

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KANDUNGAN TOTAL COLIFORM DAN FAECAL COLIFORM DI PERAIRANPANTAI TELUK LIKASIjazah: IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUNJIAN SAINS SEHTARANSESI PENGAJIAN: 2004-2007Saya RONI ANAK SIGAI

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/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

en

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: PEJABAT POS BATU NIAH,
"P.O. BOX 217",98200 NIAH, SARAWAKTarikh: 18 APRIL 2007

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)CIK FARAH ANIS FAZLIATUL BT ADNAN
Nama PenyeliaTarikh: 18 APRIL 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).



KANDUNGAN *TOTAL COLIFORM* DAN *FAECAL COLIFORM*
DI PERAIRAN PANTAI TELUK LIKAS

RONI ANAK SIGAI

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DISERTASI INI 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

PENGAKUAN

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

12 MAC 2007



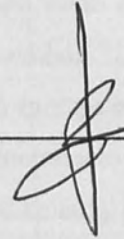
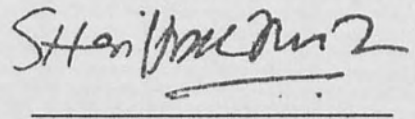
RONI ANAK SIGAI

HS2004-4470



DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA**(Cik Farrah Anis Fazliatul Bt Adnan)****2. PEMERIKSA 1****(Cik Kamsia Budin)****3. PEMERIKSA 2****(Dr. Piakong Mohd. Tuah)****4. DEKAN****(Prof. Madya Dr. Shariff ak Omang)**

PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan ucapan setinggi-tinggi penghargaan dan ribuan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam menjayakan projek ini terutama sekali penasihat latihan ilmiah saya iaitu Cik Farah Anis Fazliatul bt Adnan. Sepanjang tempoh menjalankan penyelidikan ini, beliau telah banyak membantu saya dari segi bimbingan dan tunjuk ajar serta buah fikiran dalam memperbaiki penulisan. Di samping itu, beliau juga sentiasa memberi galakan yang memberangsangkan dan sentiasa bersedia membantu pada bila-bila masa. Tidak lupa juga saya ucapkan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah lain dan pembantu-pembantu makmal yang telah banyak membantu samada dari segi fizikal atau membantu menaburkan ilmu dan buah fikiran mereka kepada saya. Di sini, saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang telah bersusah payah bekerjasama dengan saya samada semasa berbincang, mengambil sampel, atau mencari maklumat bersama. Terima kasih juga saya ucapkan kepada keluarga tersayang iaitu mak, apak, kakak-kakak dengan keluarga, Ina, Igat dan Umban yang sentiasa memberi sokongan dan mendoakan kejayaan saya tanpa jemu. Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada En. Carlos atas jasa beliau yang telah banyak membantu saya dalam menyiapkan tesis ini. Budi baik anda semua akan sentiasa dikenang dan semoga Tuhan sentiasa memberkati anda semua.



ABSTRAK

Kajian kandungan *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* di perairan pantai Teluk Likas telah dijalankan pada bulan Disember 2006 dan Januari 2005. Empat stesen pensampelan dipilih untuk kajian ini dan setiap stesen terdiri daripada 5 substesen yang berjarak 0 meter, 50 meter, 100 meter, 150 meter, dan 200 meter daripada *point source*. Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk menentukan dan membandingkan bilangan *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* di dalam air laut Teluk Likas semasa air pasang dan air surut dan untuk mengenalpasti *point source* utama yang menyumbang kepada kehadiran *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* ke dalam air laut Teluk Likas. Kaedah Penurasan Membran yang berdasarkan Standards Methods APHA telah digunakan untuk analisis makmal dengan masa pengerasan 24 jam pada suhu 37 °C bagi *Total Coliform* dan 44 °C bagi *Faecal Coliform*. Kajian mendapati terdapat perbezaan bagi bilangan *Faecal Coliform* semasa air pasang dan air surut dimana bilangan *Faecal Coliform* didapati lebih tinggi semasa air surut. Julat bilangan *Total Coliform* adalah 150-1970 CFU 100 ml⁻¹ dan julat bilangan *Faecal Coliform* adalah 20-280 CFU 100 ml⁻¹. Punca utama pencemaran di pantai ini adalah longkang-longkang yang menyalurkan air sisa dari kawasan perumahan, perindustrian, perbandaran yang berhampiran. Ujian statistik korelasi Spearman menunjukkan terdapat hubungan korelasi negatif pH dengan *Total Coliform* ($r_s = -0.482$, $p < 0.01$) dan *Faecal Coliform* ($r_s = -0.426$, $p < 0.01$) serta saliniti dengan *Total Coliform* ($r_s = -0.427$, $p < 0.01$) dan *Faecal Coliform* ($r_s = -0.381$, $p < 0.01$). Korelasi positif juga wujud di antara bilangan *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* ($r_s = 0.691$, $p < 0.01$). Kajian ini menunjukkan bahawa air laut di perairan pantai Teluk Likas adalah tidak tercemar dengan bilangan *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* iaitu menepati Piawaian Kebangsaan Interim Kualiti Air Malaysia 1987 dalam kelas IIB seperti yang telah ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar untuk kegunaan rekreasi.

TOTAL COLIFORM AND FAECAL COLIFORM CONTENT IN COASTAL WATERS OF TELUK LIKAS BEACH

ABSTRACT

This study was done at Likas Lagoon coastal area within the month of December 2006 and January 2007. Four sampling stations were chosen for this study and every sampling stations consist of 5 substations which were 0 metres, 50 metres, 100 metres, 150 metres, and 200 metres from the point source. This study was carried out to identify and compare the abundance of Total Coliform and Faecal Coliform in Likas Lagoon seawater during high and low tide water as well as to identify the main point sources that contributes to the abundance Total Coliform and Faecal Coliform in the seawater at Likas Lagoon. The Membrane Filtration Method which is based on Standards Methods APHA was used to conduct lab analysis with an incubation period of 24 hours at 37 °C for Total Coliform and 44 °C for Faecal Coliform. This study showed that the abundance of Faecal Coliform in the seawater during high and low tide were significantly different where the amount of Faecal Coliform were higher during low tide. The amount of Total Coliform ranges from 150-1970 CFU 100 ml⁻¹ and Faecal Coliform ranges from 20-280 CFU 100 ml⁻¹. The main pollution sources of Total Coliform and Faecal Coliform identified at this area were the drainage systems which discharge wastewater from the nearby residentials, industrial and urban areas. Spearman Correlation statistical analysis shows that there were negative relationships between pH with Total Coliform ($r_s = -0.482$, $p < 0.01$) and Faecal Coliform ($r_s = -0.426$, $p < 0.01$) as well as salinity with Total Coliform ($r_s = -0.427$, $p < 0.01$) and Faecal Coliform ($r_s = -0.381$, $p < 0.01$). The positive correlation also exist between Total Coliform and Faecal Coliform ($r_s = 0.691$, $p < 0.01$). Findings of this study, shows that the coastal waters of Likas beach is not polluted with Total Coliform and Faecal Coliform as it complies with the class IIB Interim National Water Quality Standards for Malaysia 1987 by DOE as stated for recreational purposes.

KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	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 Objektif kajian	3
1.3 Kepentingan kajian	4
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	5
2.1 Bakteria koliform	5
2.2 Bakteria penunjuk biologi	6
2.3 Punca pencemaran koliform	8
2.4 Kesan pencemaran koliform	11
2.5 Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan <i>Total Coliform</i> dan <i>Faecal Coliform</i>	12
2.6 Piawaian kualiti air untuk bakteria koliform	13



BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	16
3.1	Kawasan kajian	16
3.2	Stesen pensampelan	18
3.3	Pensampelan	23
3.4	Parameter yang diukur	24
3.5	Analisis fizikal dan kimia air laut	24
3.6	Analisis mikrobiologikal air laut	24
3.7	Analisis statistik	26
BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	27
4.1	Kualiti fizikal dan kimia air laut	27
4.1.1	pH	27
4.1.2	Suhu	29
4.1.3	Saliniti	31
4.2	Kualiti air laut dari segi mikrobiologikal	32
4.2.1	<i>Total Coliform</i>	33
4.2.2	<i>Faecal Coliform</i>	35
4.3	Hubungan parameter fizikal dan kimia dengan bilangan koliform	38
4.4	Hubungan jarak pensampelan dengan bilangan koliform	39
4.5	Perbandingan bilangan <i>Total Coliform</i> dan <i>Faecal Coliform</i> semasa air pasang dan surut	39
4.6	Perbandingan bilangan <i>Total Coliform</i> dan <i>Faecal Coliform</i> antara stesen pensampelan	41
4.7	Perbandingan bilangan <i>Total Coliform</i> dan <i>Faecal Coliform</i> antara jarak pensampelan	42
4.8	Faktor-faktor lain yang mempengaruhi bilangan bakteria dalam air laut	43

BAB 5	KESIMPULAN	44
	RUJUKAN	47
	LAMPIRAN	51

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1	Piawai Interim Kualiti Air Jabatan Alam Sekitar Malaysia 1987 bagi Kandungan <i>Total Coliform</i> dan <i>Faecal Coliform</i> .
3.1	Lokasi dan jarak pensampelan bagi setiap stesen
3.2	Formula pengiraan bilangan bakteria koliform APHA

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
3.1 Peta lokasi kawasan kajian	19
4.1 Nilai pH mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air pasang	28
4.2 Nilai pH mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air surut	29
4.3 Nilai suhu mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air pasang	30
4.4 Nilai suhu mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air surut	30
4.5 Nilai saliniti mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air pasang	31
4.6 Nilai saliniti mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air surut	32
4.7 Bilangan <i>Total Coliform</i> mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air pasang	34
4.8 Bilangan <i>Total Coliform</i> mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air surut	34
4.9 Bilangan <i>Faecal Coliform</i> mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air pasang	36
4.10 Bilangan <i>Faecal Coliform</i> mengikut stesen dan jarak persampelan pada waktu air surut	36

SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
3.1 <i>Point source</i> di stesen 1 (Muara Sg. Likas)	21
3.2 <i>Point source</i> di stesen 2 (Longkang daripada Kg. Likas ke laut	20
3.3 <i>Point source</i> di stesen 3 (Longkang yang terdapat di kunci air Jabatan Pengairan dan saliran)	20
3.4 <i>Point source</i> di stesen 4 (Longkang yang berdekatan dengan Tg. Lipat)	21

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

°C	Darjah Celsius
%	Peratus
j	Jam
m	meter
m ³	meterpadu
km ²	kilometer persegi
ml	mililiter
µm	mikrometer
CFU	<i>Colony Forming Unit</i>
MPN	<i>Most Probable Number</i>
Sg.	Sungai
Kg.	Kampung
Tg.	Tanjung



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Pinggir pantai merupakan kawasan yang paling penting untuk pelbagai aktiviti manusia seperti untuk tujuan rekreasi dan ekonomi (Noble *et al.*, 2004). Di Malaysia, kegiatan ekonomi yang paling utama di kawasan marin adalah eksploitasi sumber bahan mentah seperti petroleum dan hidrokarbon. Kekayaan perairan pantai di Malaysia dengan sumber makanan laut juga telah menyebabkan aktiviti perikanan merupakan sumber ekonomi yang kedua terpenting selepas petroleum dan hidrokarbon (Environmental Conservation Department Sabah, 2001).

Menurut Souvorov (1999), kira-kira 150 000 spesies ikan terdapat dalam lautan. Ini telah menyebabkan perikanan menjadi salah satu daripada punca perkembangan ekonomi yang utama bagi sumber semulajadi marin. Ikan dan produk ikan sentiasa merupakan yang terpenting dalam makanan seimbang bagi populasi kedua-dua negara pinggir pantai atau pedalaman. Sehingga hari ini, lautan masih menyumbang 15 % sumber protein dan 5 % sumber lemak haiwan dalam penggunaan makanan.



Selain daripada itu, faktor persekitaran, fizikal, flora, dan fauna yang menarik di kawasan pinggir pantai telah menyebabkan pantai menjadi penyumbang ekonomi sesebuah negara dari segi sektor perlancongan. Antara tarikan utama di kawasan marin adalah seperti kepelbagaian terumbu karang, kepelbagaian spesies ikan, rumpai laut dan paya bakau, kecantikan corak pantai, corak pembentukan batuan, dan air yang jernih serta keadaan yang damai dan harmoni (ECD Sabah, 2001).

Di Malaysia, pinggir pantai telah menjadi kawasan yang penting untuk aktiviti pembangunan dan sumber ekonomi sejak zaman dahulu lagi. Pada masa itu, kawasan pinggir pantai telah menjadi tumpuan utama penduduk kerana laut merupakan jalan utama yang menghubungkan suatu tempat ke suatu tempat yang lain. Menurut Souvorov (1999), lautan merangkumi kawasan seluas 362 juta km² ataupun 71 % daripada keseluruhan permukaan Bumi. Isipadu air laut pula ialah 1 362 200 000 m³ atau 97.% daripada sumber air semulajadi di Bumi.

Walaupun lautan merangkumi kawasan yang luas, namun kepelbagaian penggunaannya yang pesat telah menimbulkan masalah yang serius akibat daripada pelbagai aktiviti manusia yang tidak memikirkan kemusnahan persekitaran asli yang timbul (Abu Bakar & Abu Bakar, 2000). Kajian selama 7 tahun yang telah dilakukan ke atas perairan marin di Sabah mendapati jumlah *E. coli* meningkat di kebanyakan pantai rekreasi (ECD Sabah, 2001).

Pencemaran marin bukan sahaja menjejaskan spesies akuatik yang berhabitat di dalamnya malah juga boleh mengakibatkan kesan yang memudaratkan pada manusia. Organisma marin yang telah terkontaminasi mudah menyebarkan penyakit



kepada manusia yang memakannya. Apabila pantai telah tercemar oleh sisa pepejal, minyak, atau bahan lain, maka pantai tersebut juga akan hilang daya tarikan dan keselesaan. Dari segi ekonomi pula, para nelayan akan kehilangan sumber mencari rezeki kerana kepupusan spesies hidupan laut akibat daripada pencemaran yang melampau. Justeru itu, kerajaan juga terpaksa menanggung perbelanjaan yang banyak untuk membersihkan atau memulihkan kembali pantai yang telah tercemar (Botkin & Keller, 2003).

1.2 Objektif kajian

Objektif bagi kajian yang dijalankan di pinggir pantai Teluk Likas ini adalah seperti berikut:

- i. Menentukan dan membandingkan bilangan *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* di dalam air laut Teluk Likas semasa air pasang dan air surut
- ii. Mengenalpasti *point source* utama yang menyumbang kepada kehadiran *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* ke dalam air laut di Teluk Likas

1.3 Kepentingan kajian

Kajian ini dijalankan adalah untuk mencapai beberapa kepentingan seperti mengenalpasti punca utama yang menyumbang kepada pencemaran najis kepada air laut di pinggir pantai Teluk Likas. Selain itu, kajian ini juga adalah untuk mengetahui tahap sebenar pencemaran *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* yang berlaku di air laut Teluk Likas pada masa kini sama ada masih sesuai untuk aktiviti nelayan dan rekreasi ataupun sebaliknya. Akhir sekali, corak taburan *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* di kawasan ini juga dapat ditentukan melalui kajian ini.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Bakteria koliform

Kumpulan bakteria koliform biasanya ditakrifkan sebagai keseluruhan bakteria anaerobik fakultatif, gram negatif yang tidak mempunyai spora, dan berbentuk rod koloni berwarna merah berkilat selama 24 jam dan 35 °C dalam M-Endo yang mengandungi laktosa semasa menggunakan kaedah teknik penurasan membran (Clesceri *et al.*, 1998). Salah satu jenis bakteria *Faecal Coliform* adalah *Escherichia coli* atau *E. coli* yang menyebabkan penyakit dan kematian pada manusia (Botkin & Keller, 2003).

Kebanyakan bakteria enterik yang tidak menyebabkan penyakit adalah wujud secara semulajadi dalam salur usus manusia dan haiwan berdarah panas yang sihat. *E. coli* merupakan salah satu daripada bakteria *Faecal Coliform* yang berasal daripada saluran usus manusia dan haiwan berdarah panas yang lain (Youn *et al.*, 2002). Bakteria koliform seperti *E. coli* dan *Faecal Streptococci* adalah dua daripada kumpulan penting ini yang selalu dijumpai dalam air kumbahan. Kedua-duanya dikumuhkan dalam kuantiti yang banyak dalam najis dengan purata kira-kira 50 juta *E. coli* dan *Faecal Streptococci* dalam setiap gram najis. Seorang manusia mungkin

mengeluarkan sebanyak 100 hingga 400 bilion sehari (Richard, 1995). *Faecal Coliform* biasanya adalah tidak berbahaya iaitu merupakan juzuk yang normal dalam usus manusia dan haiwan. Oleh itu, secara tidak langsung ia juga hadir di dalam najis manusia dan haiwan (Botkin & Keller, 2003).

Kajian selama beberapa tahun kebelakangan ini di negara kita telah mendapati kebanyakan pantai rekreasi Malaysia mengalami penurunan dari segi pencemaran minyak dan zarah terampai tetapi mengalami peningkatan dari segi pencemaran *E. coli* (ECD Sabah, 2001). Oleh itu, untuk mengekalkan keselamatan air untuk tujuan rekreasi dan ekonomi, maka kita perlu mempunyai pengetahuan yang mendalam tentang pencemaran najis dalam persekitaran akuatik (Farnleitner *et al.*, 2001). Ujian mikrobiologi yang biasa digunakan untuk menilai kualiti kebersihan air rekreasi adalah *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* (Clesceri *et al.*, 1998).

2.2 Bakteria penunjuk biologi

Total Coliform dan *Faecal Coliform* telah digunakan sejak dahulu lagi sebagai penunjuk biologi kepada pencemaran najis. Seluruh dunia telah menggunakan *Total Coliform* dan *Faecal Coliform* terutamanya *E. coli* sebagai organisma indikator bagi kontaminasi najis dalam air minuman dan rekreasi. Ini adalah kerana penemuan *E. coli* dalam air selalunya berkait rapat dengan kontaminasi patogen enterik dalam air (Horman & Hanninen, 2006). Ini menunjukkan organisma patogenik yang menyebabkan penyakit juga turut hadir di dalam najis tersebut (Botkin & Keller, 2003).

Dalam air kumbahan pula, kehadiran *Faecal Coliform* seolah-olah bertindak sebagai amaran awal yang menunjukkan kontaminasi atau kebocoran pada sistem kumbahan (Apte *et al.*, 1995). *Faecal Coliform* yang merupakan kumpulan kecil kepada bakteria koliform telah digunakan untuk membuat penilaian terhadap air sisa dan air permukaan dan telah mendapati ianya adalah lebih peka terhadap najis haiwan berdarah panas (Pipes, 1982).

Total Coliform dan *E. coli* merupakan organisma penunjuk biologi yang paling biasa digunakan. Youn *et al.* (2002), mendapati *E. coli* yang merupakan subset kepada *Faecal Coliform* adalah indikator yang paling bagus untuk menilai pencemaran najis. Di dalam air tawar, penentuan kontaminasi *E. coli* juga merupakan kaedah yang paling bagus untuk menganggarkan tahap pencemaran najis (Farnleitner *et al.*, 2001).

Pipes (1982), telah mencadangkan beberapa ciri penting yang mesti dimiliki oleh penunjuk bakteria yang digunakan untuk menilai risiko penyakit dan kualiti air. Antaranya adalah seperti berikut:

- i. Penunjuk bakteria hendaklah sentiasa hadir apabila sumber mikro-organisma yang patogenik juga hadir dan tidak hadir dalam air bersih yang tidak tercemar.
- ii. Penunjuk bakteria hendaklah sentiasa hadir dalam kuantiti yang lebih banyak daripada bakteria yang patogenik.

- iii. Penunjuk bakteria hendaklah sentiasa peka terhadap keadaan persekitaran semulajadi bagi air dan proses rawatan air sisa yang sifatnya sama dengan patogen yang ingin dikehendaki.
- iv. Penunjuk bakteria tersebut juga hendaklah mudah untuk dikesan, diasingkan, dan dikira.

Selain daripada *Total Coliform* dan *E. coli* terdapat juga organisma lain yang didapati berpotensi untuk menilai kebersihan kualiti air minuman dan air untuk mandi seperti *Faecal enterococci*, *sulphite-reducing clostridia*, *Clostridium perfringens*, *bifidobacteria* dan *bacteriophages* (Horman & Hanninen, 2006). *Enterococci* telah dilaporkan sebagai indikator yang baik bagi pencemaran najis dan kesan terhadap risiko kesihatan kerana ia mempunyai kaitan dengan *gastroenteritis* akibat berenang di dalam air yang tercemar (Orozco-Borbon *et al.*, 2006).

2.3 Punca pencemaran koliform

Kontaminasi najis yang biasanya mencemarkan kawasan pinggir pantai berpunca daripada sumber tetap (*point source*) dan sumber tidak tetap (*non-point source*). Salah satu daripada *point source* ialah air sisa kumbahan. Menurut Orozco-Borbon *et al.* (2006), pencemaran organik di kebanyakan sekitar pinggir pantai yang terkenal di seluruh dunia adalah berpunca daripada air sisa kumbahan. Youn *et al.* (2002) pula, berpendapat bahawa punca kontaminasi *E. coli* pada air permukaan adalah daripada sisa kumbahan, kawasan pertanian, dan daripada najis binatang dan manusia.

Menurut Benedict & Neumann (2004), terdapat pelbagai punca yang menyumbangkan kontaminasi najis kepada kawasan laut. Antaranya adalah seperti pembangunan di kawasan tebing pantai, sisa-sisa terkumpul dan loji rawatan air, tangki septik, operasi penternakan binatang, hakisan bandar, sisa buangan daripada manusia, bot-bot, dan orang yang mandi kesemuanya berpotensi sebagai penyumbang kontaminasi kepada air laut.

Aktiviti perbandaran dan pertumbuhan industri yang pesat juga merupakan faktor utama yang menyumbang kepada kontaminasi najis. Contohnya, pembangunan bandar dan industri di bandar Tijuana dan Ensenada telah menyebabkan pencemaran organik dan bakteria di barat laut pantai Baja California. Punca utama yang mencemarkan kawasan ini adalah sisa domestik yang tidak dirawat dengan baik dan sisa-sisa daripada kawasan perindustrian (Orozco-Borbon *et al.*, 2006).

Selain daripada itu, keadaan semulajadi persekitaran seperti hujan dan pergerakan ombak juga mempengaruhi kadar pencemaran najis di kawasan marin. Terdapat peningkatan yang ketara pada bilangan *Faecal Coliform* dalam kajian di Oak Creek selepas hujan berbanding sebelum hujan turun (Crabil *et al.*, 1999). Pada musim hujan, kepadatan *E. coli* lebih tinggi disebabkan oleh larian air permukaan (Youn *et al.*, 2002). Air larian tersebut akan membawa input sedimen, nutrien, sisa-sisa toksik, dan mikrob yang patogenik yang terdapat di permukaan tanah mengalir bersama ke dalam air laut. (Orozco-Borbon *et al.*, 2006).

Selain daripada itu, aktiviti perkapalan juga boleh mempengaruhi kualiti air (Pettibone *et al.*, 1996). Ini adalah kerana bakteria *Faecal Coliform* yang terdapat dalam sedimen pada dasar laut akan tersebar ke permukaan air disebabkan oleh pergerakan bot di atas permukaan air laut (Youn *et al.*, 2002).

Walau bagaimanapun, burung laut, mamalia marin, anjing laut, dan kuda laut juga menyumbang kepada pencemaran bakteria di kawasan marin (Orozco-Borbon *et al.*, 2006). Menurut Youn *et al.* (2002), kawasan yang berpotensi menjadi punca pencemaran najis sekitar Tasik Texoma adalah tangki septik, kawasan penternakan ayam, dan kawasan perlindungan haiwan liar.

Crabil *et al.* (1999) berpendapat bahawa punca pencemaran najis di Oak Creek termasuk kawasan ragutan lembu, populasi haiwan semulajadi terutamanya rusa, tangki septik, kegagalan sistem rawatan kumbahan, dan pengguna yang berekreasi di sana. Beberapa industri yang terlibat dengan produk haiwan juga berpotensi menjadi punca utama kontaminasi bakteria ke dalam air. Ini termasuklah industri pembungkusan daging dan juga kilang menyamak di mana mereka cenderung untuk menyalurkan sisa-sisa buangan melalui parit (Richard, 1995).

RUJUKAN

- Abu Bakar Abd. Majeed dan Abu Bakar Yang (pnyt.), 2000. *Pengurusan Bijak Alam Sekitar*. IKIM, Kuala Lumpur.
- Apte, S.C., Davies, C.M., dan Peterson, S.M., 1995. Rapid detection of faecal coliforms in sewage using a colorimetric assay of β -galactosidase. *Water Research* **29**, 1803-1806.
- Arvanitidou, M., Kanellou, K., Katsouyannopoulus, V., dan Tsakris, A., 2002. Occurrence and densities of fungi from nothern Greek coastal bathing waters and their relation with faecal pollution indicators. *Water Research* **36**, 5127-5131.
- Benedict, R.T. dan Neumann, C.M., 2004. Assessing Oregon's twenty-six coastal beach areas for recreational water quality standards. *Marine Pollution Bulletin* **49**, 624-629.
- Botkin, D.B. dan Keller, E.A., 2003. *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. Ed. Ke-4. John Wiley & Sons, New York.
- Caruso, G., Crisafi, E., dan Mancuso, M., 2002. Development of an ezyme assay for rapid assessment of *Escherichia coli* in seawaters. *Journal of Applied Microbiology* **93**, 548.

- Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., dan Eaton, A.D., 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ed. Ke-20. American Public Health Association, Washington, DC.
- Crabil, C., Donald, R., Snelling, J., Froust, R., dan Southam, G., 1999. The impact of sediment faecal coliform Reservoirs on seasonal water quality in Oak Creek, Arizona. *Water Research* **33**, 2163-2171.
- Crowther, J., Kay, D., dan Wyen, M.D., 2002. Faecal-indicator concentrations in water during lowland pastoral catchments in the UK: relationships with land use and farming practices. *Water Research* **36**, 1725-1734.
- Environmental Conservation Department Sabah (ECD Sabah), 2001. Environmental Management in Sabah: Issues and challenges. *Proceedings of the sixth Sabah Inter-Agency Tropical Ecosystem (SITE) Research Seminar*, 13-14 september 2001, Kota Kinabalu Sabah, Malaysia.
- Farnleitner, A.H., Hocke, L., Beiwl, C., Karka, G.C., Zechmeister, T., Kirschner, A.K.T, dan Mach, R.L., 2001. Rapid enzymatic detection of *Escherichia coli* contamination in polluted river water. *Letters in Applied Microbiology* **33**, 246.
- Horman, A., dan Hanninen, M.L., 2006. Evaluation of the lactose Tergitol-7, m-Endo LES, Colilert 18, Readyult Coliforms 100, Water-Check-100, 3M Petrifilm EC and Drycult Coliform test methods for detection of total coliforms and *Escherichia coli* in water samples. *Water Research* **40**, 3249-3256.



Hrenovic, J., Vilicic, D., dan Stilinovic, B., 2003. Influence of nutrients and salinity on heterotrophic and coliform bacteria in the shallow, karstic Zrmanja Estuary (Eastern Adriatic Sea). *Ekoloji* **12**, 29-37.

Ingraham, J., 1987. *E. coli and Salmonella Typhimurium Cellular and Molecular Biology*. Department of Bacteriology, California.

Jabatan Alam Sekitar (JAS), 1987. *The DOE Intrrim Water Quality Standards for Malaysia*. Kuala Lumpur.

Mittlelman, M.W., Habash, M., Lacroix, J.M., Khoury, A.E., and Krajden, M., 1997. Rapid detection of *Enterobacteriaceae* in urine by fluorescent 16S rRNA in situ hybridization on membrane filters. *Journal of Microbiological Methods* **30**, 153-160.

Noble, R.T., Leecaster, M.K., McGee, C.D., Weisberg, S.B., dan Ritter, K., 2004. Comparison of bacterial indicator analysis methods in stormwater-affected coastal waters. *Water Research* **38**, 1183-1188.

Orozco-Borbon, M.V., Rico-Mora, R., Weisberg, S.B., Noble, R.T., Dorsey, J.H., Leecaster, M.K., dan McGee, C.D., 2006. Bacteriological water quality along the Tijuana-Ensenada, Baja California, Mexico shoreline. *Marine Pollution Bulletin* **52**, 1190-1196.

Pipes, W.O., 1982. *Bacterial Indicator of Pollution*. CRC Press, Inc., US.



- Pettibone, G.W., Irvine, K.M., dan Monahan, K. M., 1996. Impact of a ship passage on bacteria levels and suspended sediment characteristics in the Buffalo river, New York. *Water Research* **30**, 2517-2521.
- Richard, J.S., 1995. *Introduction to Water Pollution Biology*. Gulf Publishing Company, Texas.
- Rump, H.H. dan Krist, H., 1992. *Laboratory Manual for the Examination of Water, Wastewater, and Soil*. Ed. Ke-2. VCH, New York.
- Souvorov, A.V., 1999. *Marine Ecologonomics: The Ecology and Economics of Marine Natural Resources Management*. Elsevier, Amsterdam.
- Wyer, M.D., Fleisher, J.M., Gough, J., Kay, D., dan Merrett, H., 1995. An investigation into parametric relationships between enterovirus and faecal indicator organisms in the coastal waters of England and Wales. *Water Research* **29**, 1863-1868.
- Youn Joo An, Kampbell, D.H., dan Breidenbach, G.P., 2002. *Escherichia coli* and total coliform in water and sediments at Lake Marinas. *Environmental Pollution* **120**, 771-778.
- Yucel, N., dan Ulusoy, H., 2006. A turkey of hygiene indicator bacteria and *Yersinia enterocolitica* in raw milk and cheese samples. *Food Control* **17**, 383-388.

