

KAJIAN KEHADIRAN TOTAL COLIFORM DAN FAECAL COLIFORM (*E. coli*)
DI PANTAI REKREASI TANJUNG ARU

MOHD. FAIZAL BIN AZAHA

PEHPUSI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
TESISIINI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

MAC 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORAING PENGERAMAN STATUS TESIS@

NUJI: KAJIAN PENGARUH TUTAL COLIFORM DAN PEGAL COLIFORM (E-COL)

DI PANTAI REKREASI TANJUNG ARU.

Ijazah: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPERLUAN (SAINS SEKITARAN)

SESI PENGAJIAN: 2004 / 07

Saya MOHD. FAIZAL AZAHRA

(HURUF BESAR)

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

PERPUSTAKAAN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

1. Tesis adalah hak milik 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

Yn

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Ody
MISS PAHLA ANIS FAIZATUL ADNAY

Nama Penyelia

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: PJS 107, 89208, TUAZAN

SABAH.

Tarikh: 27.04.2007

Tarikh: 27.04.2007

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 disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

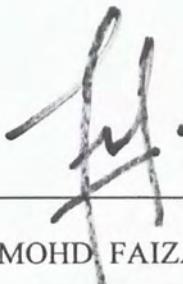


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

19 MAC 2007



MOHD FAIZAL BIN AZAHA
HS2004-2821



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA
SABAH

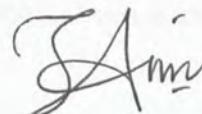
PERAKUAN PEMERIKSA

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

(Cik Farrah Anis Fazliatul Bt. Adnan)



2. PEMERIKSA 1

(Cik Kamsia Bt Budin)



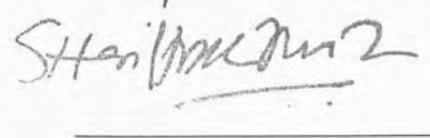
3. PEMERIKSA 2

(Prof Madya Dr. Mohd Harun Abdullah)



4. DEKAN

(Prof. Madya Dr. Shariff A.K Omang)



PENGHARGAAN

‘Bismillahirrahmanirrahim’

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihani, saya memanjatkan sepenuh rasa kesyukuran ke hadrat Ilahi kerana mempermudahkan kepada saya untuk menyiapkan tesis bertajuk Kajian Penentuan Kehadiran *Faecal coliform (E. coli)* dan *Total coliform* di Pantai Rekreasi Tanjung Aru, Sabah tepat pada masanya.

Setinggi-tinggi ribuan terima kasih di ucapkan kepada penyelia saya, Cik Farrah Anis Fazliatul bt Adnan kerana telah banyak memberi tunjuk ajar, nasihat dan sokongan kepada saya sepanjang tempoh kajian ini dijalankan.

Kepada rakan-rakan seperjuangan sekalian, saya mengucapkan ribuan terima kasih di atas segala sokongan dan perangsang yang telah diberikan kepada saya selama ini. Semoga kenangan kita bergelar mahasiswa Universiti Malaysia Sabah khasnya pelajar program Sains Sekitaran sesi 2004/2005 akan terpahat dengan kukuh dalam ingatan kita.

Akhir sekali, terima kasih juga di ucapkan kepada ahli keluarga saya iaitu ibu bapa dan abang saya yang sentiasa memberi sokongan dan mendoakan kejayaan saya di sini. Sesungguhnya kalian semua sentiasa di hati walaupun jauh di mata.

Sekian, terima kasih.



ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk menentukan kehadiran bakteria koliform iaitu *faecal coliform* (*E. coli*) dan *total coliform* (TC) di dalam air marin pantai rekreasi Tanjung Aru dan mengenalpasti punca-punca pencemaran air marin yang berkaitan dengan bakteria koliform najis. Empat buah kawasan pensampelan utama telah dipilih untuk kajian ini yang mana setiap kawasan merangkumi satu stesen air laut dan satu stesen air longkang. Kaedah Penurasan Membran yang berdasarkan Standard Methods APHA telah digunakan untuk analisis parameter *E. coli* dan TC di makmal. Kesemua stesen air longkang mencatatkan bilangan bakteria *E. coli* dan TC yang paling banyak berbanding kesemua stesen air laut dengan julat bilangan *E. coli* ($1050 \text{ cfu } 100\text{ml}^{-1}$ – $2395 \text{ cfu } 100\text{ml}^{-1}$) dan TC ($3167 \text{ cfu } 100\text{ml}^{-1}$ – $5617 \text{ cfu } 100\text{ml}^{-1}$). Longkang 3 (S3) yang terletak berhampiran Medan Selera didapati paling tercemar dengan *E. coli* dan ini telah menyebabkan stesen air laut (L3) juga mempunyai bilangan *E. coli* yang paling tinggi antara semua stesen air laut. Kesemua stesen air laut memberikan nilai julat bilangan *E. coli* ($110 \text{ cfu } 100\text{mL}^{-1}$ – $206 \text{ cfu } 100\text{mL}^{-1}$) dan TC ($878 \text{ cfu } \text{mL}^{-1}$ – $2128 \text{ cfu } 100\text{mL}^{-1}$). Kesemua stesen air longkang mempunyai bilangan *E. coli* dan TC yang lebih tinggi berbanding stesen air laut, ini menunjukkan sisa-sisa domestik di kawasan berkenaan di alirkan ke dalam stesen air longkang. Oleh yang demikian, boleh dikatakan longkang ini merupakan punca utama TC dan *E. coli* di Pantai Tanjung Aru. Secara keseluruhannya, air laut di kawasan pantai rekreasi Tanjung Aru masih berada pada tahap yang selamat untuk kegunaan rekreasi kerana nilai-nilai bilangan *E. coli* dan TC masih mematuhi nilai Kelas IIB Piawaian Interim Kualiti JAS 1987.

ABSTRACT

DETERMINATION OF TOTAL COLIFORM AND FAECAL COLIFORM (*E. coli*) AT TANJUNG ARU RECREATIONAL BEACH, SABAH

This study was carried out to determine the presence and abundance of faecal coliform (*E. coli*) and total coliform (TC) in the coastal water and also to identify its potential sources. Four main sampling area were chosen for this study with each area consisting of one seawater station and one drainage station. Membrane Filtration Method based on APHA Standard Method was used to analyze these parameters. All drainage stations have higher numbers of both *E. coli* and TC bacteria count compared to all seawater station with the value ranges for *E. coli* ($1050 \text{ cfu } 100\text{ml}^{-1}$ – $2395 \text{ cfu } 100\text{ml}^{-1}$) and TC ($3167 \text{ cfu } 100\text{ml}^{-1}$ – $5617 \text{ cfu } 100\text{ml}^{-1}$). Drainage station S3 located near Food Court was most polluted with *E. coli* and thus, caused the seawater station L3 to have the highest number of *E. coli* compared to all seawater stations. Bacteria count for all seawater stations were *E. coli* ($110 \text{ cfu } 100\text{mL}^{-1}$ – $206 \text{ cfu } 100\text{mL}^{-1}$) and TC ($878 \text{ cfu } \text{mL}^{-1}$ – $2128 \text{ cfu } 100\text{mL}^{-1}$). All drainage stations have higher number of *E. coli* and TC compared to the seawater stations and this indicates that domestic effluents are channeled to the drains. Thus, suggesting that these drains are point sources of TC and *E. coli* to the Tanjung Aru Beach. However, results from this study shows that the coastal waters of Tanjung Aru Beach is still suitable for recreational uses as the number of *E. coli* and TC were under the standard IIB limit of DOE Interim Water Quality Standards for Malaysia 1987.

SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PERAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 KEPENTINGAN KAJIAN	3
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	4
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	 5
2.1 PENGENALAN	5
2.2 DEFINISI BAKTERIA	6
2.3 BAKTERIA KOLIFORM	9
2.4 BAKTERIA <i>E. coli</i>	10
2.5 PIAWAIAN KUALITI AIR	12
2.6 PUNCA-PUNCA PENCEMARAN <i>E. coli</i> DAN TOTAL COLIFORM	14
2.7 KAJIAN-KAJIAN TERDAHULU BERKAITAN PENCEMARAN <i>E. coli</i>	16



BAB 3	BAHAN DAN KAEADAH	18
3.1	LATAR BELAKANG KAWASAN KAJIAN	20
3.2	DISKRIPSI STESEN-STESEN PENSAMPELAN	21
3.3	PENGUMPULAN SAMPEL AIR	26
3.4	PENGUKURAN PARAMETER <i>IN-SITU</i>	26
3.5	BAHAN DAN ALAT RADAS	27
3.6	UJIAN MAKMAL	28
3.7	TEKNIK PENURASAN MEMBRAN	28
3.8	PROSEDUR ANALISIS <i>E. coli</i>	29
3.9	ANALISIS DATA	31
BAB 4	KEPUTUSAN	32
4.1	KEPUTUSAN PARAMETER <i>IN-SITU</i>	32
4..1.1	Suhu	32
4.1.2	pH	34
4.1.3	Oksigen terlarut	36
4.2	KEPUTUSAN PARAMETER <i>EX-SITU</i>	38
4.2.1	Parameter <i>E. coli</i>	38
4.2.2	Parameter total coliform	39
4.3	KEPUTUSAN ANALISIS PARAMETER SECARA STATISTIK	41
4.3.1	Ujian T Satu Sampel	41
4.3.2	Ujian Korelasi	42
4.33	Ujian ANOVA Sehala	43
BAB 5	PERBINCANGAN	44
5.1	STATUS KUALITI AIR MARIN DI KAWASAN KAJIAN	44
5.2	PUNCA-PUNCA PENCEMARAN DI KAWASAN KAJIAN	46



BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	50
RUJUKAN		52
LAMPIRAN		56



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka surat
2.1 Fasa-fasa dalam pembiakan bakteria.	8
2.2 Jenis-jenis <i>E. coli</i> dan kesan pencemarannya.	11
2.3 Perbandingan piawaian tahap pengukuran <i>E. coli</i> dan <i>total coliform</i> .	13
2.4 Piawaian Kualiti Air Interim Jabatan Alam Sekitar Malaysia 1987 bagi kandungan <i>E. coli</i> dan <i>total coliform</i> mengikut kelas Jasad air.	13
3.1 Diskripsi stesen-stesen pensampelan di pantai Tanjung Aru	20
3.2 Parameter <i>In-situ</i> .	27
3.3 bahan dan alat radas yang diperlukan untuk kajian bakteria koliform.	27
4.1 Data bacaan ($^{\circ}\text{C}$) yang diperolehi mengikut stesen dan hari pensampelan	33
4.2 Data bacaan pH yang diperolehi mengikut stesen dan hari pensampelan	35
4.3 Data bacaan oksigen terlarut (mg l^{-1}) yang diperolehi mengikut stesen dan hari pensampelan.	37
4.4 Data bacaan <i>E. coli</i> (cfu 100ml^{-1}) yang diperolehi mengikut stesen dan hari pensampelan	38



4.5	Data bacaan purata bilangan total coliform (cfu 100ml ⁻¹) yang diperolehi mengikut stesen dan hari pensampelan	40
5.1	Status kualiti air dengan perbandingan nilai min kajian sampel air laut Dengan nilai Piawaian Kelas IIB JAS 1987	45

SENARAH RAJAH

	Muka Surat
No. Rajah	Muka Surat
4.1 Purata nilai bacaan suhu ($^{\circ}\text{C}$)	34
4.2 Purata nilai min bagi bacaan pH yang diperolehi	35
4.3 Nilai bacaan oksigen terlarut (mg l^{-1}) yang diperolehi mengikut stesen dan hari pensampelan	37
4.4 Nilai purata bacaan <i>E. coli</i> (cfu 100ml^{-1}) yang diperolehi mengikut stesen dan hari pensampelan	39
4.5 Nilai purata bilangan total coliform (cfu 100ml^{-1}) yang diperolehi mengikut stesen dan hari pensampelan	39



SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
3.1 Peta Lokasi Kawasan Kajian	21
3.2 Stesen S1 (air laut)	22
3.3 Stesen L1 (air longkang)	22
3.4 Stesen S2 (air laut)	23
3.5 Stesen L2 (air longkang)	23
3.6 Stesen S3 (air laut)	24
3.7 Stesen L3 (air longkang)	24
3.8 Stesen S4 (air laut)	25
3.9 Stesen L4 (air longkang)	25

SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

WHO	<i>World Health Organization</i>
JAS	Jabatan Alam Sekitar
APHA	<i>American Public Health Association</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EU	<i>European Union</i>
EEC	Environment Enactment Conservation
CCME	Canadian Council Of Ministers Of The Environment
EPEC	enteropathogenic
ETEC	enterotoxigenic
MLS	Membran Lauril Sulfat
mL	mililiter
µm	mikrometer
mgL ⁻¹	miligram per liter
m	meter
°C	darjah celcius
%	peratus
ppt	bahagian per seribu
cfu 100 mL ⁻¹	<i>colony forming unit per 100 mililiter</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
TC	<i>total coliform</i>



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Air merupakan salah satu dari keperluan asas bagi kehidupan manusia. Adalah di anggarkan lebih kurang 70 peratus daripada permukaan bumi ini diliputi oleh air. Sumber air yang utama di Malaysia adalah dari sungai, tasik dan air bawah tanah. Sumber air dari bawah tanah hanya memenuhi enam peratus daripada keperluan air negara manakala sumber air dari sungai pula adalah sumber bekalan air yang terbesar di negara ini. Perkara ini berlaku kerana terdapatnya kawasan bukit dan tanah tinggi yang menjadi kawasan tadahan air semulajadi yang kemudiannya telah membentuk aliran sungai ke kawasan lembah yang lebih rendah.

Namun begitu, keseluruhan air yang terdapat di muka bumi hanyalah tiga peratus sahaja air tawar manakala selebihnya air masin (Hamidi, 1999). Selain itu juga, sebatang sungai misalnya boleh berfungsi sebagai satu sumber air dan minuman manakala lautan yang luas pula menjadi tempat pertemuan di antara darat, air dan udara.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK

Selain itu juga, sebatang sungai misalnya boleh berfungsi sebagai satu sumber air dan minuman manakala lautan yang luas pula menjadi tempat pertemuan di antara darat, air dan udara (Carter, 1988) telah dijadikan sebagai keperluan manusia dan sebagai habitat semula jadi organisma hidup yang lain. Cuclaine (1966) telah menyenaraikan 6 aktiviti utama manusia di kawasan pinggir pantai dan laut, antaranya termasuklah perumahan, rekreasi, industri, komersial, pembuangan sampah sarap, pertanian, akuakultur, perikanan, kawasan simpanan semula jadi dan ketenteraan.

Banyak negara di seluruh dunia meningkatkan hasil pendapatan negara masing-masing dengan meningkatkan usaha melalui aktiviti ekonomi yang dijalankan dalam bidang pertanian, industri dan perlombongan. Peningkatan aktiviti ini telah turut menyebabkan peningkatan masalah pencemaran yang ketara di persekitaran marin. Persekitaran marin adalah termasuk lautan, teluk, paya dan kuala atau muara yang mempunyai ciri-ciri unik dan berbeza dengan persekitaran daratan serta menyokong pelbagai bentuk kehidupan (Arvind Kumar, 2003).

Pencemaran akuatik telah menjadi ancaman yang serius kepada sumber hidupan dan bahan-bahan pencemar seperti kumbahan, logam berat, minyak dan pestisid masuk kedalam ekosistem dan mencemari laut dan pantai sehingga menghilangkan pelbagai fungsinya (Arvind Kumar, 2003). Salah satu daripada fungsi dan kepentingan air laut atau air marin kepada manusia ialah sebagai kawasan rekreasi atau pelancongan untuk aktiviti beriadah dan mandi-manda (Viessman dan Hammer, 2003)

1.3 KEPENTINGAN KAJIAN

Kawasan rekreasi Pantai Tanjung Aru merupakan salah satu tempat yang terkenal dengan aktiviti-aktiviti yang menarik, seperti bermandi-manda dan juga tempat tumpuan pelancong untuk menikmati keindahan pantai. Kajian penentuan koliform yang dilakukan adalah amat perlu dalam menganalisis kualiti air kerana kehadiran *total koliform* dan *E.coli* dalam air akan menunjukkan samada tahap kualiti air berada dalam keadaan yang selamat atau sebaliknya. Selain itu, terdapat juga pelbagai jenis aktiviti ekonomi dan pembangunan yang kian dijalankan di sekitar Tanjung Aru dan ini dikhuatiri boleh mengakibatkan tahap kualiti air di sekitar Tanjung Aru akan terjejas dari semasa ke semasa.

Di samping itu, parameter biologikal merupakan parameter yang biasanya diukur untuk kesihatan manusia. Ini adalah penting kepada orang ramai yang sering menjadikan pantai Tanjung Aru sebagai tempat beriadah sekaligus mengelakan penyakit-penyakit tertentu yang disebabkan oleh sentuhan dengan jasad air. Namun begitu, kajian ini sekaligus dapat mengenali punca-punca tetap pencemaran berkenaan dan dapat membantu kerajaan negeri Sabah merancang perkembangan infrastruktur dengan lebih baik di kawasan tersebut pada masa hadapan.



1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif-objektif utama kajian ini dilakukan adalah untuk :

- i. Menentukan kehadiran bakteria *faecal coliform* (*E. coli*) dan *total coliform* di dalam kualiti air marin di pantai rekreasi Tanjung Aru.
- ii. Mengenal pasti punca-punca utama pencemaran air marin yang berkaitan dengan *faecal coliform* (*E. coli*) dan *total coliform* di kawasan persisiran pantai rekreasi Tanjung Aru.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 PENGENALAN

Kajian terhadap kehadiran dan penyebaran mikroorganisma penyebab penyakit kepada manusia dan haiwan di dalam air adalah penting di dalam pengurusan persekitaran. Hal ini adalah kerana salah satu daripada sifat penting bagi kualiti air yang baik adalah tidak ada kandungan mikroorganisma yang boleh menyebabkan penyakit-penyakit patogenik, virus, protozoa dan cacing parasit (Ahmad Badri, 1987).

Kebanyakan spesies yang ada dalam air dan air sisa adalah tidak membahayakan manusia. Walau bagaimanapun, sebilangannya boleh dihubungkaitkan dengan berbagai bagai penyakit dan kehadirannya dalam air merupakan satu masalah kesihatan. Contohnya mikroorganisma bawaan air bertanggungjawab dalam penyebaran penyakit seperti taun, demam kepialu, hepatitis A dan sebagainya. Ini terbukti dalam laporan yang mengatakan bahawa penyakit yang dibawa oleh air telah membunuh 5 juta penduduk setiap tahun dan telah menyebabkan satu per enam daripada penduduk dunia telah jatuh



sakit (Hamidi, 1999). Bakteria penunjuk utama yang disarankan bagi tujuan ini ialah organisma-organisma daripada kumpulan koliform secara majmuk. Pada umumnya, ia terdapat dengan banyaknya di dalam najis manusia dan haiwan-haiwan berdarah panas yang lain (Rheinheimer, 1980), dengan itu membolehkan ia dikesan selepas berlaku pencairan yang agak tinggi. Pengesanan organisma-organisma koliform najis yang tahan haba, terutamanya *Escherichia coli* (*E. coli*) memberikan bukti yang jelas terhadap pencemaran najis (Shahabudin, 1996).

2.2 DEFINISI BAKTERIA

Secara amnya, mikroorganisma merupakan organisma yang sangat kecil dan sukar dilihat oleh mata kasar. Bakteria ialah satu kumpulan utama organisma hidup. Istilah "bakteria" telah digunakan dengan berbagai-bagai maksud untuk semua prokariot serta untuk sekumpulan utamanya yang digelarkan *eubakteria*, lagi satu kumpulan bakteria ialah *Arkea*.

Bakteria adalah organisma yang paling banyak terdapat di dunia, dan sentiasa boleh didapati di dalam tanah serta di dalam air, dan sebagai simbion bagi organisma yang lain. Kebanyakan patogen adalah bakteria yang amat kecil, biasanya hanya 0.5-5.0 μm pada ukuran yang paling panjang, walaupun bakteria gergasi seperti *Thiomargarita namibiensis* dan *Epulopiscium fishelsoni* boleh bertumbuh melebihi saiz 0.5 milimeter. Secara amnya, bakteria mempunyai dinding sel yang serupa dengan sel tumbuhan dan kulat, tetapi dinding sel bakteria biasanya diperbuat daripada peptidoglikan dan bukannya



daripada selulosa atau kitin, dan tidak berhomolog dengan dinding sel eukariot. Banyak bakteria bergerak dengan menggunakan flagelum yang mempunyai struktur yang berbeza dengan flagelum kumpulan lain (Hamidi, 1999).

Pembiakan bakteria adalah melalui pembelahan dedua iaitu secara pecahan binari yang bermaksud satu sel bakteria akan menjadi 2, 4, 8 dan seterusnya. Penduaan akan berlaku melalui kematangan nukluesnya yang akan berlaku dengan amat pantas sekali tetapi tidak melibatkan proses mitosis atau meiosis. Masa penjanaan spesies tertentu boleh terjadi dalam masa yang singkat iaitu 20 minit sekiranya amat sesuai (Ruslan, 1998). Sebahagian bakteria boleh membentuk spora resisten (yang menentang) yang boleh bersifat dominan buat beberapa ketika dalam keadaan persekitaran yang tidak sesuai dan menjadi aktif kembali apabila keadaan mengizinkan. Empat fasa dalam pembiakan bakteria adalah seperti dalam jadual 2.1 muka surat 8.



Jadual 2.1 Fasa-fasa dalam pembiakan bakteria.

Peringkat Fasa	Keterangan
Fasa Lambatan	<ul style="list-style-type: none"> - banyak aktiviti metabolismik (kimia dan biologi) berlaku kerana terdapat banyak makanan - merupakan fasa kematangan sel bakteria - bakteria yang telah matang akan bersedia untuk melakukan pecahan binari pada fasa berikutnya.
Fasa Eksponen	<ul style="list-style-type: none"> - bakteria yang telah matang dari fasa lambatan akan membiak dengan mendadak - pecahan binari berlaku dalam waktu yang cukup singkat
Fasa Statik	<ul style="list-style-type: none"> - jumlah makanan yang ada semakin berkurangan. - terdapat sedikit pembiakan tetapi sebahagiannya akan mati. - pembiakan dan kematian adalah hampir sama atau dengan kata lain, fasa statik berlaku.
Fasa Kematian	<ul style="list-style-type: none"> - merupakan fasa terakhir. - bakterian akan mati kerana kekurangan makanan, kecuali jika makanan tambahan dibekalkan.

Sumber : (Hamidi,1999)



2.3 BAKTERIA KOLIFORM

Koliform adalah suatu mikroorganisma bakteria yang mempunyai kumpulan yang sangat luas dan sering digunakan untuk pemeriksaan kualiti air. Koliform adalah berasal daripada kumpulan gamma yang mengandungi bakteria enterik, kumpulan yang besar dalam rod-rod Gram negatif dan merupakan mikroorganisma yang tidak mudah dikesan (Ahlieu, 2003). Ia mengandungi beberapa genus yang tergolong dalam famili *Enterobacteriaceae* seperti *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* dan *Klebsiella*. Walau bagaimanapun, dengan menggunakan taksonomi yang lebih moden, kumpulan koliform ini adalah heterogenus dan termasuk bakteria penapai laktosa bukan najis seperti spesies lain yang jarang dijumpai di dalam najis tetapi berkebolehan muncul di dalam air (Gleeson dan Gray, 1997)

Asas penggunaan bakteria koliform penunjuk pencemaran najis ialah kerana usus haiwan berdarah panas merupakan habitat biasa bagi kumpulan bakteria ini. Anggapan ini adalah betul bagi *E. coli* yang tergolong dalam kumpulan koliform yang digunakan untuk menilai tahap kualiti air di kawasan rekreatif dan air minuman (Hammer & Hammer, 1996). Koliform dikeluarkan dalam jumlah yang besar iaitu 2×10^9 per hari per kapita daripada najis manusia dan haiwan (Ahmad Badri, 1987). Koliform lain misalnya *Klebsiella pneumoniae* dan *Enterobacter aerogenes* boleh hidup di persekitaran tanpa haiwan seperti di dalam tanah, permukaan tumbuhan dan effluent industri.



RUJUKAN

Ahlieu, D. P., 2003. *Kajian Taburan E. coli dan Jumlah Koliform sepanjang Sungai Likas*. Sm. Sn. (kep.), Universiti Malaysia Sabah.

Ahmad Badri Mohammad, 1987. *Perspektif Persekutaran*. Penerbit Fajar Bakti Sdn. Bhd., Petaling Jaya.

American Public Health Association, American Water Work Association and Water Environment Federation, 1995. *Standard Method for the Examination of Water And Wastewater*. Ed. ke-19. American Public Health Association (APHA).

Arvind Kumar, 2003. *Aquatic Ecosystems*. APH Publishing Corporation New Delhi, India.

Bernama. 2004. Loji pembetungan Jelutong atasi masalah sampah, pencemaran. *Utusan Malaysia*, 12 Disember, ms. 15.

Botkin, D.B dan Keller, E.A., 2000. *Environment Science : Earth as a living Planet*. Ed. ke-3. John Wiley & Sons, New York.

Canadian Council Of Ministers Of The Environment (CCME), 1997. Kanada.

Carter, R.W.G., 1998. *Coastal Environment – An Introduction to the physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines*. Academic Press, Great Britain.

Cuchlaine, A.M. King, 1996. *Beaches ans Coasts*. Fletcher & Son LTN Norwich, Great Britain.



- Gleeson, C. Dan Gray, N., 1997. *The Coliform Index and Waterbone Disease : Problems of Microbial Drinking Water Assessment.* E & Fn. Spon, London.
- Hamidi Abdul Aziz, 1999. *Kejuruteraan Air Sisa : Kualiti Air dan Air Sisa.* Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.
- Hammer, M.J. dan Hammer, M.J. Jr., 1996. *Water and Waste water Technology.* 3rd Edition. Prentice Hall.
- Horan, N.J., 1990. *Biological Watewater Treatment Systems : Theory and Operation.* John Wiley & Sons Ltd., Great Britain.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS), 1987. *The DOE Interim Water Quality Standards for Malaysia.* Kuala Lumpur.
- Jabatan Alam Sekitar Sabah (JAS), 2002. Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar, Malaysia.
- Kalainavani maniam, 2005. *Kajian Taburan Bilangan Total Coliform dan Faecal Cliform (E. coli) di Pantai Rekreasi Tanjung Aru.* Sm. Sn. (Kep.), Universiti Malaysia Sabah.
- Ketchum, P.A., 1998. *Microbiology Concepts and Applications.* John Wiley & Sons, New York.
- Lamb, J.C, 1983. *Water Quality and Its Control.* John Willey and Sons.
- Lee, B.H., 1991. *Enterobacteria As Faecal Pollution indicator of Seawater.* Fakulti Sains dan Sumber Semula Jadi, Jabatan Biologi Sabah, UKM, Bangi.



Mohamad Omar, 1987. *Mikroorganisma dan pencemaran air*. Dlm: Ahmad Badri Mohammad (pnyt.) *Perspektif Persekutaran*. Penerbit Fajar Bakti Sdn. Bhd., Petaling Jaya.

Nathanson, J. A., 2000. *Basic Environmental Technology Water Supply, Water Management and Pollution Control*. Prentice Hall, Nw Jersey.

Rheinheimer, G., 1980. *Aquatic Microbiology*. Ed. Ke-2. John Wiley & Sons, Ltd., German.

Ruslan Hassan, 1998. *Prinsip Pengawalan Kualiti Air*. Ed. Ke-4. Biroteks ITM, Selangor.

Shahabudin Mustapha, Hasimah Talib @ Alias dan Mohd Asri Mohd Noor, 1996. *Garis Panduan Kualiti Air Minum*. Jilid 1. Universiti Teknologi Malaysia Skudai, Johor.

Sussman, M., 1985. *The Virulence of E. coli-Reviews and Methods*. Academic Press, United State of America.

Tebbutt, T.H.Y., 1971. *Principles of Water Quality Control*. Pergamon Press Ltd., Oxford.

Unus Suriawiria (ptrj.), 1986. *Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. P.T Alimni, Bandung.

Viesmann, W. Jr dan Hammer, M.J., 1993. *Water Supply and Pollution Control*. Ed. Ke-5. Harper Collins College Publishers, United State of America.



- Mohamad Omar, 1987. *Mikroorganisma dan pencemaran air*. Dlm: Ahmad Badri Mohammad (pnyt.) *Perspektif Persekutuan*. Penerbit Fajar Bakti Sdn. Bhd., Petaling Jaya.
- Nathanson, J. A., 2000. *Basic Environmental Technology Water Supply, Water Management and Pollution Control*. Prentice Hall, Nw Jersey.
- Rheinheimer, G., 1980. *Aquatic Microbiology*. Ed. Ke-2. John Wiley & Sons, Ltd., German.
- Ruslan Hassan, 1998. *Prinsip Pengawalan Kualiti Air*. Ed. Ke-4. Biroteks ITM, Selangor.
- Shahabudin Mustapha, Hasimah Talib @ Alias dan Mohd Asri Mohd Noor, 1996. *Garis Panduan Kualiti Air Minum*. Jilid 1. Universiti Teknologi Malaysia Skudai, Johor.
- Sussman, M., 1985. *The Virulence of E. coli-Reviews and Methods*. Academic Press, United State of America.
- Tebbutt, T.H.Y., 1971. *Principles of Water Quality Control*. Pergamon Press Ltd., Oxford.
- Unus Suriawiria (ptrj.), 1986. *Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. P.T Alimni, Bandung.
- Viesmann, W. Jr dan Hammer, M.J., 1993. *Water Supply and Pollution Control*. Ed. Ke-5. Harper Collins College Publishers, United State of America.

Wan Mardhiah Mahmood. 2006. *Kajian Penentuan Kehadiran E. coli dan Total coliform di Pantai Rekreasi Tanjung Aru*. Sm. Sn. (Kep.), Universiti Malaysia Sabah.

WHO, 1985. *Guidelines for Drinking Water Quality*. Vol. 1. World Health Organization, Geneva.