanan tercemar pada masa ini adalah tidak diketahui, bagaimanapun, Organisasi Kesihatan Dunia (WHO) telah memberi maklum balas untuk memperlengkapkan data-data ini dengan melancarkan inisiatif baru bagi menganggarkan Jumlah beban penyakit yang disebabkan oleh patogen dari pengambilan makanan tercemar pada tahun 2006. Sebanyak lima buah pasukan petugas khas telah ditubuhkan bagi mengetuai kerja-kerja berkenaan dengan penyakit yang disebabkan oleh pengambilan makanan tercemar. Pasukan petugas tersebut termasuklah pasukan mengkaji pencemaran yang disebabkan oleh bakteria enterik, pasukan mengkaji pencemaran yang disebabkan oleh parasit, pasukan mengkaji pencemaran yang disebabkan oleh bahan kimia dan toksik, pasukan yang mengkaji sifat atau atribut sumber pencemaran serta pasukan kajian negara di mana protokol disediakan mengenai bagaimana kajian nasional terhadap penyakit yang disebabkan oleh pengambilan makanan tercemar boleh dijalankan selain membekalkan sokongan kepada negara-negara yang bercadang untuk mengimplementasikan kajian tersebut (Hird *et al.*, 2009).

2.2 Faktor-Faktor yang Menyumbang Kepada Prevalen Penyakit yang Disebabkan oleh Pengambilan Makanan Tercemar

Kehadiran bakteria koliform dan *E.coli* di dalam sampel makanan menunjukkan kontaminasi fekal/najis dan menunjukkan terdapat potensi wujudnya patogen enterik yang boleh menyebabkan penyakit saluran pencernaan yang serius dan kematian pada individu yang mempunyai daya ketahanan (imun) badan yang lemah (Baden *et al.*, 2001). Menurut McSwane (2003), terdapat beberapa faktor yang menyumbang kepada prevelen mikroorganisma dalam makanan yang boleh menyebabkan penyakit melalui pengambilan makanan tercemar iaitu faktor penggunaan suhu dan masa, amalan kebersihan individu serta amalan mencuci tangan yang kurang memuaskan, kontaminasi silang dan makanan sedia makan (salad) serta daging yang tercemar.

2.2.1 Faktor Penggunaan Suhu dan Masa

Mikroorganisma/bakteria mempunyai keperluan suhu yang berbeza. Bakteria psychrofilik tumbuh dalam lingkungan 0^oC hingga 21^oC. Oleh itu, mikroorganisma ini boleh membiak dalam keadaan sejuk (peti sejuk) dan juga pada suhu bilik, kebanyakan bakteria psychrofilik adalah bakteria perosak dan sesetengah boleh membawa penyakit. Bakteria mesofilik tumbuh dalam lingkungan suhu 21^oC hingga 43^oC, dengan pertumbuhan maksimum pada suhu badan manusia. Bakteria thermofilik tumbuh pada suhu melebihi 43^oC, semua bakteria thermofilik adalah organism perosak. Penggunaan suhu dan masa adalah kritikal dan perlu diambil perhatian disebabkan suhu yang optimum dan masa yang mencukupi boleh memaksimumkan kadar pertumbuhan mikroorganisma pada permukaan makanan. Kebanyakan bakteria yang menjadi penyebab kepada penyakit tumbuh pada suhu dalam lingkungan 5^oC hingga 60^oC. Suhu dalam lingkungan ini dikenali sebagai Zon Suhu Merbahaya. Di bawah keadaan yang ideal, sel-sel bakteria boleh membahagi setiap 15 hingga 30 minit. Bagi kebanyakan bakteria unisel, ia boleh membahagi sehingga lebih 1 juta dalam hanya lima jam. Oleh itu, kaedah penyimpanan serta pengendalian makanan yang baik boleh menghadkan pertumbuhan bakteria. Makanan yang tidak dipanaskan/dimasak pada suhu yang selamat (suhu di mana mikroorganisma tidak dapat membiak) atau disimpan pada suhu yang sepatutnya boleh menggalakkan pertumbuhan bakteria dan seterusnya membawa kepada penyakit. Dalam penghasilan makanan, makanan akan berada dalam Zon Suhu Merbahaya semasa memasak, penyejukan, pemanasan semula serta penyediaan makanan (proses memotong, menggaul dan sebagainya). Oleh itu, masa pendedahan makanan kepada Zon Suhu Merbahaya perlulah diminimumkan untuk menghadkan/mengelakkan pertumbuhan mikroorganisma yang boleh membawa penyakit (Mcswane *et al.*, 2003).

2.2.2 Amalan Kebersihan Individu Serta Amalan Mencuci Tangan yang Kurang Memuaskan

Salah satu punca utama pencemaran makanan adalah melalui pengendali makanan tersebut. Oleh itu, kebersihan serta kebersihan peribadi bagi pekerja-pekerja yang terlibat dalam pengendalian makanan adalah sangat penting. Tangan pengendali

makanan mempunyai potensi yang tinggi sebagai vektor dalam penyebaran penyakit yang disebabkan oleh makanan tercemar disebabkan oleh kebersihan diri yang kurang memuaskan dan kontaminasi silang (Setrabudhi *et al.*, 1997). Mencuci tangan merupakan kaedah yang mudah dan efektif dalam mengurangkan kontaminasi silang, namun ia sering diabaikan dan diambil mudah Rippel (2004). Pada tahun 1975 hingga 1998, sebanyak 42% daripada kejadian penyakit yang disebabkan oleh makanan tercemar/keracunan makanan di Amerika Syarikat berpunca daripada tangan pengendali makanan (Ayçiçek *et al.*, 2004). Beberapa kajian menunjukkan pelbagai jenis bacteria termasuk *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Boleh hidup selama beberapa jam hingga beberapa hari pada tapak tangan selepas pendedahan awal (Jiang dan Doyle, 1999).

Amalan mencuci tangan dengan betul perlu dipraktikkan oleh setiap pengendali makanan. Mikroorganisma boleh mencemari tangan pengendali makanan pada sepanjang mereka mengendalikan makanan, amalan mencuci tangan perlulah dilakukan sebelum menyediakan makanan, selepas menyentuh mana-mana bahagian badan, selepas menggunakan tandas, selepas batuk, bersin, selepas menggunakan sapu tangan atau tisu, merokok, makan atau minum, semasa penyediaan makanan apabila mengendalikan makanan mentah dan yang telah masak, selepas melakukan mana-mana aktiviti yang memberi risiko kontaminasi seperti membuang sampah, mengelap meja, menggunakan produk membersih (detergen) dan sebagainya serta selepas menyentuh binatang. Sebaiknya kemudahan mencuci tangan (sinki) perlulah dikhaskan untuk mencuci tangan sahaja dan dilengkapi dengan sabun serta tisu atau alat pengering untuk mengelakkan kontaminasi, pengendali tidak sepatutnya digalakkan untuk mencuci tangan menggunakan sinki mencuci peralatan atau singki pembuangan kotoran seperti sisa air mop. Kebersihan individu termasuk kesihatan serta tabiat yang baik seperti mandi, mencuci rambut, pemakaian baju yang bersih serta mencuci tangan dengan kerap (Mcswane *et al.*, 2003).

Pekerja pengendali makanan yang tidak sihat tidak harus dibenarkan untuk mengendalikan makanan. Pengendali makanan yang menghidapi simptom penyakit

saluran pencernaan (intestinal) seperti muntah, diarea, demam, sakit kerongkong dan penyakit kuning atau mempunyai kecederaan pada badan seperti bisul atau luka yang mempunyai jangkitan perlulah melapor dengan pihak pengurusan. Jika pengendali didapati terdedah kepada *Salmonella typhi*, *Shigella spp.*, *E. coli* yang menghasilkan Shiga toxin atau Hepatitis A, ia harus dilaporkan kepada pengurusan di mana pihak pengurusan perlu melaporkan perkara tersebut kepada pihak berkuasa bahawa terdapat pekerja pengendali makanan yang terdedah kepada *Salmonella typhi*, *Shigella spp.*, *E. coli* yang menghasilkan Shiga toxin atau virus Hepatitis A. Penyakit-penyakit seperti ini mudah mencemari makanan dan seterusnya boleh berjangkit kepada pengguna makanan yang lain (Mcswane *et al.*, 2003).

2.2.3 Kontaminasi Silang

Kontaminasi makanan yang mengandungi sebatian berbahaya atau mikroorganisma boleh menyebabkan penyakit. Pemindahan mikroorganisma dari satu sumber kepada makanan yang sudah dimasak dikenali sebagai kontaminasi silang. Ini biasanya berlaku apabila mikroorganisma daripada satu sumber contohnya makanan mentah dipindahkan kepada makanan yang sudah dimasak atau makanan sedia dimakan melalui tangan, peralatan atau perkakas dapur. Sebagai contoh, bakteria daripada daging ayam mentah boleh dipindahkan kepada makanan sedia dimakan seperti tomato dan salad apabila papan memotong yang sama digunakan tanpa dicuci atau dibersihkan. Pemindahan bakteria juga boleh berlaku apabila makanan mentah disimpan di atas makanan sedia dimakan atau makanan yang telah dimasak di dalam peti sejuk. Bendalir daripada makanan yang mentah akan menitis di atas makanan sedia dimakan atau makanan yang telah dimasak menyebabkan kontaminasi silang berlaku (Mcswane *et al.*, 2003).

Melalui kajian yang dijalankan oleh Luber (2009), terdapat dua punca utama kontaminasi mikroorganisma dalam makanan (daging dan telur) iaitu melalui kontaminasi silang dan makanan yang tidak masak sepenuhnya (setengah masak). Walau bagaimanapun, dalam kebanyakan kajian-kajian yang dirujuk oleh Luber (2009), faktor kontaminasi silang memberi impak yang lebih besar terhadap tahap

kontaminasi mikoorganisma dalam makanan di mana pengendalian makanan mentah seperti daging dan telur yang tidak bersih (tidak mencuci tangan selepas megendalikan makanan mentah) boleh menyebabkan bakteria daripada daging mentah tersebut tersebar dan seterusnya mencemari makanan sedia dimakan serta makanan yang sedia dimasak yang lain. Oleh itu, adalah penting untuk mengamalkan langkah pencegahan ataupun sekurang-kurangnya mengurangkan tahap kontaminasi bakteria dalam makanan. Kontaminasi silang boleh dicegah/dikurangkan dengan mengamalkan langkah-langkah berikut ;

Jadual 2.1 Langkah-langkah yang boleh diamalkan untuk mencegah/mengurangkan kontaminasi silang.

Bil.	Langkah-Langkah Yang Boleh Diamalkan
1.	Menggunakan peralatan yang berasingan contohnya papan pemotong bagi produk makanan mentah dan makanan yang telah dimasak atau makanan yang sedia dimakan seperti salad.
2.	Menggunakan peralatan serta perkakas yang bersih bagi tujuan penyediaan makanan.
3.	Penyediaan makanan yang sedia makan seperti salad perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum penyediaan makanan mentah, ini kerana pengendalian makanan mentah mempunyai potensi pemindahan bakteria semasa penyediaan makanan sedia makan.
4.	Mengelakkan sentuhan tangan secara terus dengan makanan sedia makan seperti salad.
5.	Penyediaan makanan mentah dan makanan sedia makan dijalankan di ruangan yang berasingan agar kontaminasi dapat diminimumkan.

2.2.4 Makanan Sedia Makan (Salad) serta Daging Yang Tercemar

Tahap pencemaran mikrobiologi produk daging adalah salah satu kebimbangan terhadap kesihatan awam. Kebanyakan laporan epidemiologi mengenalpasti patogen *Eschericia coli*, terutamanya *E. coli* O157:H7 sebagai punca utama terjadinya penyakit yang dikaitkan dengan kontaminasi mikrobiologi produk daging (Meng *et al.*, 1998). Kontaminasi bakteria juga boleh berlaku pada makanan sedia makan seperti buah mangga, papaya, tomato, tembikai dan sebagainya. Kontaminasi boleh berlaku apabila buah-buahan yang telah dipotong terdedah kepada Zon Suhu Merbahaya, selain itu, nilai pH yang sesuai pada permukaan buah-buahan yang asidik juga boleh menggalakkan pertumbuhan mikroorganisma (Strawn *et al.*, 2010).

2.3 Bakteria Koliform

Bakteria koliform berasal daripada tanah, tumbuhan, manusia dan sisa kumbahan binatang. Semua koliform adalah organism berbentuk rod. Oleh itu, jumlah kiraan bakteria koliform adalah sebahagian daripada jumlah kiraan basili (mikroorganisma berbentuk rod), jumlah kiraan basili adalah sebahagian daripada jumlah bakteria. Jika makanan dicemari oleh koliform, jumlah kiraan basili dan jumlah kiraan bakteria akan meningkat serentak dan nisbah jumlah basili kepada jumlah bakteria akan meningkat pada masa yang sama. Oleh itu, nisbah sampel tercemar akan menjadi lebih tinggi daripada nisbah sampel tanpa pencemar, lebih tinggi nisbah sampel maka jumlah kiraan bakteria koliform juga akan semakin tinggi. Nisbah sampel tanpa pencemar dikenali sebagai nisba normal. Nisbah normal berbeza mengikut jenis sampel makanan yang berbeza. Berdasarkan teori analisis, kebanyakan bakteria dalam makanan berpunca daripada bahan mentah dan kontaminasi persekitaran luar dalam pemprosesan makanan. Dalam analisis akhir, bakteria dalam makanan adalah berpunca daripada udara, air dan tanah. Kawasan penyebaran bakteria adalah seimbang, oleh itu, nisbah normal jumlah basili dan jumlah bakteria akan berkurangan dalam lingkungan jarak yang kecil (Yong *et al.*, 2009).

Kebanyakan sampel makanan yang diuji di dalam makmal mikrobiologi makanan mengandungi koliform tetapi bebas daripada *Escherichia coli*. Sampel yang positif koliform adalah disebabkan oleh kontaminasi *Enterobacteriaceae* yang bukan berpunca daripada pencemaran najis (fekal) seperti *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae* dan *Klebsiella pneumonia*. Oleh itu, analisis untuk *E.coli* memberi bukti kukuh untuk menunjukkan terdapat pencemaran najis (fekal) dalam sampel makanan (Cakir *et al.*, 2001). Walau bagaimanapun, semasa mengintrepitasi jumlah kiraan koliform dalam makanan, keputusan analisis haruslah dianalisis dengan terperinci, ini kerana produk seperti salad dan sayuran berdaun yang lain biasanya mengandungi bakteria *Enterobacter* sebagai sebahagian daripada bakteria normal yang terdapat pada sayuran tersebut. Kehadiran jumlah bakteria koliform yang rendah (1 hingga 100/g) pada produk di pasaran sememangnya dijangka. Walau bagaimanapun, kandungan yang tinggi memberi indikasi berlakunya pencemaran najis (fekal). Untuk makanan yang telah diproses,

kandungan 10/g atau lebih rendah adalah mempunyai spesifikasi daripada agensi perundangan atau pembeli. Secara umumnya, bakteria koliform boleh tumbuh antara -2°C dan 50°C dan pada lingkungan pH 4.4 hingga 9.0. Suhu dalam proses pempasteuran boleh mengurangkan kandungan tahap bakteria koliform yang terkandung dalam makanan (Luber, 2009).

2.4 Bakteria Genera *Escherichia coli*

Escherichia coli dahulunya dikenali sebagai kumpulan *Bacterium coli* yang dikenalpasti/ditemui oleh seorang ahli pediatrik German Theodore Escherich pada 1885. *E.coli* banyak terdapat dalam usus manusia dan haiwan berdarah panas. Ia merupakan bakteria anaerob fakultatif yang dominan dalam salur pencernaan dan sebahagian daripada pencernaan flora yang mengekalkan fisiologi perumah yang sihat. *E. coli* adalah tergolong di bawah *Enterobacteriaceae* termasuk beberapa genera seperti beberapa patogen iaitu *Salmonella*, *Shigella* dan *Yersinia*. Bakteria *E.coli* yang mempunyai faktor viral dengan kebolehan untuk menyebabkan penyakit diarea kepada manusia. Jenis-jenis patogen ini secara umumnya diklasifikasikan kepada lima kumpulan heterogenous berdasarkan kepada sifat viralnya iaitu enterotoxigenic *E.coli* (ETEC), enteropathogenic *E.coli* (EPEC), enterohemorrhagic *E.coli* (EHEC), enteroinvasive *E.coli* (EIEC) dan enteroaggregative *E.coli* (EAEC). ETEC merupakan punca utama yang menyebabkan diarea dalam bayi dan pengembara. ETEC dilibatkan dalam penghasilan enterotoxin yang boleh dimusnahkan/diubah oleh haba (heat-labile enterotoxin) dan enterotoxin yang stabil terhadap haba (heat-stable enterotoxin). Jangkitan EPEC disebabkan oleh mekanisma lekatan, fenomena yang dikenali sebagai lekatan menyangkut dan memadam (attaching and effacing-A/E), melibatkan gen *eae* yang dikodkan dalam lokus enterosit pemadam (enterocyte effacement-LEE). Sesetengah EHEC yang juga mempunyai LEE menunjukkan penghasilan A/E terubah walaupun terdapat EHEC negative-LEE. EHEC dibezakan daripada EPEC dengan kebolehannya untuk menghasilkan toksin Shiga selain mempunyai LEE. Penyakit yang biasanya disebabkan oleh EHEC ialah hemorrhagic colitis iaitu kekejangan abdomen yang akut serta diarea berdarah. Penyakit ini boleh sampai ke tahap simptom klinikal yang

RUJUKAN

- Akta Makanan 1983 (Akta 281). Kuala Lumpur: MDC Publishers Sdn. Bhd.
- Ayçiçek, H., Aydoğan, H., Küçükaraaslan, A., Baysallar, M., and Başustaoğlu, A.C. 2004. Assessment Of The Bacterial Contamination On Hands Of Hospital Food Handlers. *Food Control*. **15**:253–259.
- Baden, L. dan Maguire, J. 2001. Gastrointestinal Infections In The Immunocompromised Host. *Infectious Disease Clinics of North America*. **15** (2):639–670.
- Barza, M. 2004. Efficacy And Tolerability Of ClO₂-generating Gloves, *Clinical Infectious Diseases*. **38**:857–863.
- Cakir, I., Dogan, H.B., Halkman, A.K. and Worobo, R.W. 2001. An Alternative Approach For Enumeration Of *Escherichia coli* In Foods. *International Journal of Food Microbiology*. **68**(3):217-223.
- Cruickshank, J.G. 1990. Food Handlers And Food Poisoning: Training Programmes Are Best. *British Medical Journal*. **300**:207–208.
- Desmarchelier, P.M., Apiwathansorn, C., Vilainerun, D., Watson, C., Johari, M.R., Ahmad, Z. and Barnes, A. 1994. Evaluation of The Safety of Domestic Food Preparation in Malaysia. *Buletin of The World Health Organization*. **72**(6):877-884.
- Hanashiro, A., Morita, M., Matte, G.R., Matte, M.H., and Torres, E.A.F.S. 2005 Microbiological Quality Of Selected Street Foods From A Restricted Area Of Sao Paulo City, Brazil. *Food Control*. **16**:439–444.
- Harrison, A. (1990). Hawkers Food In Malaysia - A Reevaluation. *Proceedings Of The 1st Asian Conference On Food Safety - The Challengers Of The '90s*. Kuala Lumpur. 2-7 September, 1990.
- Hird, S., Stein, C. and Kuchenmüller, S. 2009. Rosie Green Meeting Report: Second Annual Meeting Of The World Health Organization Initiative To Estimate The Global Burden Of Foodborne Diseases. *International Journal of Food Microbiology*. **133**:210–212.
- Howes, M., McEwen, S., Griffiths, M., and Harris, L. 1996. Food Handler Certification By Home Study: Measuring Changes In Knowledge And Behaviour. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*. **16**:737–744.
- Jayasuriya, D. C. 1994. Street Food Vending In Asia: Some Policy And Legal Aspects. *Food Control*. **5**(4):222-226.
- Jiang, X.P., dan Doyle, M.P. 1999. Fate Of *Escherichia coli* 0157:H7 And *Salmonella enteritidis* On Currency. *Journal of Food Protection*. **62**:805–807.



- Kaferstein, F., and Abdussalam, M. 1997. Food Safety In The 21st Century. *Bulletin of the World Health Organization*. **77**:347–351.
- Lee, G.Y., Jang, H.I., Hwang, I.G. and Rhee, M.S. Prevalence and Classification of Pathogenic *Escherichia Coli* Isolated From Fresh Beef, Poultry and Pork in Korea. *International Journal of Food Microbiology*. **134**:196-200.
- Luber, P. 2009. Cross-Contamination Versus Undercooking of Poultry Meat or Eggs- Which Risks Needs to be managed First? *International Journal of Food Microbiology*. **134**:21-28.
- Mead, P.S., Finelli, L., Lambert-Fair, M.A., Champ, D., Townes, J., Hutwagner, L., Barrett, T., Spitalny, K. and Mintz, E. 1997. Risk Factors For Sporadic Infection With *Escherichia coli* O157:H7. *Archives of Internal Medicine*. **157**:204–208.
- Meng, J. and Doyle, M.P. 1998. Emerging And Evolving Microbial Foodborne Pathogens. *Bulletin de L'Institut Pasteur*. **96**:151–164.
- Mcswane, D., Rue, N., Linton, R. 2003. *Essential of Food Safety and Sanitation*, pp 76-103. Prentice Hall.
- Nauta, M.J., Fischer, A.R.H., Van Asselt, E.D., De Jong, A.E.I., Frewer, L.J. and De Jonge, R. 2008. Food Safety In The Domestic Environment: The Effect Of Consumer Risk Information On Human Disease Risks. *Risk Analysis*. **28**:179–192
- Newell, D.G., Koopmans, M., Verheof, I., Duizer, Z., Kane, A.A., Sprong, H., Scheutz, F., Giessen J.V.D. and Kruse, H. 2010. Food-bourne Diseases-The Challenges of 20 Years to Emerge. *International Journal of Food Microbiology*. **139**:S3-S15.
- Rippel, B. 2004. *Consumer knowledge about food safety revealed, Consumer Alert*. Washington, DC.
- Selamat, J., Shamsudin, M.N., Dulatti, M.S. 2004. Pacific Food System Outlook 2002-2003.
- Setiabudhi, M., Theis, M., and Norback, J. 1997. Integrating Hazard Analysis And Critical Control Point (HACCP) And Sanitation For Verifiable Food Safety. *Journal of the American Dietetic Association*. **97**:889–891.
- Signorini, M. and Tarabla, H. 2009. Quantitative Risk Assessment for verocytotoxigenic *Escherichia coli* in Ground Beef Hamburgers in Argentina. *International Journal of Food Microbiology*. **132**:153-161.
- Strawn, L.K. and Danyluk, M.D. 2010. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella spp.* on Fresh And Frozen Cut Mangoes And Papayas. *International Journal of Food Microbiology*. **138**:78-84.

- Taylor, J.H., Brown, K.L., Toivenen, J. dan Holah, J.T. 2000. A Microbiological Evaluation Of Warm Air Hand Driers With Respect To Hand Hygiene And The Washroom Environment. *Journal of Applied Microbiology*. **89**:910–919.
- Toh, P.S. and Birchenough, A. 2000. Food Safety Knowledge And Attitudes: Culture And Impact On Hawkers In Malaysia. Knowledge And Attitudes Are Key Attributes Of Concern In Hawker Foodhandling Practices And Outbreaks Of Food Poisoning And Their Prevention Control. *Food Control*. **11**:447-452
- Worobo, R. 1999. Food Safety and You : Coliform Bacteria as Indicator of Food Sanitary Quality. *Venture 2* (1).
- Yong, G.Y. and Ding, Y. 2009. A Close To Real-Time Prediction Method Of Total Coliform Bacteria In Foods Based On Image Identification Technology And Artificial Neural Network. *Food Research International*. **42**(1):191-199.