

158385-

4000008987

HADIAH



LUAHAN SULFAT DI SUNGAI MENGGATAL

SYAIFUL BAHRI BIN ISMAIL

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

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

PERPUSTAKAAN UMS

2006



1400008987



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

DUL: KUAHAN SULFAT DI SUNGAI MENGATALJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDANAMA: AYU SYAIFUL BAHRI BIN ISMAIL
(HURUF BESAR)SESI PENGAJIAN: 2003/2006

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

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

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KG. BUKIT RECHIK,
7500 TANAH MERAH,
ELANTAN,DR. KAWI BIDIN

Nama Penyelia

Tarikh: 26/4/2006Tarikh: 26/4/2006

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

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

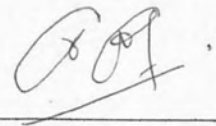
@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENAKUAN

Saya mengakui bahawa karya yang telah dihasilkan ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang mana tiap-tiap satunya telah saya memperjelaskan sumbernya.

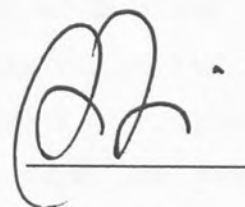
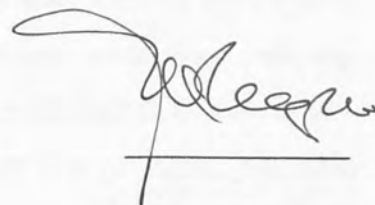
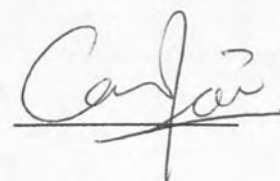
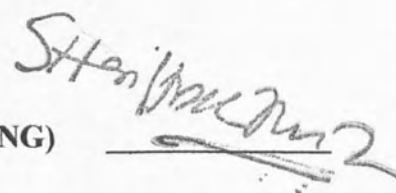
APRIL 2006



Syaiful Bahri bin Ismail

HS 2003 – 3163



DIPERAKUKAN OLEH**TANDATANGAN****1. PENYELIA****(DR. KAWI BIDIN)****2. PEMERIKSA 1****(PROF. MADYA DR. MOHD. HARUN ABDULLAH)****3. PEMERIKSA 2****(KAMSIA BUDIN)****4. DEKAN****(SUPT./KS.PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. OMANG)**

PENGHARGAAN

Assalamualaikum w. b. t.

Bersyukur ke hadrat Ilahi kerana pertolonganNya dapatlah saya menyempurnakan projek kajian ini. Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Dr. Kawi Bidin yang telah banyak membimbing, membantu dan menasihati saya semasa projek kajian ini dilakukan. Tidak lupa juga kepada pembantu makmal Sekolah Sains dan Teknologi (SST) terutamanya Pn. Dayang dan En. Muhin yang turut serta memberi kerjasama dan membantu menyiapkan projek ini sepanjang kajian saya. Terima kasih juga untuk rakan sebilik Muhammad Haqim Jamil yang menemani saya ke lokasi kajian. Akhir sekali, tidak dapat saya lupakan berkat restu kedua ibubapa saya serta ahli keluarga yang lain atas dorongan serta sokongan yang diberikan semasa menyiapkan projek ini. Terima kasih juga diucapkan kepada rakan-rakan seperjuangan program Sains Sekitaran yang menyuarakan pendapat, jasa anda tidak akan saya lupakan dan diharapkan kita boleh bersama-sama sekali lagi di masa akan datang. Sekian, terima kasih.

SYAIFUL BAHRI BIN ISMAIL (HS 2003-3163)



ABSTRAK

Kajian tentang luahan sulfat telah dijalankan sepanjang bulan Januari dan Februari 2006 di Sungai Menggatal. Objektif kajian ini adalah untuk memahami hubungan antara luahan sungai dengan kepekatan sulfat semasa dan menentukan kemungkinan punca sulfat di Sungai Menggatal. Luahan sungai didapati mempengaruhi kepekatan sulfat di setiap stesen kajian di sepanjang sungai disebabkan oleh proses pembauran. Beban sulfat harian semasa kajian didapati dalam julat 29.42 – 282.20 kg. Latar belakang kepekatan sulfat untuk stesen 1,2,3 dan 4 masing-masing 14.9 mg/l, 10 mg/l, 2.5 mg/l dan 18 mg/l sementara perbezaan antara purata kepekatan sulfat dengan kepekatan latar belakang ialah 10.85 mg/l, 20.25 mg/l, 3.50 mg/l dan 37.75 mg/l. Berdasarkan kepada perbezaan antara purata kepekatan sulfat dengan kepekatan latar belakang, kawasan tadahan bagi stesen 4 iaitu kawasan yang kurang terganggu oleh pembangunan menunjukkan kemungkinan punca sulfat di Sungai Menggatal.



ABSTRACT

A study on sulphate discharge along Menggatal Stream has been carried out in January and February 2006. The objective of this study was to understand the relationship between stream discharge and sulphate concentration and to determine the potential source of sulphate in Menggatal Stream. Stream discharge was found controlling the sulphate concentration along the stream due to dilution process. Daily sulphate load during the study period was estimated in the range of 29.42 – 282.20 kg. Background concentrations of sulphate for station 1, 2, 3 and 4 were 14.9 mg/l, 10 mg/l, 2.5 mg/l and 18 mg/l, respectively; whereas, differences between average sulphate concentration and background concentration were 10.85 mg/l, 20.25 mg/l, 3.50 mg/l and 37.75 mg/l respectively. Based on the differences between sulphate concentration and background concentration, the catchment area for station 4 which is less developed area is a possible sulphate source in Menggatal Stream.



KANDUNGAN**Muka Surat**

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PERAKUAN PENSYARAH	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xiii
SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.3 KEPENTINGAN KAJIAN	3
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	4
2.1 SULFAT DALAM AIR	4
2.1.1 Kitar Sulfur	6
2.2 KITAR HIDROLOGI	8



Muka Surat

2.3	CIRI-CIRI KAWASAN TADAHAN	11
	2.3.1. Saiz Kawasan Tadahan	11
	2.3.2. Bentuk Kawasan Tadahan	12
	2.3.3. Kecerunan Kawasan Tadahan	12
	2.4.4. Orientasi Kawasan Tadahan	13
	2.5.5. Kepadatan Saliran Kawasan Tadahan	13
2.4	AIR SUNGAI	14
2.5	KOMPONEN HIDROGRAF ASLI	15
2.6	SUMBANGAN ALIRAN DASAR KEPADA KADAR ALIR SUNGAI	16
2.7	PARAMETER <i>IN-SITU</i>	16
	2.7.1. Suhu	17
	2.7.2. Kekonduksian	17
2.8	PENGUKURAN LUAHAN	18
2.9	PENCEMARAN AIR SUNGAI	18
2.10	PENKELASAN KUALITI AIR	20
BAB 3	METODOLOGI	22
3.1	KAWASAN KAJIAN	22
3.2	PERSAMPELAN	24
3.3	PENGUKURAN LUAHAN	25
3.4	PENGAMBILAN SAMPEL	26
3.5	Analisis MAKMAL	27



Muka Surat

BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	28
4.1	PARAMETER <i>IN-SITU</i>	28
4.2	KEPEKATAN SULFAT	31
4.3	HUBUNGAN LUAHAN SUNGAI DENGAN KEPEKATAN SULFAT	32
4.4	HUBUNGAN LUAHAN SUNGAI DENGAN KADAR ANGKUTAN SULFAT	35
4.5	HUBUNGAN KEPEKATAN SULFAT DENGAN KADAR ANGKUTAN SULFAT	39
4.6	JUMLAH BEBAN HARIAN SULFAT	41
4.7	LATAR BELAKANG KEPEKATAN SULFAT	44
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	48
	RUJUKAN	50
	LAMPIRAN	53



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1. Pengelasan air sungai	21



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1. Kitar Sulfur	8
2.2. Kitar Hidrologi	10
2.3. Hidrograf	15
3.1. Stesen Persampelan	24
4.1. Carta bar menunjukkan nilai bacaan suhu ($^{\circ}\text{C}$) bagi setiap stesen persampelan.	28
4.2. Carta bar menunjukkan nilai bacaan konduktiviti ($\mu\text{S/cm}$) bagi setiap stesen persampelan.	30
4.3. (a) Graf menunjukkan hubungan antara luahan sungai dengan kepekatan sulfat di stesen 1.	32
(b) Graf menunjukkan hubungan antara luahan sungai dengan kepekatan sulfat di stesen 2.	33
(c) Graf menunjukkan hubungan antara luahan sungai dengan kepekatan sulfat di stesen 3.	33
(d) Graf menunjukkan hubungan antara luahan sungai dengan kepekatan sulfat di stesen 4.	34
4.4. (a) Graf menunjukkan hubungan antara luahan sungai dengan kadar angkutan sulfat di stesen 1.	35
(b) Graf menunjukkan hubungan antara luahan sungai dengan kadar angkutan sulfat di stesen 2.	36
(c) Graf menunjukkan hubungan antara luahan sungai dengan kadar angkutan sulfat di stesen 3.	36
(d) Graf menunjukkan hubungan antara luahan sungai dengan kadar angkutan sulfat di stesen 4.	37



No. Rajah	Muka Surat
4.5 (a) Graf menunjukkan hubungan antara kepekatan sulfat dengan kadar angkutan sulfat di stesen 1.	39
(b) Graf menunjukkan hubungan antara kepekatan sulfat dengan kadar angkutan sulfat di stesen 2.	40
(c) Graf menunjukkan hubungan antara kepekatan sulfat dengan kadar angkutan sulfat di stesen 3.	40
(d) Graf menunjukkan hubungan antara kepekatan sulfat dengan kadar angkutan sulfat di stesen 4.	41
4.6 Carta bar menunjukkan nilai bacaan beban sulfat (g) bagi setiap stesen.	42
4.7 (a) Graf menunjukkan latar belakang kepekatan sulfat di stesen 1.	44
(b) Graf menunjukkan latar belakang kepekatan sulfat di stesen 2.	45
(c) Graf menunjukkan latar belakang kepekatan sulfat di stesen 3.	45
(d) Graf menunjukkan latar belakang kepekatan sulfat di stesen 4.	46



SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
3.1.	Lokasi kajian	23



SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

APHA	-	American Public Health Association
BAS	-	<i>Branched alkyl sulfonat</i>
cm	-	Sentimeter
DOE	-	Development of Environment
g	-	gram
JAS	-	Jabatan Alam Sekitar
m	-	meter
mg l ⁻¹	-	miligram per liter
ml	-	mililiter
mm	-	milimeter
S	-	sulfur
SO ₄ ²⁻	-	sulfat
SO ₃ ²⁻	-	sulfit
S ₄ O ₆ ²⁻	-	tetrationat
S ₂ O ₃ ²⁻	-	tiosulfat
S ₃ O ₆ ²⁻	-	tritionat
mg	-	miligram
CaSO ₄	-	kalsium sulfat
H ₂ S	-	hidrogen sulfida
FeS	-	ferum(II) sulfida
H ₂ SO ₄	-	asid sulfurik
°C	-	celsius
μmno cm ⁻¹	-	mikrohos per sentimeter
μS cm ⁻¹	-	mikroSiemen per sentimeter
C	-	kepekatan
<i>t</i>	-	masa.
<i>Q</i>	-	Luahan
NaCl	-	garam Natrium Klorida



$m^3 s^{-1}$	-	meter padu sesaat
km	-	kilometer
g/s	-	gram per saat



SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A	Stesen Persampelan:	
	Foto 1 Stesen 1 persampelan	53
	Foto 2 Stesen 2 persampelan	53
	Foto 3 Stesen 3 persampelan	54
	Foto 4 Stesen 4 persampelan	54
B	Punca Pencemaran:	
	Foto 5 Laluan lori	55
	Foto 6 Aktiviti kuari	55
	Foto 7 Kilang papan	56
	Foto 8 Pembuangan sampah ke dalam sungai	56
	Foto 9 Aktiviti penternakan	57
	Foto 10 Aliran longkang di pekan Menggatal	57
C	Data mentah persampelan:	
	a) kepekatan sulfat	
	Jadual 1 Hari pertama (25/1/2006)	58
	Jadual 2 Hari kedua (27/1/2006)	58
	Jadual 3 Hari ketiga (6/2/2006)	59
	Jadual 4 Hari keempat (8/2/2006)	59
	b) Parameter <i>in-situ</i>	
	Jadual 5 Hari pertama (25/1/2006)	60
	Jadual 6 Hari kedua (27/1/2006)	60
	Jadual 7 Hari ketiga (6/2/2006)	60
	Jadual 8 Hari keempat (8/2/2006)	60
D	Data kajian:	
	Jadual 9 Stesen 1	61
	Jadual 10 Stesen 2	61
	Jadual 11 Stesen 3	62
	Jadual 12 Stesen 4	62
E	Nilai min	63



Lampiran		Halaman
F	Ujian Statistik SPSS (hubungan luahan sungai dengan kepekatan sulfat):	
	Jadual 13 Stesen 1	65
	Jadual 14 Stesen 2	65
	Jadual 15 Stesen 3	66
	Jadual 16 Stesen 4	66
G	Ujian Statistik SPSS (hubungan luahan sungai dengan kadar angkutan sulfat):	
	Jadual 17 Stesen 1	67
	Jadual 18 Stesen 2	67
	Jadual 19 Stesen 3	68
	Jadual 20 Stesen 4	68
H	Ujian Statistik SPSS (hubungan kepekatan sulfat dengan kadar angkutan sulfat):	
	Jadual 21 Stesen 1	69
	Jadual 22 Stesen 2	69
	Jadual 23 Stesen 3	70
	Jadual 24 Stesen 4	70
I	Kaedah Pengendalian Alat Spektrofotometer HACH DR2000	71



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Menurut Mazlin *et al.* (2003) secara umumnya dalam keadaan semulajadi kebanyakan sulfur (S) wujud sebagai sulfat (SO_4^{2-}) di dalam air sungai. Sulfur memasuki dalam air sungai melalui pelbagai sumber seperti proses luluhawa terhadap batuan dan tanah yang terdedah secara terus kepada permukaan air. Selain itu, antara sumber lain yang turut menyumbang kepada kehadiran sulfur di dalam air sungai ialah penggunaan baja yang mengandungi sulfur dalam aktiviti pertanian dan hasil degradasi daripada tumbuhan dan tisu haiwan.

Luahan sulfat ialah kepekatan sulfat daripada luahan sungai di mana nilai kepekatan sulfat diperoleh daripada analisis makmal menggunakan alat spektrofotometer HACH DR2000 dan kadar luahan sungai diperoleh daripada kajian lapangan di Sungai Menggatal. Lazimnya kepekatan sulfat dalam sungai menurun apabila kadar luahan



sungai meningkat disebabkan oleh proses pembauran. Walau bagaimanapun secara relatifnya, luahan sungai yang tinggi akan mengandungi luahan sulfat yang tinggi (Hellman, 1987).

Hidrologi ialah satu kajian saintifik tentang air yang melibatkan beberapa komponen utama seperti sejatan, kerpasan dan proses di permukaan bumi yang berkait rapat membentuk satu kitaran hidrologi. Oleh itu dalam kajian luahan sulfat, proses-proses hidrologi perlu di ambil kira.

Air larian permukaan adalah salah satu komponen proses di permukaan bumi dalam kitaran hidrologi yang berlaku apabila tanah menjadi telap air dan penyusupan tidak berlaku. Air larian boleh berlaku selagi mana tanah telap air. Antara contoh air larian adalah air sungai, alur air, air tasik, air takungan dan apa-apa air yang bertakung di permukaan bumi (Hamidi, 1999).

Bagi air sungai, faktor seperti saiz, bentuk, kecerunan, orientasi dan kepadatan saluran bertanggungjawab ke atas kestabilan sungai merujuk kepada kuasa menampung aliran dalam membawa nutrien dan muatan sedimen seperti batuan graver, pasir dan lumpur serta tumbuh-tumbuhan. Walau bagaimanapun, pembuangan sisa dan air buangan dari kawasan perindustrian, pertanian dan lain-lain turut merubah kepada perubahan hidrologi dan pencemaran air berlaku (Haslam, 1990).

Sungai juga mempunyai keupayaan yang berbeza dalam menerima sebarang perubahan. Pertambahan amaun nutrien tumbuhan seperti nitrat, sulfat dan fosforus



mungkin akan memberikan kesan pada tumbuhan dalam sungai berbanding dengan paras nutrien semulajadi sungai (Vesilind dan Pavoni, 1994).

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan adalah untuk memenuhi beberapa objektif yang telah digariskan.

Objektif kajian ini adalah seperti berikut:

- 1) Menentukan luahan sulfat di Sungai Menggatal.
- 2) Untuk memahami hubungan antara kepekatan sulfat dengan luahan sungai.
- 3) Untuk menentukan kemungkinan punca sulfat di Sungai Menggatal.

1.3 Kepentingan Kajian

Melalui kajian yang telah dijalankan, kemungkinan punca sulfat di kawasan kajian dapat ditentukan. Ini penting kerana tahap pencemaran sulfat di sepanjang sungai Menggatal amat bergantung kepada punca pencemaran yang berada di kawasan tadahannya. Oleh kerana terdapat banyak aktiviti manusia di sepanjang sungai Menggatal, penentuan kemungkinan punca sulfat ini penting untuk melihat apakah aktiviti yang menyumbang kepada pencemaran sulfat di sungai Menggatal.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Sulfat dalam Air

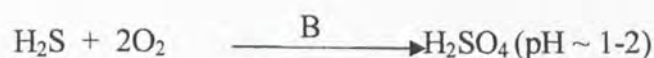
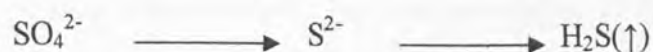
Sulfat merupakan ion yang banyak dalam kerak bumi dan paras kepekatannya dalam air boleh mencapai daripada beberapa mg hingga beribu mg per liter. Sisa buangan industri, pertanian dan perlombongan mungkin mengandungi kepekatan sulfat yang tinggi (Hamidi, 1999).

Sulfat biasanya hadir dalam air semulajadi dalam bentuk kalsium sulfat (CaSO_4) dan hadir dalam air buangan yang berpunca dari bahan cucian di mana sulfat adalah merupakan bahan tambahan dalam bahan cucian. Komponen sulfat dalam bahan cucian ini ada yang boleh biorosot dan ada yang tidak boleh. Di negara kita, penggunaan BAS (*Branched alkyl sulfonat*) dalam bahan cucian yang tidak boleh biorosot telah diharamkan dalam tahun 1995 (Hamidi, 1999).



Sulfat merupakan sebatian sulfur yang utama di dalam air semula jadi. Hampir semua tumbuhan memerlukan sulfur untuk proses tumbesaran terutamanya dalam sintesis asid-asid amino dan protein. Walau bagaimanapun, sulfur dalam bentuk unsur tidak boleh diserap oleh tumbuhan secara langsung dan hanya boleh diserap oleh tumbuhan apabila unsur sulfur bergabung dengan oksigen dari udara membentuk ion sulfat.

Kehadiran sulfat dalam air buangan boleh menyebabkan pengamatan pada pemetung. Ini kerana sulfat boleh bertindak balas dengan bakteria di dalam pemetung dan menghasilkan gas hidrogen sulfida (H_2S). Gas ini pula apabila bercampur dengan air akan menghasilkan asid sulfurik yang boleh menyebabkan pemetung berkarat. Persamaan kesan tindak balas sulfat ke atas pemetung ialah:



B = *Thiobacillus bacteria*

(Hamidi, 1999)



2.1.1 Kitar Sulfur

Kitar sulfur terjadi melalui proses pembentukan ion sulfat di dalam tanah yang diserap oleh tumbuhan. Ion sulfat akan bertukar kepada bentuk organik dan kemudian dikitar dalam ekosistem tumbuhan seperti biasa. Sulfur yang terikat dalam bahan organik terutamanya protein dalam tisu tumbuhan dan haiwan dikembalikan ke tanah dalam bentuk teroksida iaitu melalui tindakan bakteria pengoksidaan sulfur dalam tanah semasa penguraian jirim organik bersulfur (Arnell, 2002). Apabila tumbuhan mati, bakteria akan menurunkan protein yang mengandungi sulfat kepada hidrogen sulfida. Dalam keadaan oksigen yang rendah hidrogen sulfida adalah gas yang berbau.

Menurut Mazlin *et al.* (2003) pembebasan hidrogen sulfida ke dalam air sungai menyebabkan ia akan dioksidakan kepada ion sulfat. Selain sulfat, oksida sulfur lain yang wujud setelah mengalami proses pengoksidaan adalah sulfit (SO_3^{2-}), tritronat ($\text{S}_3\text{O}_6^{2-}$), tetratronat ($\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$) dan tiosulfat ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$).

Akan tetapi, sebahagian besar kolam simpanan ion sulfat mungkin terhilang ke aliran air dalam tanah melalui proses larut lesap yang disebabkan ketiadaan anion bercas positif untuk mengekalkannya dalam tanah. Pengembalian sulfur ke tanah berlaku melalui beberapa cara seperti berikut:

- a) Pelombongan bijih ferum(II) sulfida (FeS) daripada batuan endapan dalam kerak bumi dan ditukar menjadi sulfur terturun, iaitu hidrogen sulfida yang dioksidakan dengan serta-merta oleh oksigen bebas dari atmosfera secara berturut-turut membentuk sulfat.



RUJUKAN

- American Public Health Association, 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17 ed. APHA-AWWA WEF. American Public Health Assoc., Washington DC.
- Andrew, R.W., Jackson dan Julie Jackson, M., 1996. *Environmental Science (The Natural Environment and human impact)*. Longman Group Limited. Harlow.
- Arnell, N., 2002. *Hydrology and Global Environmental Change*. Pearson Education Limited. Harlow.
- Azman Abd. Wahab, 2002. *Status Semasa Kualiti Air Sungai Tebobon*. (Tesis Sm.Sn). SST. UMS.
- Brassington, R., 1988. *Field Hydrogeology*. Geological Society of London Professional Handbook Series. New York.
- Elizabeth Shaw, M., 1994. *Hydrology in Practice*, 3 ed. Chapman and Hall. London.
- Hamidi Abdul Aziz, 1999. *Kejuruteraan Air Sisa (Kualiti Air dan Air Sisa)*. Utusan Publications dan Distributors Sdn Bhd. Kuala Lumpur.
- Haslam, S.M., 1990. *River Pollution: An Ecological Perspective*. Belharen Press. London.
- Hellman, H., 1987. *Analysis Of Surface Water*. Ellis Horwood Limited. United Kingdom.
- Holmes, Sing, K. dan Theodore, L., 1993. *Handbook of Environmental Management and Technology*. Hohn Wiley and Sons, Inc. United State.



- Hornbeck, J.W. , Corbett, E.S. dan Lynch, J.E., 1984. *Forest Hydrology and Watershed Management*. Dlm. Wenger, K.F. (pnyt.). *Forestry Handbook Second Edition*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS), 1990. *Development of a Quality Index System for Water Quality Management* Dlm projek Pembentukan Kriteria dan Standard Kualiti Air (FASA II). Syed Muhammad Hooi dan Binnie Sdn. Bhd. Laporan Perunding.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS), 1999. *Laporan kualiti alam sekitar malaysia 1999*. Jabatan Kementerian Sains Teknologi Dan Alam Sekitar Malaysia. Kuala Lumpur.
- John Thayer, S., 1995. *Environmental Chemistry of the Heavy Elements: Hydrido and Organo Compounds*. VCH Publishers, Inc. New York.
- Mays, L.W. 1996. *Water Resources Handbook*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Mazlin Mokhtar, Mohd Talib Latif dan Lee Yook Heng, 2003. *Kimia air*. Utusan Publications and Distributors Sdn Bhd. Kuala Lumpur.
- Peavy, H.S., Rowe, D.R. dan Tchobanoglous, G., 1985. *Environmental Engineering (Water Resources and Environmental Engineering)*. Mc Graw-Hill, Inc, US.
- Puteri Laupe, 2003. *Luahan Fosfat di Sungai Telipok*. (Tesis Sm.Sn). SST. UMS.
- Rosminah Sait, 2003. *Ciri-ciri Luahan Fosfat (PO_4^{-1}) di Sungai Menggatal*. (Tesis Sm.Sn). SST. UMS.
- Rump, H.H and Krist, H., 1988. *Laboratory Manual for the Examination of Water, Waste Water and Soil*. Edisi ke-2. Weinhem, VCH.



- Sawyer, N.C., McCarty, L.P and Parkin, F.G., 1994. *Water Resources and Environmental Engineering*. Edisi ke-4. Mc Graw-Hill, Inc, US
- Singh, V.J., 1992. *Elementary Hydrology*. Perntice Hall, New Jersey.
- Tchobanoglous, G. dan Schroeder, E., 1987. *Water Quality: Characteristics, Modeling, Modification*. Davis Addison: University of California, Wesley Publishing Company.
- Vesilind, P.A., Rowe, R.D. dan Pavoni, J.L., 1994. *Kejuruteraan Alam Sekitar*. Noraini Jaafar (ptrj, 1997). Universiti Teknologi Malaysia: Johor.
- Vesilind, P.A. dan Peirce, J.J., 1983. *Environmental Pollution and Control*. Ann Arbor Science. United State Of America.
- Warren Viessman, Jr. dan Gary Lewis, L., 1996. *Introduction to Hydrology*, 4 ed. Harper Collins College Publishers. New York.
- Walling, D.E., Webb, B.W dan Rusell, M.A 1997. *Sediement-Associated Nutrient Transport in UK River*. Proceedings of Rabart Symposium S44, April-May 1997, University of Exeter, UK.
- Wan Ruslan Ismail, 1994. *Pengantar Hidrologi*. Dewan Bahasa Dan Pustaka . Kuala Lumpur.
- Wilson, E.M., 1983. *Hidrologi Kejuruteraan*. Fatimah, Hadibah, A.Aziz dan M.Noor (ptrj, 1992). Unit penerbitan akademik UTM: Johor.
- Yau Chinn Ann, 2000. *Kualiti Semasa Air Sungai Menggatal*. (Tesis Sm.Sn). SST. UMS.

