

**KEHADIRAN *E.COLI* DAN *TOTAL COLIFORM* DI  
PANTAI DALIT**

**MAHASWARY SELVARETNAM**

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUL MEMENUHI  
SEBAHGIAN DARIPADA SYARAT  
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM SAINS SEKITARAN  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**2005**

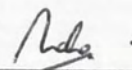


**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan jadual yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

31 Mac 2005



---

MAHASWARY SELVARETNAM

HS2002-3900



**PERAKUAN PEMERIKSA**

**DIPERAKUKAN OLEH**

**Tandatangan**

**1. PENYELIA**

(CIK FARRAH ANIS FAZLIATUL BT ADNAN)



---

**2. PEMERIKSA 1**

(PROF. MADYA DR. MOHD HARUN ABDULLAH)



---

**3. PEMERIKSA 2**

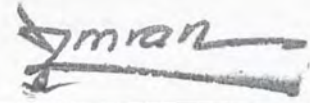
(DR. VUN LEONG WAN)



---

**4. DEKAN**

(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)



---

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@**

**Tajuk:** KEHADIRAN E COLI DAN TOTAL COLIFORM  
DI PANTAI DALIT

**Kategori:** SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPDJIAN

**Sesi Pengajian:** 2002/2005

**Nama:** MAHASWARY SELVARETNAM  
**(HURUF BESAR)**

Tidak dibenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.  
 Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.  
 Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.

\* 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

Naba  
 (TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 217, TAMAN SRI  
BUTERA, 08000 SUNGAI  
PETANI, KEDAH

CIK FARDAH ANIS  
 Nama Penyelia

Tarikh: 23/3/05

Tarikh: \_\_\_\_\_

- PETATAN:**
- \* 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 disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## PENGHARGAAN

Ribuan terima kasih diucapkan kepada penyelia iaitu Cik Farah Anis Fazliatul Adnan yang telah banyak memberikan tunjuk ajar dalam proses menyiapkan kajian ini. Beliau telah menumpukan sepenuh perhatian dalam menyelia serta memastikan kajian ini memberikan hasil yang memuaskan. Seterusnya kepada pemeriksa serta semua pihak yang turut terlibat dalam kajian ini serta tidak lupa kepada keluarga yang disayangi serta rakan-rakan seperjuangan.





## ABSTRAK

Kajian ini dilakukan untuk mengetahui taburan *total coliform* dan *E.coli* di sekitar kawasan perairan pantai rekreasi Pantai Dalit, Tuaran. Persampelan data telah dilakukan di antara September 2004 hingga Disember 2004 dan sebanyak 5 stesen telah dipilih untuk kajian ini. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kepekatan *E.coli* dan *total coliform* di kawasan Pantai Dalit dan untuk mengenalpasti sumber-sumber yang menjadi penyumbang kepada pencemaran air laut dari segi kehadiran bakteria koliform. Kajian ini dilakukan dengan menggunakan kaedah penapisan membran (Membrane Filtration Method) daripada Standard APHA dengan masa inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C bagi *total coliform* dan 44.5°C bagi *E.coli*. Min *E.coli* adalah 40 cfu per 100 ml dengan julat bilangan *E.coli* adalah 24-57 cfu per 100ml, manakala min *total coliform* di Pantai Dalit adalah 81 cfu per 100ml dengan julat bilangannya 51-110 cfu per 100ml. Keputusan daripada analisis yang dijalankan menunjukkan bahawa kehadiran *E.coli* adalah berpunca daripada kegiatan rekreasi yang dijalankan dan kualiti air marin di Pantai Dalit berada dalam keadaan yang memuaskan mengikut piawaian Interim Malaysia iaitu 400 cfu/ 100ml untuk *E.coli* dan 5000 cfu/ 100ml untuk *total coliform*.



PRESENCE OF *ESCHERICHIA COLI* AND *TOTAL COLIFORMS*  
IN PANTAI DALIT

**ABSTRACT**

This analysis had been conducted to evaluate the concentration of *total coliforms* and *E.coli* at the coast of Pantai Dalit, Tuaran. Sampling was done from September 2004 till December 2004 with 5 stations chosen for the analysis. The analysis is undertaken in order to identify the possible contributors of coliforms to the marine water pollution of this beach. Method used for the identification is the Membrane Filtration Method from APHA standard where the samples are incubated for 24 hours with the temperature 37°C for *total coliforms* and 44.5°C for *E.coli*. *E.coli* obtained is with the average of 40 cfu/ 100ml and in the range of 24-57 cfu/ 100ml while average of *total coliform* is 81 cfu/ 100ml, with the range of 51-110 cfu/ 100ml. Results showed that the main contributors of *E.coli* to the marine systems is the recreational activity undertaken there and the quality of the marine water in Pantai Dalit is in a good condition. This is because the results obtained from the analysis are below the standards provided by the Interim National Water Quality Standards for Malaysia which is 400 cfu/ 100ml for *E.coli* and 5000 cfu/ 100ml for *total coliforms* .



## SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xii
<b>BAB 1      PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1    PENGENALAN	1
1.1.1    Masalah Kajian	2
1.2    OBJEKTIF KAJIAN	3
<b>BAB 2      ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	<b>4</b>
2.1    PENGENALAN	4
2.1.1 <i>Fecal coliform</i>	7
2.1.2 <i>Total coliform</i>	9
2.1.3    Nitrogen dan nitrat	9
2.2    KEBOLEHTAHANAN BAKTERIA PADA PERSEKITARAN MARIN	9
2.2.1    Suhu	10
2.2.2    Radiasi Solar	10





2.2.3	Tekanan Osmotik	11
2.2.4	Penyerapan partikel-partikel lain	12
2.2.5	Faktor-faktor Biologikal	12
2.3	PERANAN KOLIFORM SEBAGAI INDIKATOR	13
2.4	KESAN PENCEMARAN OLEH KOLIFORM	14
2.5	KESAN KESIHATAN	16
2.5.1	Sistem respirasi, telinga dan mata	17
2.5.2	Sistem Penghadaman Manusia	17
2.5.3	Sistem Keimunan	19
<b>BAB 3</b>	<b>BAHAN DAN KAEDAH</b>	<b>21</b>
3.1	LOKASI KAJIAN	21
3.2	LATAR BELAKANG KAWASAN KAJIAN	22
3.3	KAEDAH	23
3.3.1	Pengambilan Sampel Air	23
3.3.2	Pensampelan Air	24
3.3.3	Pemilihan Stesen Pensampelan Air	24
3.4	BAHAN DAN RADAS	25
3.4.1	Media Kultur	26
3.4	ANALISIS DI MAKMAL	26
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>28</b>
4.1	Parameter <i>in situ</i>	28
4.1.2	Suhu	28
4.1.2	Kekonduksian	29
4.1.3	DO	30

4.1.4	pH	31
4.1.5	ORP	32
4.1.6	Turbiditi	33
4.2	Parameter <i>ex situ</i>	34
4.2.1	Perbezaan Bilangan <i>Total coliform</i> dengan Hari Persampelan	34
4.2.2	Perbezaan Bilangan <i>E.coli</i> Dengan Hari Persampelan	35
4.3	Kadar Korelasi Antara Parameter <i>In-Situ</i> dan <i>Ex-Situ</i>	36
4.4	Hubungan koliform dengan parameter-parameter yang lain	37
4.5	Kualiti Air Di Kawasan Pantai Dalit	39
4.6	Masalah Yang Akan Wujud Sekiranya Langkah Berjaga Tidak Diambil	40
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	42
	<b>RUJUKAN</b>	44
	<b>LAMPIRAN</b>	50



**SENARAI JADUAL**

	Muka Surat
2.1 Standard untuk Bakteria Indikator Fecal per 100 ml yang Disarankan di Eropah pada 1975 (Directive 76/160/EEC).	6
2.2 Faktor- faktor Penentu Kehadiran Bakteria	13
3.1 Meter yang digunakan untuk persampelan	24
4.1 Analisis Keputusan Ujian- <i>t</i> Bagi <i>Total Coliform</i>	35
4.2 Analisis Keputusan Ujian- <i>t</i> Bagi <i>E.Coli</i>	36



**SENARAI RAJAH**

	Muka Surat	
3.1	Peta Menunjukkan Lokasi Kajian Di Pantai Dalit	21
3.2	Peta Menunjukkan Stesen-stesen Kajian Di Pantai Dalit	22
3.3	Rajah Menunjukkan Carta Aliran Analisis Di Makmal	27
4.1	Graf Suhu Melawan Hari Persampelan	28
4.2	Graf Kekonduksian Melawan Hari Persampelan	29
4.3	Graf DO Melawan Hari Persampelan	30
4.4	Graf pH Melawan Hari Persampelan	31
4.5	Graf ORP Melawan Hari Persampelan	32
4.6	Graf Turbiditi Melawan Hari Persampelan	33
4.7	Graf Memberikan Perbandingan <i>Total Coliform</i> Dan Hari Persampelan	34
4.8	Graf Memberikan Perbandingan Bilangan <i>E.coli</i> Dan Hari Persampelan	35

**SENARAI SIMBOL**

WHO	World Health Organization
APHA	American Publics Health Association
Cfu	coliform per unit
ml	milliliter
°C	Suhu
Mg/L	Miligram per liter





## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Pencemaran air marin pada amnya berpunca daripada pelbagai jenis mikroorganisma yang boleh menyebabkan penyakit. Pelbagai laporan yang dibuat berdasarkan kajian di Amerika, Canada, Asia Tenggara dan kawasan Mediterranean memberikan data mengenai kesan pencemaran ke atas persekitaran marin tersebut (Waldichuck, 1986; Ward dan Singh, 1987; O'Carroll, 1987; Wu, 1988; Philips dan Tanabe, 1989; Zoffman *et al.*, 1989). Pencemaran marin merupakan suatu masalah global dan menyebabkan pantai-pantai rekreasi tidak selamat untuk digunakan. Pencemaran pada sistem marin turut dikaji dengan menggunakan bakteria sebagai indikator untuk mengenalpasti pelepasan effluen ke sistem marin (Ramaiah, *et al.*, 2002).

Aliran saluran pembuangan ke kawasan pantai bukan hanya mengancam keselamatan hidupan laut sebaliknya ia turut membahayakan kesihatan manusia. Antara penyakit–penyakit enterik yang dilaporkan akibat pencemaran air marin adalah seperti jangkitan pada mata, telinga dan kulit pada golongan yang terdedah pada air di kawasan pantai rekreasi (Pruss, 1998).



Kajian menunjukkan bahawa lebih daripada 250 juta kes yang disebabkan oleh penyakit pada saluran penghadaman dan pernafasan telah dilaporkan serta 5-10 juta kes hepatitis dilaporkan setiap tahun lanjutan daripada pencemaran kawasan marin (Clark *et al.*, 2003). Beberapa penyakit yang boleh dikaitkan dengan kontaminasi air marin dengan aliran saluran pembuangan ialah demam typhoid, salmonellosis, shigellosis, hepatitis dan jangkitan pada saluran penghadaman.

Punca-punca pencemar yang bertanggungjawab dalam kontaminasi air adalah seperti buangan daripada kawasan perindustrian, saluran septik, aliran air hujan atas permukaan bumi, dan buangan daripada manusia atau binatang terus kepada persekitaran marin tersebut (Cabelli, 1989). Effluen buangan mengandungi bahan berkarbon dan ianya menjadi penyumbang banyak mikroorganisma yang merupakan patogen manusia. Contoh buangan sisa perindustrian adalah gula, bahan buangan kilang kertas, dan kilang tenusu. Semua bahan ini boleh mengandungi bahan-bahan toksik dalam kuantiti yang kecil seperti logam berat, biosid dan bahan sintetik yang merupakan bahan pencemar.

### 1.1.1 Masalah Kajian

Kawasan kajian mempunyai satu punca pencemar yang sememangnya boleh membantu dalam penentuan bahan-bahan pencemar di kawasan kajian walaubagaimana pun ia tidak dapat diambil sampelnya kerana pelepasan cecair melaluinya dilakukan pada masa yang tertentu sahaja. Oleh itu penentuan bahan-bahan yang berpotensi sebagai pencemar di kawasan kajian harus dilakukan dengan penyelidikan berdasarkan pengambilkiraan aspek persekitaran kawasan kajian.



## 1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk

- i. menentukan paras kehadiran *E.coli* dan *total coliform* di Perairan Pantai Dalit.
- ii. mengenalpasti punca-punca pencemar yang menyumbang kepada pencemaran koliform di Perairan Pantai Dalit.



## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Pengenalan

Pencemaran marin merupakan suatu isu yang perlu dititik beratkan untuk mengurangkannya masalah berkaitan kesihatan manusia dan persekitaran. Pembangunan infrastruktur di sekitar perairan telah menyebabkan pelbagai jenis masalah pencemaran air. Proses globalisasi, ekonomi dan perubahan dalam pengeluaran negara telah menyumbang kepada impak-impak kualiti persekitaran. Persekitaran marin ini selalunya berpotensi sebagai pembawa pencemar merentasi sempadan, ini berikutan pencemar yang boleh bergerak ke kawasan yang lebih jauh dari tempat buangnya melalui pergerakan air.

Seperti mana yang dilaporkan pada perairan yang lain kebanyakan pencemaran marin ini berpunca daripada aktiviti manusia (Koe dan Aziz, 1995). Ini didapati telah menimbulkan pelbagai kesan kepada hampir kesemua estuari dan kawasan persekitaran marin yang produktif sebelumnya. Kawasan-kawasan ini mengalami perubahan fizikal termasuklah gangguan habitat marin yang penting untuk ekosistem yang sihat dan biopemuliharaan.





Tambahan pula, kesannya turut menyebabkan perpindahan bahan pencemar merentasi sempadan oleh aliran air yang seterusnya mendedahkan risiko pada kesihatan manusia dan semua kehidupan (Chua dan Ross, 1998). Pencemar-pencemar ini boleh hadir dari pelbagai punca seperti buangan industri, pertanian, kawasan perumahan dan sebagainya.

Larian daripada kawasan pertanian dan urbanisasi bukan sahaja meninggalkan kesan pada persekitaran marin malah turut mengancam kesihatan manusia. Antara pencemar yang paling banyak meninggalkan kesan kepada manusia dan persekitaran adalah bakteria. Ini dibuktikan berdasarkan laporan-laporan yang berkaitan penyakit enterik, kulit, telinga dan jangkitan mata terhadap golongan masyarakat yang terdedah pada pantai-pantai rekreasi (Pruss, 1998).

Kehadiran bahan organik adalah merupakan asas dalam pembentukan rantai makanan. Degradasi komponen organik berlaku melalui tindakan bakteria dan proses ini memerlukan kehadiran oksigen. Walaubagaimana pun kehadiran bahan organik yang banyak dalam persekitaran boleh menyebabkan ia bertindak sebagai substrat untuk bakteria mikroorganisma, populasinya akan meningkat dengan cepat manakala pengurangan oksigen akan berlaku dengan pantas di persekitaran.

Ini seterusnya menyebabkan keadaan anaerobik yang menjurus kepada pembinaan komponen toksik seperti metana, ammonia, nitrit dan hydrogen sulfida. Kajian WHO telah mendapati bahawa kanak-kanak berumur 6-11 tahun, golongan tua dan golongan yang berpenyakit merupakan golongan yang paling berisiko tinggi mendapat penyakit pada umumnya disebabkan keimunan yang lemah (NRDC, 1995).





**Jadual 2.1** Standard untuk Bakteria Indikator *fecal* per 100 ml yang Disarankan di Eropah pada 1975

	Mandatori	Yang Disyorkan
<i>total coliform</i>	10 000(95%)	500(80%)
<i>E.coli</i>	2000(95%)	100(80%)
<i>Faecal streptococci</i>	---	100(90%)

(Sumber: Directive 76/160/EEC)

*Escherichia coli* merupakan suatu bakteria yang lazimnya hadir dalam saluran penghadaman manusia dan merupakan penyebab utama jangkitan pada ginjal. Mengikut EC Bathing Water Directive, sebuah pertubuhan penentu kualiti telah menyarankan bahawa untuk semua ahli-ahlinya yang terdiri daripada pelbagai Negara anggota mesti mencapai standard kualiti air selewat-lewatnya pada 1995 seperti yang disarankan.

EC Urban Waste Water Treatment Directive (1991) pula menyarankan bahawa semua buangan yang disalurkan pada persekitaran marin yang digunakan oleh 100 000 penduduk perlulah sekurang-kurangnya menjalani pembersihan sekunder pada bahan buangannya untuk menjamin ianya bersih. Koliform merupakan bakteria anaerob fakulatif berbentuk rod dan merupakan suatu bakteria Gram-negatif. Kumpulan koliform merangkumi genera *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, and *Citrobacter*, dan *E. coli* (Edwards dan Ewing, 1972).

Menurut Geissler *et al.* (2000), koliform secara amnya digunakan sebagai mikroorganisma indikator yang bertindak sebagai pengukur kadar kontaminasi *fecal* koliform dan sebagai pengesan kehadiran patogen enterik yang lain. Walaupun terdapat beberapa koliform yang boleh ditemui dalam badan manusia namun sebahagian besar daripadanya terdapat di alam sekitar dan berperanan kecil dalam kesihatan.

### 2.1.1 *Fecal* koliform

*Fecal coliform* telah dikesan oleh Eijkman sebagai subset daripada *total coliform* yang membesar dan berpotensi untuk fermentasikan laktosa pada suhu inkubasi, oleh itu *fecal* koliform turut boleh dikategorikan sebagai koliform yang boleh wujud pada suhu yang tinggi (Caplenas dan Kanarek, 1984). Kumpulan *fecal* koliform termasuk hampir kesemua jenis *E.coli*. Walaubagaimanapun beberapa enterik seperti *Klebsiella* juga boleh fermentasikan laktosa pada suhu yang sama. Oleh itu, ia turut digolongkan dalam kumpulan *fecal coliform*. Kehadiran spesies *Klebsiella* mengurangkan potensi *fecal* sebagai indikator pencemaran (Kistemann *et al.*, 2001).

Lantas menjadikan *E.coli* sebagai indikator dengan menggunakan kaedah baru yang boleh mengenal pasti kehadiran *E.coli*. Walaubagaimana pun perbezaan *fecal coliform* daripada *total coliform* boleh dilakukan dengan kaedah penapisan bermembran di mana proses pengenalpastian sampel *fecal coliform* dilakukan dengan proses inkubasi selama 24 jam pada suhu 44.5°C (Black, 1999). *Escherichia coli*, yang pada mulanya dikenali sebagai *Bacterium coli* telah ditemui pada 1885 oleh seorang ahli pediatrik, Theodor Escherich (Feng *et al.*, 1991) yang merupakan subset *fecal coliform*.



*E.coli* terdapat dengan banyaknya dalam usus manusia dan haiwan berdarah panas. Ia merupakan bakteria anaerob fakulatif yang predominan dan berperanan dalam pencapaian keseimbangan fisiologi dari segi kesihatan. *E.coli* merupakan ahli daripada famili *Enterobacteriaceae* di mana ia merangkumi banyak genera termasuklah patogen-patogen seperti *Haemophilus influenza* type b, *Helicobacter pylori*, *Legionella pneumophila*, *Neisseria meningitides*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella*, dan *Shigella* (Ewing, 1986). Patogen-patogen ini akan diterangkan secara lanjut dalam peranannya di persekitaran.

Walaupun hampir kebanyakan *E.coli* tidak boleh dikategorikan sebagai patogen, ianya berpotensi sebagai patogen kerana ianya boleh menyebabkan jangkitan dalam sistem keimunan perumah (Alcamo, 1983). Terdapat juga strain patogenik *E.coli* yang apabila ianya dihadam, menyebabkan masalah kesihatan pada sistem penghadaman manusia (Pawsey dan Howard, 2001). *E.coli* turut boleh digunakan sebagai indikator untuk sebarang jenis kontaminasi yang melibatkan *fecal coliform* (APHA, 1998). Ini kerana *E.coli* terdapat dengan banyaknya dalam najis manusia dan haiwan serta tidak boleh ditemui dalam nic yang lain.

*E.coli* turut boleh dikenalpasti berdasarkan keboleहannya fermentasikan glukosa dan kemudiannya menukarkannya kepada laktosa dan lebih mudah untuk dipisahkan berbanding dengan patogen lain yang terdapat dalam sistem penghadaman manusia (Cowan, 1965). Oleh itu, kehadiran *E.coli* dalam makanan atau air boleh ditakrifkan sebagai pencemaran oleh *fecal* baru sahaja berlaku dalam sesuatu media tersebut.





Walaupun *E.coli* ini boleh digunakan secara tidak langsung untuk mengenalpasti tahap pencemaran sesuatu media, kehadiran bakteria enterik yang lain seperti like *Citrobacter*, *Klebsiella* dan *Enterobacter* boleh mengganggu proses ini (Edwards dan Ewing, 1972). Ini kerana ianya turut boleh fermentasikan laktosa seperti *E.coli* oleh itu tidak mudah untuk memperolehnya secara bersendirian. Oleh itu, kesemua jenis bakteria enterik ini digabungkan di bawah nama “koliform” (Geldenhuis dan Pretorius, 1989).

### 2.1.2 Total coliform

*Total coliform* bukan merupakan suatu jenis pengklasifikasian taksonomik sebaliknya ia digunakan untuk mendefinisikan kumpulan Gram-negatif, bakteria anaerob fakulatif berbentuk rod yang berkebolehan dalam fermentasi laktosa untuk membentuk asid dan gas dalam masa 24 jam pada suhu 37°C (Black, 1993). Walau bagaimanapun, koliform mudah dikenalpasti secara berasingan kerana kehadiran beberapa koliform adalah semulajadi pada persekitaran. Walaubagaimanapun kehadiran *fecal* dalam persekitaran secara tidak langsung bertindak sebagai indikator pencemaran.

### 2.1.3 Nitrogen dan nitrat

Nitrogen dan nitrat turut hadir sebagai bahan sampingan bersama-sama dengan koliform. Hampir 90 % daripada nitrogen berada dalam bentuk organik dalam tanah dan ia merupakan hasil daripada proses biodegradasi tumbuhan-tumbuhan serta haiwan yang telah mati dan reput. Nitrogen yang terhasil dihidrolisis kepada ammonia ( $\text{NH}_4^+$ ), yang mana ia seterusnya dioksidakan kepada nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) oleh aktiviti bakteria dalam tanah (Mackensen *et al.*, 2003).



## 2.2 Kebolehtahanan bakteria pada persekitaran Marin

Bakteria yang hadir di persekitaran adalah bergantung kepada beberapa faktor seperti yang diberikan untuk hadir secara berterusan. Sifat ini dinamakan sebagai kebolehtahanan bakteria pada persekitaran marin:

### 2.2.1 Suhu

Suhu merupakan suatu faktor yang penting di mana ia menentukan kebolehtahanan bakteria dalam persekitaran. Kematian mikroorganisma berperanan penting dalam meningkatkan suhu melalui penghasilan karbon dioksida pada persekitaran marin yang terbabit (El-Sharkawi *et al.*, 1989). Suhu merupakan suatu parameter persekitaran yang mula-mula sekali dikesan oleh sel, di mana sejurus selepas itu pengekspresan gen berlaku untuk menyeimbangkan keadaan persekitaran dengan komponen-komponen molekularnya. Persekitaran marin seringkali mengalami perubahan suhu.

Ini disebabkan oleh tiupan bayu darat, bayu laut dan tiupan angin monsun. Suhu pada perairan adalah sejuk pada waktu tengah hari disebabkan tiupan angin bayu darat yang bertiup dari darat ke laut. Sebaliknya tiupan angin bayu laut menyebabkan suhu perairan panas pada waktu malam. Tiupan angin bayu laut dari laut ke darat menyebabkan darat lebih sejuk berbanding laut. Perubahan suhu yang berselang seli menyebabkan sentiasa wujudnya perubahan pada komponen molekular bakteria di mana bakteria cuba menyesuaikan diri dengan persekitaran. Walau bagaimanapun, sesetengah bakteria yang tidak dapat bertahan dengan perubahan sekeliling akan mati.





### 2.2.2 Radiasi Solar

Radiasi solar turut memainkan peranan penting sebagai punca utama yang menyebabkan pengurangan indikator dan bakteria patogenik dalam persekitaran marin. Radiasi solar turut boleh dikatakan sebagai cahaya matahari dalam erti kata lain. Radiasi solar memainkan peranan penting dalam kehidupan seharian semua organisma yang wujud. Radiasi solar turut mempunyai kesan penting terhadap kewujudan *E.coli* dalam air masin.

Lebih-lebih lagi *E.coli* adalah sangat sensitif pada kehadiran cahaya matahari berbanding dengan *Salmonella*. Ini dapat dibuktikan dengan pertumbuhan *E.coli* yang kurang jika terdedah pada cuaca panas berbanding cuaca sejuk (Chamberlin dan Mitchell, 1978). Pendedahan pada cahaya matahari turut menyebabkan kerosakan pada bakteria dan mengurangkan aktiviti beberapa enzim termasuklah pengkulturan bakteria yang disebabkan oleh penghasilan spesies oksigen yang reaktif. Ini seterusnya menyebabkan pertumbuhan minimal media berlaku yang membolehkan proses membaik pulih bakteria mengambil tempat (Arana *et al.*, 1992). Menurut Suttle, dan Chen (1992) radiasi solar adalah penting dalam pengurangan keefektifan bakteriofaj dalam air masin.

### 2.2.3 Tekanan Osmotik

Bakteria enterik mengatasi tekanan osmotik yang hadir dalam persekitaran marin dengan dikawal oleh proses osmoregulatori dengan penggunaan garam (Munro *et al.*, 1987).



## RUJUKAN

- Alcamo, I.E., 1983. *Fundamental of Microbiology* (5). Addison Wesley Longman Inc, United States of America.
- American Public Health Association. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (20). APHA, Washington, DC.
- Arana, I., Muela, A., Iriberry, J., Egeas, L., Barcina, I., 1992. Role of Hydrogen Peroxide in loss of culturability mediated by visible light in *Escherichia Coli* in freshwater ecosystem. *Applied Environmental Microbiology* **58**, 3903-3907.
- Bhatta, B., Chinna, G.S., Singh, B., 1977. *Selected Topics In Environmental Biology*. Pergamom Press, Great Britain.
- Black, J.G., 1993. *Microbiology Principles and Applications* (2). Prentice Hall Inc. United States of America.
- Black, J.G., 1999. *Microbiology Principles and Explorations*. John Wiley and Sons, Inc, United States of America.
- Bitton, G., Mitchell, R., 1974. Effect of Colloids on the survival of Bacteriophages in seawater. *Water Research* **8**, 227-229.
- Bitton, G., Marunaik, J.E., Zettler, F.W., 1987. Virus survival in natural ecosystems. *Survival and Dormancy of Microorganisms*. Edmond Wiley- Interscience, New York.
- Cabelli, V.J., 1989. Swimming-associated illness and recreational water quality criteria. *Water Science Technology* **21**, 13-21.



- Caplenas, N.R. and M.S. Kanarek. 1984. Thermotolerant non-fecal source *Klebsiella Pneumoniae*: Validity of the Fecal Coliform test in recreational waters. *Journal Public Health* **74**, 1273-1275
- Chamberlin, C.E., dan Mitchell, R., 1978. A Decay Model for enteric bacteria in natural waters. *Water Pollution Microbiology* **2**, 325-348.
- Chua, T.E., dan Ross, A.R., 1998. *Pollution prevention and Management in the East Asian Seas. A paradigm shift in concept ,approach and methodology*. MPP EAS Technical Report 15, *Global Environment Facility/United Nations Development Programme/International Maritime Organization Regional Programme for the Prevention and Management of marine Pollution in East Asian Seas*, Philipines.
- Clark, A., Turner, T., Dorothy, K.P., Goutham, J., Kalavati, C., Rajanna, B., 2003. Health hazards due to pollution of waters along the Coast Of Visakhapatnam, East Coast Of India. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **56**, 390-397.
- Collier, L., Balows, A., Sussman, M., 1998. *Microbiology and Microbial Infections* (9) Edition. Pergamom Press, Great Britain.
- Cowan, S.T., 1965. *Manual for the Identification of Medical Bacteria* (2) Cambridge University Press, Great Britain.
- Edwards, P.R., Ewing, W.H., 1972. *Identification of Enterobacteriaceae*. Burgess Publishing Company, United States of America.
- EEC (1976). Council Directive on Quality of Bathing Water (76/160/EEC). 8 December 1975 in *Official Journal of the European Communities no. L31*, 1976, 1-7.





- El-Sharkawi, F., El-Attar, L., Gawed, A. A., Molazem, S., 1989. Some environmental Factors affecting Survival of Fecal Pathogens and Indicators Organisms in Seawater. *Water Science Technology* **21**, 115-120.
- Enzinger, R.M., dan Cooper, R.C., 1976. Role of bacteria and Protozoa in the removal of *E.coli* from estuarine waters. *Applied Environmental Microbiology* **31**, 758-763.
- Ewing, W.H., 1986. *Edwards and Ewing's Identification of Enterobacteriaceae*, (4) Edition Elsevier, New York.
- Feng, P., Lum, R., Chang, P., 1991. Identification of *uidA* gene sequences in *beta-D-glucuronidase (-) Escherichia coli*. *Journal of Applied Environmental Microbiology* **57**, 320-323.
- Gauthier, M.J., Flatau, D.N., Le Rudulier, D., Clement, R.L., Combarro, M.P., 1991. Intracellular Accumulation Of Potassium And Glutamate Specifically Enhances Survival Of *Escherichia Coli* In Seawater. *Applied Environmental Microbiology* **57**, 272-276.
- Geissler, M., Manafi, I., Amoros, J., L. Alonso.2000. Quantitative determination of total coliforms and *Escherichia coli* in marine waters with chromogenic and Fluorogenimedia. *Journal of Applied Microbiology* **88** (2), 280
- Geldenhuis, J.C. dan Pretorius, P.D., 1989. The occurrence of enteric Viruses in polluted water, correlation to indicators organisms and factors influencing their numbers. *Water Science Technology* **21**, 105-109.
- Grabow, W.O.K., 1990. *Microbiology of Drinking Water Treatment: Reclaimed Wastewater*. Drinking Water Microbiology. Springer- Verlag, New York.
- Ingraham, J.L., Low, K.B., Magasanik, B., Schaechter, M., Umbarger, H.E., 1987. *Escherichia Coli and Salmonella Typhimurium Celular And Molecular Biology*. American Society for Microbiology.



- Kistemann, T., Dangendorf, F., Exner, M., 2001. A Geographical Information System (GIS) as a tool for microbial risk assessment in catchment areas of drinking water reservoirs. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* **203**, 225-233.
- Kistemann, T., Dangendorf, F., Exner, M., 2001. GIS-Based analysis of drinking water supply structures: A Module for microbial risk assessment. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* **203**, 301-310
- Koe, L.C.C., dan Aziz, M.A., 1995. *Regional Programme Of Action on Land Based Activities affecting coastal and marine areas in the East Asian Seas*. RCU/EAS Technical Report Series (5). United Nations Environment Programme and Ministry of Environment, Singapore, 117
- Mackensen, J., Klinge, R., Ruhayat, D., Folster, H., 2003. Assessment of Management Dependent Nutrient Losses in Tropical Industrial Tree Plantations. *Ambio* **32** (2), 106-113.
- Maser, R.M., Peper, I.L., Gerba, C.P., 2000. *Environmental Microbiology*. Academic Press, Canada.
- McClane, B.A., Mietzner, T.A., 1999. *Microbial Pathogenesis* 1<sup>st</sup> Edition. Fence Creek Publishing, LLC, United States of America.
- Munro, P.M., Gauthier, M.J., Breittmayer, V.A., Bongiovanni, J., 1989. Influence of osmoregulation on starvation survival of *Escherichia Coli* in seawater. *Applied Microbiology* **4**, 121-124.
- Munro, P.M., Laumond, F., Gauthier, M.J., 1987. Previous growth of enteric bacteria on a salted medium increases their survival in seawater. *Applied Microbiology* **4**, 121-124.





- Murray, P.R., Kobayashi, G.S., Faller, M.A.P., Rosenthal, K.S., 1994. *Medical Microbiology* (2). Mosby-Year Book, Inc.London
- Natural Resources Defence Council (1996) *Testing the Waters V: Summary of finding report on US Beach Pollution*. June 1995. NRDC Publications. New York
- O'Brien, K.L., Santhosham, M., 2003.Potential impact of conjugate Pneumococcal Vaccines on pediatric Pneumococcal diseases. *American Journal of Epidemiology* **159**(7), 634-641.
- O'Carroll K., 1987. Survival of *E.coli* with Antibiotic Resistance. *Marine Pollution Bulletin* **18** (12), 619.
- Palmer, M. D., Lock, J. D. and Gowda, T. P. H., 1984. *The Use of Bacteriological Indicators for Swimming Water Quality*. *Water and Pollution Control*. United States of America.
- Pawsey, R.K., Howard, P., 2001. Drinking ice as a vector for gastrointestinal disease. *British Food Journal* **103** (4), 253 – 263.
- Philips D., Tanabe S., 1989.Aquatic Pollution in the Far East. *Marine Pollution Bulletin* **20**(7), 297-303.
- Pruss, A., 1998. Review of Epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *International Journal of Epidemiology* **27**, 1-9.
- Ramaiah, N., Kenkre, V.D., Verlecar, X.N., 2002. Marine environmental pollution stress detection through direct viable counts of bacteria. *Water Research* **36**, 2383-2393.
- Salvato, J.A., 1992. *Environmental Engineering and Sanitation* (4). John Wiley and Sons, Inc, Canada.



- Suttle, C.A., dan Chen, F., 1992. Mechanisms and rates of decay of marine Viruses in seawater. *Applied Environmental Microbiology* **58**, 3721-3729.
- Tongpim, S, Towprayoon, S, Pusithisak, S, 1993. *An Investigation of Salmonella from Pla-ra: Thai Traditional Fermented Fish*. Proceedings International. Congress On Microbiology in the Eighties. Society for Microbiology, Singapore.
- Tortora, G.J., Funke, B.R., Case, C.L., 1995. *Microbiology An Introduction* (5). The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc. United States of America.
- Waldichuck M., 1986. Falling coliforms counts on Vancouver beaches. *Marine Pollution Bulletin* **17** (11), 485-600.
- Ward R.E., Singh N.C., 1987. Bacterial Monitoring in Castries Harbour, St. Lucia, West Indies. *Journal of Shoreline Manage* **3**, 225-340.
- Wu R.S.S., 1988. Bacteria threaten Hong Kong Beaches. *Marine Pollution Bulletin* **19** (5), 194.
- Zoffman C., Rodriguez- Valera F., Perez-Fillol M., Ruiz-Bevia F., Torreblanca M., Colom F., 1989. Microbial and Nutrient pollution along the coast of Alicante, Spain. *Marine Pollution Bulletin* **20** (2), 74-81.

