

**CORAK KEPEKATAN FOSFAT DI SUNGAI
TELIPOK**

HANISAH HASHIR

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK SYARAT
MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA SAINS**

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



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS DISERTASI

JUDUL: CORAK KEPEKATAN FOSFAT DI SUNGAI TELIPOK

IJAZAH: SARJANA SAINS (PENGURUSAN SEKITARAN)

SAYA HANISAH HASHIR SESI PENGAJIAN: 2009-2010
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan disertasi (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat kegunaan seperti berikut:

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

☐

SULIT

☐

TERHAD

☒

TIDAK TERHAD

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan MALAYSIA seperti yang (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat tetap: C-10 Felde Jerangau

Tarikh: 21820, Ajil, Terengganu.
20 Ogos 2010



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Dr. Justin Sentian

Nama Penyelia
Tarikh:

CATATAN: *Potong yang tidak berkenaan

**Jika disertasi ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh disertasi ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
@ Disertasi dimaksudkan sebagai disertasi bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

2 Jun 2010


HANISAH HASHIR
PS2007-8265

PENGESAHAN

NAMA : HANISAH HASHIR
NO. MATRIK : PS2007-8265
TAJUK : CORAK KEPEKATAN FOSFAT DI SUNGAI TELIPOK
IJAZAH : SARJANA SAINS
(PENGURUSAN SEKITARAN)
TARIKH VIVA : 16 JULAI 2010

DISAHKAN OLEH

1. PENYELIA

Dr. Justin Sentian



PENGHARGAAN

Bersyukur saya ke hadrat Illahi kerana dengan limpah dan kurnianya dapat saya siapkan Disertasi ini bagi menyempurnakan proses pengajian saya. Terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya Dr. Justin Sentian yang banyak membantu dan bersabar dalam menyelia kajian saya sehingga dapat disiapkan. Tidak lupa juga kepada pensyarah-pensyarah yang banyak memberi tunjuk ajar dan pengajaran semasa kuliah, banyak yang saya gunakan pengetahuan-pengetahuan tersebut dalam latihan ilmiah ini.

Di sini juga saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang menguatkan semangat saya, rakan serumah yang banyak memahami dan tidak lupa kepada yang istimewa kerana begitu memahami dan sanggup menemani saya ke semua tempat yang perlu saya pergi bagi melengkapkan data analisis disertasi ini.

Tidak lupa juga ibu bapa dan adik-adik saya yang banyak membantu dari segi kewangan dan masa. Sokongan yang diberikan oleh keluarga tersayang amat saya hargai kerana dengan dorongan mereka lah saya berjaya menyiapkan latihan ilmiah ini tepat pada masanya.

Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

CORAK KEPEKATAN FOSFAT DI SUNGAI TELIPOK

Data kepekatan fosfat dan tren perubahan guna tanah di Sungai Telipok telah dikumpul dari tahun 2000 hingga 2009. Pengumpulan data ini adalah bertujuan melihat corak taburan kepekatan fosfat antara tahun 2000 hingga tahun 2009. Objektif kajian ini juga ialah mengenalpasti kesan pencemaran fosfat daripada perubahan guna tanah di kawasan tadahan Sungai Telipok ke atas kualiti air Sungai Telipok. Kajian ini juga bertujuan untuk mengkaji perkaitan antara perubahan guna tanah dengan kepekatan fosfat di Sungai Telipok. Kepekatan fosfat dalam air ditentukan dengan menggunakan peralatan Hach Kit DR 2000. Kaedah Piawai atau dikenali sebagai Kaedah Stannous klorida dan Kaedah Asid askorbik juga digunakan. Hasil kajian menunjukkan tren perubahan kepekatan fosfat mengikut tahun di kawasan tadahan sungai berubah secara tidak sekata. Perubahan guna tanah juga tidaklah memberi kesan yang besar kepada kualiti air Sungai Telipok. Oleh itu, tiada hubungan yang jelas antara perubahan guna tanah dengan kepekatan fosfat di Sungai Telipok.

ABSTRACT

Phosphate concentration data and trends of land use change on the River Telipok were collected from 2000 to 2009. This data collection is to look at the distribution pattern of phosphate concentration from 2000 to 2009. The objective of this study is to identify the effects of phosphate pollution from land use change in river catchment areas for water quality Telipok Telipok River. This study aimed to investigate the relationship between land use change and the concentration of phosphate in the River Telipok. The concentration of phosphate in water is determined using Hach equipment kit DR 2000. Standard method known as the Method Stannous chloride and ascorbic acid method was also used. The results showed the trend of changes in the concentration of phosphate in river catchment areas are not uniform change. Land use change is not a major impact on the quality of river water Telipok. Therefore, no clear relationship between land use changes and the concentration of phosphate in the River Telipok.



SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL	xi
BAB 1: PENDAHULUAN	1
1.1 Pencemaran Sungai	1
1.2 Aktiviti Guna Tanah	4
1.3 Latar Belakang Kawasan Kajian	5
1.4 Pernyataan Masalah	7
1.5 Objektif Kajian	8
1.6 Skop Kajian	8
BAB 2 : ULASAN PERPUSTAKAAN	9
2.1 Sungai	9
2.2 Pencemaran Sungai Oleh Nutrien	10
2.3 Guna Tanah	10
2.3.1 Pengurangan Hutan Di Sabah	11
2.3.2 Guna Tanah Dan Kualiti Air Sungai	14
2.3.3 Guna Tanah Dan Litupan Tanah	16
2.4 Fosforus	17
2.4.1 Fosfat Di Persekitaran	18
2.4.2 Kitar Fosforus	19
2.4.3 Punca Fosfat	21
2.4.4 Fosforus Di Dalam Sungai	23
2.4.5 Kesan Fosfat Terhadap Alam Sekitar	27

2.5	Pihak Berwajib	28
2.6	Penggunaan Sistem Maklumat Geografi (GIS) Dalam Bidang Guna Tanah	29
BAB 3 : METODOLOGI		30
3.1	Pengumpulan Data	30
3.2	Persampelan	30
3.3	Analisis Sampel	32
3.4	Pemprosesan Data	32
BAB 4 : KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN		34
4.1	Analisis Tren Kepekatan Fosfat	34
4.2	Corak Perubahan Guna Tanah dan Kepekatan Fosfat	40
BAB 5 : KESIMPULAN DAN CADANGAN		46
5.1	Perkaitan Guna Tanah Dengan Kualiti Air Sungai Telipok	46
5.2	Cadangan Pengurusan Sungai dan Guna Tanah	47
RUJUKAN		48
LAMPIRAN A		55

SENARAI JADUAL

		Halaman
Jadual 2.1	Sumber utama fosfat dalam bentuk organik dan bukan organik yang berpunca daripada industri pertanian	22
Jadual 2.2	Sasaran kepekatan fosforus yang hadir mengikut beberapa jenis keadaan sungai di England dan Wales	25
Jadual 4.1	Perubahan guna tanah tanah dan kepekatan fosfat di Sungai Telipok pada 2000-2009	44

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 1.1 Punca pencemaran di Malaysia	3
Rajah 1.2 Peta kawasan kajian	6
Rajah 1.3 Beberapa penduduk mencari rezeki di Sungai Telipok	7
Rajah 2.1 Hutan simpan dan tanaman utama di Sabah	13
Rajah 2.2 Kitar fosforus	20
Rajah 3.1 Ringkasan carta alir bahan dan kaedah	30
Rajah 4.1 Jenis-jenis guna tanah di kawasan kajian pada 2007	34
Rajah 4.2 Graf kepekatan fosfat mengikut tahun (2000-2009)	35
Rajah 4.3 Kawasan tadahan Sungai Telipok	41
Rajah 4.4 Guna tanah dalam kawasan tadahan Sungai Telipok pada tahun 2000	42
Rajah 4.5 Guna tanah dalam kawasan tadahan Sungai Telipok pada tahun 2003	43
Rajah 4.6 Graf hubungan luas guna tanah dengan kepekatan fosfat bagi setiap tahun	45

SENARAI SIMBOL

°C	Darjah Celcius
Ca²⁺	Ion kalsium
GIS	Sistem informasi geografi
Ha	Hektar
Kg.	Kampung
Km	Kilometer
Km²	Kilometer persegi
m³/s	Meter padu per saat
Mg²⁺	Ion magnesium
mgL⁻¹	Miligram per liter
ml	Mililiter
nm	Nanometer
P	Fosforus
P₂O₅	Ion fosforus pentoksida
PO₄³⁻	Ion fosfat

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pencemaran Sungai

Sungai merupakan salah satu elemen alam sekitar yang utama dan penting kepada manusia. Sejak berabad yang lalu, manusia mempunyai hubungan yang rapat dengan sungai kerana sungai berfungsi sebagai alat pengangkutan dan perhubungan, sumber bekalan air untuk domestik dan pertanian selain membekalkan sumber protein kepada manusia. Penggunaan air oleh manusia mengakibatkan kualiti air telah menurun oleh kerana ia membawa bersamanya pelbagai bahan pencemar (Miroslav *et al.*, 2007).

Aktiviti perindustrian, perlombongan, pembalakan, pembukaan tanah hutan dan perumahan yang sedang giat dilakukan memberi kesan tertentu kepada alam sekitar. Salah satu kesan yang utama daripada aktiviti pembangunan yang pesat ialah penurunan ke atas kualiti airnya (Murtedza Mohamed *et al.*, 1984).

Interim piawaian indeks kualiti air Malaysia yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia terdiri daripada empat kelas. Kelas satu adalah air yang peruntukannya untuk diminum dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas dua adalah air yang peruntukannya untuk prasarana rekreasi air, penternakan, pertanian dan peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas tiga pula sama peruntukannya dengan kualiti air kelas dua kecuali untuk prasarana rekreasi air. Manakala kelas empat adalah kualiti air untuk pertanian dan kegunaan yang memerlukan kualiti air yang sama dengan kegunaan tersebut (Miroslav *et al.*, 2007).

Pencemaran sungai (atau secara khususnya air) berpunca daripada dua penyebab yang utama iaitu punca tertunjuk dan punca tak tertunjuk (Mainstone & Parr, 2002). Punca tertunjuk merujuk kepada sumber yang boleh ditentukan puncanya dan dikenalpasti lokasinya dengan mengesan dari mana asal datangnya bahan pencemar tersebut. Sebagai contoh, efluen yang datang dari kilang, ataupun sisa haiwan yang berasal dari kandang ternakan.



Manakala punca tak tertunjuk merupakan faktor-faktor pencemaran yang tidak jelas dan tidak boleh ditentukan puncanya secara tepat seperti pencemaran dari kawasan bandar, kawasan pertanian dan kawasan pembalakan.

Di Malaysia, terdapat dua punca utama pencemaran sungai iaitu aktiviti pembangunan tanah dan sumber asli, serta aktiviti pembuangan sisa-sisa (buangan harian isi rumah) ke dalam air. Aktiviti pembangunan tanah dan sumber asli melibatkan pembukaan kawasan penempatan dan pertanian baru, pembalakan, pembinaan infrastruktur fizikal seperti jalan raya, pembangunan bandar dan pembinaan projek-projek fizikal seperti perumahan dan perindustrian. Segala aktiviti ini normalnya akan membawa kepada hakisan tanah yang sekaligus akan mencemar air sungai dari segi kandungan bahan terampainya, warna, kekeruhan, bahan organik dan masalah pemendapan sungai (Haliza Abdul Rahman, 2007).

Aktiviti pertanian merupakan antara punca utama pencemaran sungai, terutamanya jika ia dijalankan di kawasan tanah tinggi (Mainstone & Parr, 2002). Air hujan yang mengalir dari kawasan pertanian akan mengakibatkan hakisan dan meningkatkan kandungan zarah terampai di dalam air sungai.

Selain itu, aktiviti lain yang berkaitan pertanian juga turut menjadi pemangkin kepada situasi seperti yang tersebut di atas. Contohnya seperti bahan kimia yang terdapat dalam racun rumpai, racun serangga, racun herba serta baja kimia yang selalu digunakan secara khususnya, turut mencemar air sungai (Mainstone & Parr, 2002).

Dalam aktiviti pertanian, baja yang digunakan adalah dari jenis organik atau bukan organik (atau campuran keduanya). Hakikatnya, tanaman pula tidak akan menyerap keseluruhan baja tersebut. Baja yang disembur atau disiram kepada mana-mana tanaman itu mempunyai kemungkinan untuk terserap ke dalam air bawah tanah yang mana ia juga akan mencemari air permukaan, selain mencemari air sungai.

Bahan-bahan organik dan bukan organik ini juga berkemungkinan akan masuk terus ke dalam punca air apabila berlakunya lebihan penggunaannya yang terus dibuang oleh petani ke dalam sungai.



Rajah 1.1: Punca pencemaran di Malaysia (Sumber: Haliza, 2007).

Daripada rajah 1.1 di atas ini dapatlah dirumuskan bahawa terdapat tiga punca utama pencemaran sungai di Malaysia, iaitu Buangan Industri (terutama industri berasaskan pertanian, pembuatan dan perkilangan), Aktiviti Penternakan, dan juga Sisa Buangan Domestik. Kajian hidrologi yang telah dijalankan juga telah mengkategorikan tiga punca utama yang mencemarkan sungai di negara ini iaitu sampah sarap, pencemaran biologi (seperti najis binatang yang menyebabkan kemunculan bakteria seperti *E.coli*), dan pencemaran kimia yang terdiri daripada bahan kimia terlarut daripada pencemar fizikal, biologi dan kimia.

Di Sabah, kawasan pantai baratnya telah mula mengalami masalah pencemaran sungai ekoran daripada kegiatan pembangunan terutamanya yang membabitkan aktiviti guna tanah (Che Abd Rahim Mohamed, *et al.*, 2008). Antaranya adalah kegiatan kuari, pengambilan tanah pasir dari sungai, pertanian, selain sektor perindustrian dan juga aktiviti domestik.

Guna tanah mempunyai hubungan yang terus dengan air. Ia mempengaruhi kualiti air sama ada secara langsung atau tidak langsung bergantung kepada pergerakan bahan cemar ke dalam air permukaan dan air bawah tanah dengan tanah sebagai media perantara (Borner, 1994).

Sesebuah sungai itu dikira tercemar sekiranya berlaku lambakan nutrien seperti fosfat di dalam kandungan airnya. Penambahan fosfat dalam jasad air boleh mempercepatkan proses eutrofikasi. Semua sisa buangan manusia serta haiwan biasanya mengandungi karbon, fosforus dan nitrogen.

Walaupun begitu, sumber lambakan nutrien ini adalah kecil jika dibandingkan dengan bahan cuci sintetik dan baja dari aktiviti pertanian yang mempunyai kandungan fosfat yang tinggi. Manakala sumber fosfat dari dalam tanah pula akan dikitar di persekitaran melalui proses-proses semulajadi seperti luluhawa batuan dan perkumuhan haiwan (Miroslav *et al.*, 2007).

Kepekatan fosfat di dalam sungai adalah bergantung kepada beberapa faktor. Antaranya ialah sistem rangkaian saliran kumbahan atau sistem perparitan yang terdapat di suatu kawasan, proses pencairan volumetrik luahan sungai tersebut, pencemaran yang berpunca daripada sumber pencemar tak tertunjuk, misalnya air larian dari kawasan pertanian yang membawa sisa-sisa baja fosfat serta proses-proses yang berlaku di dalam sungai itu sendiri sebagai contoh kitaran fosforus di antara air dan sedimen (Neal *et al.*, 2000).

Selain itu, luahan sungai juga mempengaruhi kandungan kepekatan fosfat di dalam air sungai. Terdapat dua jenis hubungan di antara luahan sungai dan kepekatan fosfat. Pertama, fosfat daripada sumber pencemar secara langsung selalunya menunjukkan hubungan songsang terhadap luahan sungai kerana proses pembauran sungai itu sendiri. Kedua, fosfat daripada sumber pencemar secara tidak langsung menunjukkan hubungan terus terhadap luahan sungai, iaitu semakin tinggi kepekatan fosfat, luahan sungai juga akan terus meningkat (House *et al.*, 1997; Jarvie *et al.*, 1998; Neal *et al.*, 2000). Ini adalah disebabkan oleh proses larian air di mana mendakan tanah dan lumpur yang mengandungi fosfat terlarut di bawa masuk ke dalam sungai semasa berlakunya hujan lebat.

1.2 Aktiviti Guna Tanah

Aktiviti guna tanah di sekitar kawasan kajian (Sungai Telipok) menunjukkan satu aktiviti pembangunan yang berkembang dengan pesat, ekoran daripada aktiviti penduduk yang pelbagai. Antara guna tanah di kawasan tadahan ialah perniagaan, perumahan, infrastruktur dan utiliti, tanah kosong, perindustrian, badan air, pertanian dan hutan. Kesan guna tanah terhadap hidrologi misalnya, melibatkan perubahan pandang darat asli menjadi pandang darat buatan manusia. Perubahan permukaan daripada hutan menjadi kawasan kalis air seperti jalan berturap dan konkrit mengurangkan daya susupan air.

Justeru, air akan mengalir terus di atas permukaan kalis air dan meningkatkan pemusatan air larian ke dalam saluran. Dengan itu, air larian permukaan yang mengandungi bahan-bahan buangan seperti sabun dan sisa-sisa baja meningkat selepas proses guna tanah. Guna tanah juga menyebabkan perubahan pengangkutan endapan yang sangat ketara.

Di negara membangun seperti Malaysia, proses perbandaran berlaku dengan sangat cepat dan melibatkan perubahan aktiviti guna tanah secara besar-besaran. Perubahan bentuk muka bumi ini mempengaruhi pengangkutan kebanyakan endapan dalam kebanyakan kes melalui pelunjuran tanah rang dan perubahan laluan luahan air.

Beberapa institusi telah terlibat mahupun secara langsung ataupun secara tidak langsung dalam hal-hal berkaitan guna tanah di Sabah. Antaranya ialah Jabatan Pertanian Sabah, Jabatan Tanah dan Ukur, serta Jabatan Pengairan dan Saliran. Jabatan Pertanian Sabah berfungsi sebagai pengumpul dan penyimpan data serta maklumat pertanian secara sistematik. Jabatan Tanah dan Ukur pula terlibat dalam pemetaan dan penggambaran udara yang meliputi seluruh negeri bagi menyediakan peta pembangunan tanah.

Penyelenggaraan Sistem Maklumat Kadastra, Guna Tanah dan Geran Tanah juga dibuat untuk menyokong pelaksanaan Sistem Maklumat Tanah Sabah (Sabah Land Information System) selaras dengan piawaian *Spatial Data Infrastructure* (SDI). Selain itu, ia juga memantau corak pembangunan tanah dengan menggunakan Peta Liputan Tanah (Teknologi *Remote Sensing* SAR). Manakala Jabatan Pengairan dan Saliran pula berfungsi menguruskan kawasan tadahan dan sumber-sumber air.

1.3 Latar Belakang Kawasan Kajian

Sungai Telipok merupakan kawasan kajian yang terletak kira-kira 22km dari Bandaraya Kota Kinabalu dan mempunyai kawasan tadahan yang berkeluasan dalam lingkungan 20km². Sungai Telipok bermula di kawasan bukit di sekitar Telipok dan mengalir melalui beberapa buah kampung. Sungai ini mengalir dari hulu dan berakhir di Sungai Sukoli. Panjang sungai Telipok yang dianggarkan adalah kira-kira sepanjang 15km.

Dari segi ciri fizikal, didapati Sungai Telipok berada pada peringkat dewasa di mana dasar sungai ini terdapat pembentukan dataran mendap dan corak sungai yang

berliku-liku. Keadaan ini telah menyebabkan kadar aliran Sungai Telipok menjadi deras. Kadar aliran airnya menghala dari selatan ke barat.

Kualiti air sungai ini dipengaruhi oleh kesan daripada pencemaran kawasan perbandaran di sepanjang sungai ini (Rajah 1.2). Terdapat beberapa buah kampung yang terletak berhampiran dengan Sungai Telipok. Antaranya ialah Kg.Masjid, Kg.Timbuk, Kg. Moronun, Kg. Norowot dan Kg. Sukoli yang mana penduduknya menjalankan aktiviti perniagaan, pertanian (padi sawah, ladang getah dan beberapa tanaman sementara), ladang ternakan babi, kerbau, ayam dan juga kegiatan pengambilan batu kuari.

Selain itu, terdapat beberapa golongan daripada penduduk yang masih lagi menggunakan sungai Telipok sebagai salah satu sumber rezeki mereka seperti menangkap ikan dan hasil sungai yang lain (Rajah 1.3).



Rajah 1.2 Peta kawasan kajian (*Sumber: Google Earth, 2010*)

Terdapat juga beberapa kilang di sepanjang sungai ini antaranya kilang perabot, kilang cat dan kilang besi. Selain itu, kemudahan awam seperti sekolah, pasar, klinik kesihatan dan balai polis juga melengkapi keperluan penduduk Pekan Telipok.



Rajah 1.3: Beberapa penduduk mencari rezeki di Sungai Telipok.

1.4 Pernyataan Masalah

Sejak kebelakangan ini, aktiviti guna tanah di Pekan Telipok semakin meluas seperti mana pesatnya pembangunan di negara kita amnya dan di Sabah khususnya. Oleh itu, semakin banyak kawasan hutan yang digunakan untuk kegunaan domestik, perindustrian, pertanian dan bermacam-macam lagi. Seiring dengan ini juga, banyak kesan sampingan yang dihasilkan terutamanya kepada sungai-sungai berhampiran kawasan guna tanah sepertimana tahap kebersihan Sungai Telipok yang semakin merosot.

Kedudukan kawasan tadahan tersebut sebahagian besar merangkumi kawasan pertanian, penternakan dan domestik. Ini adalah merupakan faktor yang menyebabkan kadar kualiti air di sungai tersebut tercemar dan kesan kemasukan fosforus dan nitrogen yang berlebihan akan menggalakkan pertumbuhan alga yang tidak terkawal.

Proses eutrofikasi akhirnya berlaku apabila tempoh hayat alga ini telah berakhir dan seterusnya akan memenuhi kawasan tadahan tersebut sebelum proses pereputan berlaku. Mengikut kepada jenis kegiatan guna tanah di sekitar kawasan tadahan tersebut, didapati banyak aktiviti guna tanah yang menghasilkan fosfat. Justeru itu, kajian ini dilakukan adalah penting untuk mengawal aktiviti guna tanah yang wujud di

sekitar Sungai Telipok dalam usaha untuk mengawal kandungan fosfat di dalam air sungai tersebut.

1.5 Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan berdasarkan tiga objektif utama iaitu;

- i. Membuat analisis corak taburan kepekatan fosfat antara tahun 2000 hingga tahun 2009.
- ii. Mengenalpasti kesan pencemaran fosfat daripada hasil perubahan guna tanah di kawasan tadahan Sungai Telipok.
- iii. Mengenalpasti adakah wujud perkaitan antara perubahan guna tanah dengan kepekatan fosfat di Sungai Telipok.

1.6 Skop Kajian

Sungai Telipok mempunyai kawasan tadahan seluas 37.41 km². Kajian ini hanya tertumpu kepada perubahan gunatanah dalam kawasan tadahan di sekitar Pekan Telipok sahaja. Parameter kualiti air yang ditekankan dalam kajian ini adalah kepekatan fosfat yang mana ia akan dikaji perkaitannya dengan perubahan guna tanah yang berlaku di kawasan kajian.

BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Sungai

Sungai ditakrifkan sebagai satu jasad air bersama-sama dengan bebannya yang bergerak mengikut corak tertentu. Air sungai mengalir dari kawasan tinggi ke kawasan rendah melalui jalan yang memberi rintangan paling rendah kepada pergerakannya. Sungai berperanan untuk mengangkut air serta bahan dan kuantiti ini yang membezakan jasad air sungai daripada persekitaran tasik (Ahmad & Ahmad, 1992).

Sungai merupakan sumber air semulajadi bagi manusia. Air sungai dapat digunakan untuk pelbagai tujuan dan kegunaan. Antaranya dijadikan sebagai sumber air minuman, bekalan air untuk pertanian, perindustrian dan tempat rekreasi serta boleh dijadikan sebagai nilai estetik. Air di bahagian hulu sungai haruslah digunakan dengan betul agar tidak memberi kesan terhadap kualiti air dan kuantiti air di bahagian hilir. Justeru itu, pengurus air sungai memerlukan pengetahuan saintifik yang tinggi bagi kuantiti dan kualiti air sungai yang berada di bawahnya adalah terkawal (Chapman, 1996).

Sungai memainkan peranan yang sangat penting dalam pembentukan muka bumi kerana alirannya dapat mengangkut sedimen seperti tanah, lumpur, pasir, kelodak dan batu-batuan yang dibawa dari hulu sungai dan seterusnya dimendapkan di kawasan hilir atau muara sungai tersebut.

Pembentukan sungai pada peringkat permulaan merupakan hasil daripada tindakan dan aktiviti larian air permukaan. Air hujan yang turun ke bumi dan menimpa permukaan tanah akan menyusup masuk dan mengalir melalui celah-celah atau alur yang terdapat pada permukaan tanah. Larian air tersebut akan menuruni kecerunan melalui jalan yang paling sedikit member rintangan kepada pergerakannya sehingga sampai ke sungai atau laut. Semasa pergerakan ini, air akan menghakis batu dasar dan membesarkan lagi celah-celah atau alur yang dilaluinya sehingga terbentuk alur kecil yang lama-kelamaan berubah menjadi sungai (Ahmad & Ahmad, 1992).



2.2 Pencemaran Sungai oleh Nutrien

Kewujudan manusia dan industri telah lama tertumpu di kawasan sepanjang sungai, estuari dan zon pinggir pantai disebabkan oleh perdagangan menerusi pengangkutan air. Penggunaan air oleh manusia mengakibatkan kualiti air telah menurun oleh kerana ia membawa bersamanya pelbagai bahan pencemar. Walaupun sungai dan laut mempunyai kebolehan untuk melakukan purifikasi sendiri, tetapi pencemaran air akan menjadi masalah apabila ianya melebihi tahap keupayaan purifikasi jasad air berkenaan.

Pencemaran sungai yang ditekankan di sini adalah yang berpunca daripada bahan pencemar nutrien di mana sumber utamanya adalah sisa buangan perumahan serta penggunaan baja dalam pertanian. Bahan pencemar ini boleh menyebabkan eutrofikasi iaitu pengkayaan sebatian fosforus dan nitrogen. Kumbahan dan sisa aliran pertanian yang kaya dengan baja mengandungi kepekatan nitrogen dan fosforus yang tinggi.

Apabila dilepaskan ke dalam jasad air, ia boleh menyebabkan peningkatan populasi fitoplakton yang kemudiannya dikenali sebagai letusan alga. Lapisan alga tersebut akan menjadi tebal yang akan menyebabkan cahaya tidak dapat menembusi ke dalam air. Apabila penguraian oleh alga yang menggunakan oksigen terlarut di dalam air berlaku, ikan dan hidupan-hidupan akuatik lain akan mati akibat daripada kekurangan oksigen (Miroslav, 2007).

2.3 Guna Tanah

Guna tanah dan sumber air memang tidak dapat dipisahkan (Weatherhead & Howden, 2009). Guna tanah mempunyai hubungan yang terus dengan air. Ia mempengaruhi kualiti air sama ada secara langsung atau tidak langsung. Ini bergantung kepada pergerakan bahan cemar ke dalam air permukaan dan air bawah tanah dengan tanah sebagai media perantara (Borner, 1994).

Perhubungan di antara guna tanah dengan sumber air adalah kompleks. Proses hidrologi yang membawa jaringan hujan ke aliran sungai dan air bawah tanah dipengaruhi oleh topografi, tanah, ciri-ciri hidrogeologi dan sifat-sifat hujan (Anderson & Burt, 1978). Dalam mana-mana tadahan pun, akan ada satu gabungan atau rangkaian proses yang mengawal penghantaran air ke dalam anak-anak sungai dan juga air bawah tanah.

Aliran air sungai yang terhasil adalah terdiri daripada komponen-komponen laluan aliran hidrologi yang berbeza-beza seperti larian permukaan langsung, aliran air cetek yang bertakung selama beberapa hari dan aliran air bawah tanah yang bertakung selama beberapa tahun (Weatherhead & Howden, 2009).

Ruang yang berbagai-bagai di dalam topografi, geologi, tanah dan guna tanah menghasilkan banyak perbezaan setempat yang jelas dalam kualiti dan kuantiti air. Penggambaran data ruang (*spatial data*) pada kawasan tadahan dengan menggunakan *geographic information systems* (GIS) adalah semakin bertambah. Fotografi udara (*aerial photography*) dan gambaran satelit (*satellite imagery*) boleh menghasilkan perincian pemetaan topo dan guna tanah yang mana ia adalah mustahil dihasilkan walaupun pada beberapa tahun yang lalu (Weatherhead & Howden, 2009).

Satu kunci perbezaan perlu dibuat untuk membezakan antara terma "guna tanah" dan "pengurusan tanah". Banyak perkaitan berkenaan pemuliharaan kuantiti dan kualiti sumber air dikaitkan secara tidak langsung kepada guna tanah tertentu, dan lebih banyak berfungsi secara langsung kepada amalan pengurusan tanah. Perbezaannya tidak ketara tetapi boleh dikatakan penting.

Corak tanah seperti padang rumput yang kekal telah direkodkan dengan jelas. Akan tetapi, apabila pengukuran kesan-kesan corak seperti ke atas sumber-sumber air, ia juga perlu diketahui, sebagai contoh, baja yang digunakan, kekerapan membajak dan jenis tanaman (Weatherhead & Howden, 2009).

2.3.1 Pengurangan Hutan di Sabah

Sejak dahulu sehinggalah tahun 1890an apabila penjajah mengeksplorasikan hutan-hutan Sabah oleh penjajah bermula, hampir keseluruhan permukaan tanah dilitupi hutan tebal tanah rendah, hutan di kawasan tanah tinggi pergunungan, paya dan hutan paya bakau. Hari ini, sebahagian hutan itu hanya melitupi 60% daripada negeri ini.

Pengurangan hutan bermula dalam tempoh 1890-1930 hasil daripada aktiviti pembalakan, tembakau dan perladangan getah di bawah jajahan pemerintahan Syarikat Berpiagam Borneo Utara British (John, 1974; Cleary, 1992). Sebelum tahun 1953, hutan semulajadi telah melitupi 86% luas kawasan negeri Sabah ini (Fox, 1978). Akan tetapi,

sehingga tahun 1981 ia telah berkurang menjadi 68% (FAO, 1981) dan 63% sehingga tahun 1984 (Collins *et al.*, 1991).

Analisis guna tanah oleh Thomas *et al.*, (1976) menunjukkan bahawa dalam tahun 1973, litupan hutan semulajadi telah terserak dengan sama rata antara Hutan Simpan (Rajah 1) sebanyak 49% dan tanah di luar Hutan Simpan sebanyak 51%. Akan tetapi, sehingga 1992, hutan yang meliputi luar daripada hutan simpan telah susut kepada 15% (Department of Statistics Malaysia, 1993).

Polisi Jabatan Perhutanan adalah untuk meningkatkan kawasan Hutan Simpan Kekal kepada 50% daripada kawasan tanah (Collin *et al.*, 1991). Ia hampir-hampir dicapai sehingga tahun 1996 tetapi cadangan terkini adalah untuk menurunkannya kepada 46% sahaja (Julia & Mustapa, 2001).

Sementara ia adalah faktor yang tidak begitu penting di Semenanjung Malaysia, ia pernah menjadi faktor penting di Borneo di mana pada masa itu, ia telah diamalkan oleh satu pertiga populasi di pulau ini (Brookfield & Byron, 1990). Pada tahun 1989 anggaran telah dibuat iaitu sebanyak 30% populasi penduduk Sabah telah terlibat dalam penanaman berpindah (Sabah Forest Department, 1989).

Pada hari ini, gambaran yang tepat sukar diperolehi dengan kawujudan polisi pembasmian kemiskinan luar bandar dan pemodenan pertanian yang telah mendorong suatu perubahan kepada penanaman kekal dan tanaman kontan. Brookfield *et al.*, (1995) percaya bahawa pertanian pindah adalah penyumbang kepada degradasi persekitaran di Borneo. Radar peta guna tanah pada tahun 1991 meletakkan luas kawasan pertanian pindah hanyalah seluas 21, 550 ha, tetapi ini tidak termasuk tanah di bawah hutan kosong yang mana telah dipetakan sebagai hutan belukar.

RUJUKAN

- Abdul Aziz Hussin. 2000. *Undang-undang Berkaitan dengan Air (Iktisar dan komentar)*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Ahmad Badri Mohamad dan Ahmad Ismail. 1992. *Ekologi Air Tawar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Allan, J.D., Erickson, D.L. and Fay, J. 1997. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshwater Biology* **37** (1), 149–161.
- American Public Health Association (APHA), 1985. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. APHA, Washington.
- Anderson, J.M. and Burt, T.P. 1978. The role of topography in controlling throughflow generation. *Earth Surface Processes and Landforms* **3**, 331–344.
- Arheimer, B., Andersson, L. and Lepisto, A. 1996. Variation of nitrogen concentration in forest streams; influences of flow, seasonality and catchment characteristics. *Journal of Hydrology* **179** (1–4), 281–304.
- Arheimer, B. and Liden, R. 2000. Nitrogen and phosphorus concentrations for agricultural catchments; influence of spatial and temporal variables. *Journal of Hydrology* **227** (1–4), 140–159.
- Baker, A. 2003. Land use and water quality. *Hydrological Processes* **17**, 2499–2501.
- Basnyat, P., Teeter, L.D., Flynn, K.M. and Lockaby, B.G. 1999. Relationships between landscape characteristics and nonpoint source pollution inputs to coastal estuaries. *Environmental Management* **23** (4), 539–549.
- Bolstad, P.V. and Swank, W.T. 1997. Cumulative impacts of landuse on water quality in a southern Appalachian watershed. *Journal of the American Water Resources Association* **33** (3), 519–533.
- Borner, H. 1994. *Pesticides in Ground and Surface Water*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Botkin, D. B. and Keller, E. A. 2003. *Environment Science: Earth as a Living Planet*. United States: John Wiley & Sons, Inc.
- Brookfield, H. and Byron, Y. 1990. Deforestation and timber extraction in Borneo and the Malay Peninsula: the record since 1965. *Global Environmental Change: human and policy dimensions* **1**, 42–56.
- Brookfield, H., Potter, L. and Byron, Y. 1995. *In Place of the Forest: Environmental and Socio-Economic Transformation in Borneo and the Malay Peninsula*. Tokyo: United Nations University Press.

- Campbell, N. A., Reece, J. B. and Mitchell, L. G. 1999. *Biology*. (5th edition). United States: Addison Wesley Longman, Inc.
- Chapman, D. 1996. *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. (2nd edition). New York: Taylor & Francis.
- Che Abd Rahim Mohamed, Zaharuddin Ahmad dan Yew N. S. 2008. Aktiviti ²²⁶Ra dan ²²⁸Ra Pada Permukaan Sedimen Persisiran Pantai Teluk Likas, Sabah. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*. **12**, 160-166.
- Cleary, M.C. 1992. Plantation agriculture and the formulation of native land rights in British North Borneo, 1989-1930. *Geographical Journal* **158**, 170-181.
- Collins, N.M., Sayer, J.A. and Whitmore, T.C. 1991. *The Conservation Atlas of Tropical Forests, Asia and the Pacific*. Macmillan: IUCN.
- Department of Environment Ministry. 1996. Malaysia Environmental Quality Report 1996.
- Department of Statistics Malaysia. 1993. Yearbook of Statistics Sabah 1992. Department of Statistics Malaysia, Sabah Branch, Kota Kinabalu.
- Elliott, A. H., Tian, Y. Q., Rutherford, J. C. and Carlson, W. T. 2002. Effect of cattle treading on interrill erosion from hill pasture: modeling concepts and analysis of rainfall simulator data. *Australian Journal of Soil Research* **40**, 963-976.
- Emmly binti Sinti. 2008. *Pengaruh Luahan Sungai ke Atas Kepekatan Nutrien di Sungai Telipok*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).
- Encarta Encyclopedia. 2004. *Eutrophication*, United States. Microsoft Corporation.
- Environment Agency. 2000. Aquatic eutrophication in England and Wales: a management strategy. Environmental Issues Series. Environment Agency, Bristol, UK.
- FAO. 1981. Tropical Forest Resources Assessment Project. *Forest Resource of Tropical Asia* **3**, FAO, Rome.
- Google Earth. 2010. Peta Pekan Telipok, Kota Kinabalu, Sabah.
- Farmer, A. 1997. *Managing Environmental Pollution*. United States, America.
- Felix Tongkul. 2000. *Sedimentologi*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Fox, J.E.D. 1978. The natural vegetation of Sabah, Malaysia: the physical environment and classification. *Tropical Ecology* **19**, 218-239.
- Haliza Abdul Rahman. 2007. Suatu Tinjauan Terhadap Isu Pencemaran Sungai Di Malaysia, Persidangan Geografi, UPSI, 8-9 September.

- Hamidi Abdul Aziz. 2000. *Kejuruteraan Air Sisa: Kualiti Air dan Air Sisa*. Utusan, Kuala Lumpur.
- Heathwaite, A. L., Burt, T. P. and Trudgill, S. T. 1990. Land-use controls on sediment production in a lowland catchment, south-west England. In: Boardman, J., Foster, I. D. L., Dearing, J. A. (Soil Erosion on Agricultural Land). Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Hill, A.R. 1981. Stream phosphorus exports from watersheds with contrasting land uses in southern Ontario. *Water Resources Bulletin* **17** (4), 627–634.
- House, W. A., Leach, D., Warwick, M. S., Whitton, B. A., Pattinson, S. N., Ryland, G., Pinder, A., Ingram, J., Lishman, J. P., Smith, S. M., Rigg, E. and Denison, F. H. 1997. Nutrient Transport in the Humber River. *The Science of Total Environment*. **194/195**, 303-320.
- Howden, N.J.K. and Burt, T.P. 2009. Statistical analysis of nitrate concentrations from the Rivers Frome and Piddle (Dorset, UK) for the period 1965–2007. *Ecohydrology* **1** (2), 55–65.
- Howden, N.J.K. and Burt, T.P. 2008. Temporal and spatial analysis of nitrate concentrations from the Frome and Piddle catchments in Dorset (UK) for water years 1978.
- Howden, N.J.K. and Deeks, L.K. 2007. Soil Examination, Rainfall Simulation and Soil Runoff and Infiltration Experiments Following a Flood Event in the Boscastle Area, July 2007. Report to the Environment Agency, Cranfield University, UK.
- Jackson, G. B. 1993. *Applied Water and Spentwater Chemistry*. Van Nostrand Reinhold. New York.
- James, A.L. and Roulet, N.T. 2007. Investigating hydrologic connectivity and its association with threshold change in runoff response in a temperate forested watershed. *Hydrological Processes* **21**, 3391–3408.
- Jarvie, H. P., Whitton, B. A. and Neal, C. 1998. Nitrogen and Phosphorus in East Coast British Rivers: Speciation, Sources and Biological Significance. *The Science of Total Environment*. **210/211**, 79 – 103.
- Johan Arwandi bin Jaidye. 2007. *Analisis Beban Fosfat dan Pepejal Terampai di Sungai Telipok Kota Kinabalu*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).
- John, D.W. 1974. The timber industry and forest administration in Sabah under chartered company rule. *Journal of Southeast Asian Studies* **5**, 55-81.
- Johnson, L.B., Richards, C., Host, G.E. and Arthur, J.W. 1997. Landscape influences on water chemistry in midwestern stream ecosystems. *Freshwater Biology* **37** (1), 193–208.

- Julia, M. and Mustapa, A. L. 2001. Decline of forest area in Sabah, Malaysia: Relationship to the state policies, land code and land capability. *Global Environmental Change* **11**, 217-230.
- Keeney, D.R. and Deluca, T.H. 1993. Des-Moines River nitrate in relation to watershed agricultural practices-1945 versus 1980s. *Journal of Environmental Quality* **22** (2), 267-272.
- Krenkel, P. A. and Novothy, J. 1980. *Water Quality Management*. Academic Press, New York.
- Mainstone, C. P. and Parr, W. 2002. Phosphorous in rivers- Ecology and management. *The Science of the Total Environment*, 282-283.
- Mainstone, C. P., Davis, R. D., House, A. and Parr, W. 1996. In: *A review of methods for assessing and controlling non-point sources of phosphorus*. NRA R&D Project Record 562/5/W, NRA, Bristolp. 169.
- Manning, J. C. 1997. *Applied Principles of Hydrology*, (3rd Edition). New Jersey: Prentice Hall.
- Mason, C. F. 1996. *Biology of Freshwater Pollution*. (3rd Edition). Singapore: Longman Group Limited.
- Maslinda bt. Rahmat. 2000. *Kajian Semasa Air Sungai Telipok*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).
- Miroslav Rajodevic., Mohd. Harun Abdullah & Ahmad Zaharin Aris. 2007. *Analisis Air*. Selangor: Scholar Press.
- Moss, B. 1997. The restoration of freshwater ecosystems — an overview. *River Restoration'96 — plenary lectures. Proceedings of an international conference arranged by the European Centre for River Restoration*, National Environmental Research Institute, Denmark.
- Murtezda Nohamed, Rakmi Abdul Rahman dan Ghazally Ismail. 1984. Garis dasar kualiti air Labuk-Sugut. Siri Monograf Fakulti Sains dan Sumber Alam, UKM Sabah. Monograf **1**. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Narimah Samat dan Tarmiji Masron. 2008. Sistem Maklumat Geografi dalam Analisis Guna Tanah. Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia.
- Neal, C., Jarvie, H. P., Howarth, S. M., Whitehead, P. G., Williams, R. J., Neal, M., Harrow, M. and Wickham, H. 2000. The water quality of the River Kennet: initial observation on a lowland chalk stream impacted by sewage inputs and phosphorus remediation. *The Science of Total Environment*. **251/252**. 277 – 495.
- Netty Hasmawatie binti Mohamad. 2005. *Luahan Fosfat (PO_4^{3-}) di Sungai Telipok*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).



- Nguyen, M.L., Sheath, G.W., Smith, C.M. and Cooper, A.D. 1998. Impact of cattle treading on hill land- Soil physical properties and contaminant runoff. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **41**, 279–290.
- Noruzana binti Muhammad. 2004. *Luahan Fosfat di Sungai Telipok*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).
- O'Connell, E., Ewen, J., O'Donnell, G. and Quinn, P. 2007. Is there a link between agricultural land-use management and flooding? *Hydrology and Earth System Sciences* **11**, 96–107.
- Omernik, J.M., Abernathy, A.R. and Male, L.M. 1981. Stream nutrient levels and proximity of agricultural and forest land to streams— some relationships. *Journal of Soil and Water Conservation* **36** (4), 227–231.
- Orr, H.G. and Carling, P.A. 2006. Hydro-climatic and land use changes in the river Lune catchment, North West England, implications for catchment management. *River Research and Applications* **22**, 239–255.
- Osborne, L.L. and Wiley, M.J. 1988. Empirical relationships between land-use cover and stream water-quality in an agricultural watershed. *Journal of Environmental Management* **26** (1), 9–27.
- Peavy, H. S., Rowe, D. R. and Tchobanoglous, G. 1985. *Environmental Engineering*. United States of America: McGraw-Hill.
- Pekarova, P., and Pekar, J. 1996. The impact of land use on stream water quality in Slovakia. *Journal of Hydrology* **180** (1–4), 333–350.
- Petts, G. and Calow, P. 1996. *River Flows and Channel Forms*. United Kingdom: Blackwell science.
- Pierzynski, G. M., Sims, J. T. and Vance, G. F. 2000. *Soils and Environmental Quality*. (2nd Edition). Florida: CRC Press.
- Puteri binti Hj. Laupe. 2003. *Luahan Fosfat di Sungai Telipok*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).
- Raymond, P.A., Oh, N.-H., Turner, R.E. and Broussard, W. 2008. Anthropogenically enhanced fluxes of water and carbon from the Mississippi river. *Nature* **451**, 449–452.
- Redriguez-Diaz, R. C., Aguilar-Caballos M. P., Rinc'on F. and G'omez-Hens A. 2005. Determination of soluble phosphate in water samples using ytterbium (III) and dynamic measurements of light scattering intensity at long wavelength. *Journal of Environmental Science* **1130**, 1130–1135.
- Rosminah binti Salleh. 2006. *Luahan Semasa Fosfat di Sungai Telipok*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).

- Sabah Forest Department 1989. Forestry in Sabah. Sabah Forest Department, Sandakan, Sabah.
- Salvia-Castell, M., Iffly, J. F., Paul, V. B., and Hoffmann, L. 2005. Dissolved and particulate nutrient export from rural catchments: A case study from Luxembourg. *Science of the Total Environment* **344**, 51-65.
- Sansom, A.L. 1999. Upland vegetation management: the impacts of overstocking. *Water Science and Technology* **39**, 85-92.
- Scheffer, M.R., De Redeljkheid and Noppert, F. 1992. Distribution and dynamics of submerged vegetation in a chain of shallow eutrophic lakes. *Aquat Botany* **42**, 199-216.
- Sigh, V. J. 1992. *Elementary Hydrology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Sigleo, A. C. and Frick, W. E. 2007. Seasonal variations in river discharge and nutrient export to a Northeastern Pacific estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **73**, 368-378.
- Siti Farzana binti Induin. 2009. *Taburan Nitrat dan Fosfat di Sungai Telipok*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak diterbitkan).
- Sliva, L. and Williams, D.D. 2001. Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. *Water Research* **35** (14), 3462-3472.
- Smart, R.P., Soulsby, C., Neal, C., Wade, A., Cresser, M.S., Billett, M.F., Langan, S.J., Edwards, A.C., Jarvie, H.P. and Owen, R. 1998. Factors regulating the spatial and temporal distribution of solute concentrations in a major river system in NE Scotland. *The Science of the Total Environment* **221**(2-3), 93-110.
- Tariq, S. A. 1998. Fats, edible oils, soaps and detergents. Kursus Sains Pengguna. S. M. Yu Yuan, Sandakan. 14-15.
- Thomas, P., Lo, F.K.C. and Hepburn, A.J. 1976. The Land Capability Classification of Sabah. Land Resources Division. Ministry of Overseas Development, Tolworth, Surbiton, Surrey. *Land Resources Study* **25**, (1-4).
- Timms, R.M. and B. Moss, B. 1984. Prevention of growth of potentially dense phytoplankton populations by zooplankton grazing, in the presence of zooplanktivorous fish, in a freshwater wetland ecosystem. *Limnology and Oceanography* **29**, 472-486.
- Turner, R.E. and Rabalais, N.N. 2003. Linking landscape and water quality in the Mississippi River Basin for 200 years. *BioScience* **53** (6), 563-572.
- Weatherhead, E. K. and Howden, N. J. K. 2009. The relationship between land use and surface water resource in the UK. *Land Use Policy* **26**, 243-250.

- Woo L., and Maher W. 1995. Determination of phosphorus in turbid waters using alkaline potassium peroxodisulphate digestion. *Journal of Environmental Science* **123, 124**, 123-135.
- Zolkepli, O. 2004. Laman Web Fisiologi, Jabatan Biologi, Universiti Pertanian Malaysia. <http://www.fsas.upm.edu.my/~zolkeep/Image/PHOSC.jpg>

