

**BEBAN NITRAT DAN PEPEJAL TERAMPAI DALAM SUNGAI INANAM
SEMASA ALIRAN RIBUT**

CLARENCE INSIONG

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

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

APRIL 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: BEBAN NITRAT DAN PEPEJAL TERKAMPAI DI SUNGAI
INANAM SEMASA ALIRAN RIBUT

Ijazah: SARJANA MUDA DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2004 - 2007

Saya CLARENCE INSIONG
(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

PERPUSTAKAAN
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan oleh


 (TANDATANGAN PENULIS)


 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KG SINULIHAN
LAMA, INANAM, SABAH

DR KAWI BIDIN
 Nama Penyelia

Tarikh: 20/04/07

Tarikh: 20/04/07

- 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).



PENGAKUAN

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

20 APRIL 2007



CLARENCE INSIONG

HS2004-3122

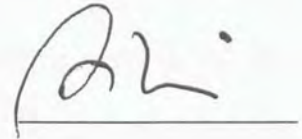


DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. **PENYELIA**

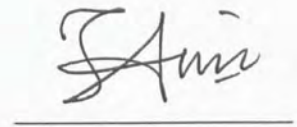
DR. KAWI BIDIN

2. **PEMERIKSA 1**

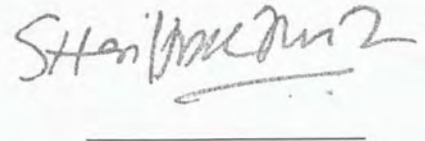
PROF MADYA DR. MOHD. HARUN ABDULLAH

3. **PEMERIKSA 2**

CIK FARRAH ANIS FAZLIATUL BT ADNAN

4. **DEKAN**

PROF MADYA DR. SYARIFF A.K. OMANG



PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Dr Kawi Bidin atas kerjasama dan tunjuk ajar yang telah diberikan dari mula hinggalah akhir disertasi ini disiapkan. Di samping itu juga, saya ingin mengambil kesempatan untuk mengucapkan berbanyak-banyak terima kasih kepada ibu bapa saya, rakan-rakan dan sesiapa yang selama ini telah banyak memberi tunjuk ajar dan galakkan kepada saya untuk menyiapkan disertasi ini.

Terima kasih.



ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk menentukan kadar beban nitrat dan pepejal terampai semasa kejadian hidrograf aliran ribut. Kejadian hidrograf direkodkan dengan mengambil bacaan kenaikan aras air sungai mengikut selang masa 5 minit semasa kejadian hidrograf ribut dan sampel air bagi setiap ketinggian aras air sungai diambil untuk analisis kepekatan nitrat dan jumlah pepejal terampai. Luahan sungai ditentukan dengan mengaplikasi persamaan Manning kepada bacaan aras air. Untuk memahami perubahan beban nitrat dan pepejal terampai, tiga stesen dipilih mewakili kawasan sebelum pembangunan, kawasan membangun dan kawasan selepas pembangunan. Kajian ini juga bertujuan untuk melihat perubahan beban nitrat dan pepejal terampai di sepanjang Sungai Inanam iaitu tiga stesen terpilih mewakili kawasan sebelum pembangunan, kawasan pembangunan dan kawasan selepas pembangunan. Kaedah pembauran digunakan untuk menentukan luahan sungai semasa hidrograf bukan-ribut. Nilai luahan sungai semasa aliran ribut semakin meningkat dengan kenaikan aras air sungai. Tambahan pula, beban nitrat dan pepejal terampai juga turut meningkat. Analisis data menunjukkan stesen kedua yang berlokasi sejurus selepas aliran melalui kawasan pembangunan mencatatkan beban nitrat dan pepejal terampai yang tertinggi berbanding dengan stesen-stesen yang lain.



NITRATE AND SUSPENDED SEDIMEN LOADING IN INANAM RIVER DURING STORM HYDROGRAPH

ABSTRACT

This study was carried out to determine the rate of nitrate and suspended solid loading during storm hydrograph event. Storm hydrograph has been recorded by measuring water level intervals at 5 minutes following each storm event and water samples were collected to analyze the concentrations of nitrate and suspended solids respectively. River discharge was then estimated by applying Manning's equation to the water level. To understand changes in nitrate and suspended solids loading along the Inanam river, three stations were selected represents undeveloped area, developed area and downstream at developed area respectively. Dilution technique was used to determine the river discharge during non-storm period hydrograph. The value of river discharge during storm runoff increases as the water level increases. In addition, the nitrate and suspended solids loading also increased. Data analysis showed that the second station located immediately after the river flowing through a developed area recorded highest nitrate and suspended solids loading compared to the other two stations.



KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI LAMPIRAN	xii
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	4
BAB 2 KAJIAN LITERATUR	
2.1 Nitrat	5
2.2 Sumber Nitrat	6
2.3 Larian Air Dan Aliran Sungai	7
2.4 Kitaran Nitrogen	8
2.5 Kesan Pembakaran Hutan Terhadap Larian Air Permukaan	11
2.6 Kesan Aktiviti Pertanian Terhadap Nitrat Dalam Sungai	13
2.7 Hubungan Saiz Lembangan Terhadap Luahan Sungai	14
2.8 Hubungan Kecerunan Lembangan Terhadap Aliran Sungai	15



2.9	Hubungan Kepadatan Saliran Dan Luahan Sungai	16
2.10	Komponen-komponen Hidrograf	17
2.11	Kesan Nitrat Dalam Air Minuman	18

BAB 3 METODOLOGI

3.1	Latar Belakang Kawasan Kajian	20
3.2	Pensampelan	21
3.3	Pengukuran Luahan Sungai	22
3.4	Pengukuran Luas Keratan Rentas Sungai	23
3.5	Pengukuran Halaju Aliran Air Sungai	23
3.6	Pengukuran Aras Air Sungai	26
3.7	Pengukuran Beban Nitrat	26
3.8	Pengukuran Kepekatan Nitrat Dalam Air Sungai	27
	3.8.1 Persampelan Di Stesen Utama	27
	3.8.2 Pensampelan Di Stesen Lain	29
	3.8.3 Analisis Makmal	31
3.9	Langkah-Langkah Kawalan	32
3.10	Hubungan Aras Air Dengan Luahan Sungai	34

BAB 4 KEPUTUSAN

4.1	Kenaikan Aras Air Sungai Semasa Ribut	35
4.2	Luahan Sungai Semasa Ribut	38
4.3	Perubahan Kepekatan Nitrat Dalam Air Sungai Semasa Kejadian Ribut	39
4.4	Beban Nitrat Dalam Sungai Semasa Ribut	42
4.5	Perubahan Jumlah Pepejal Terampai Dalam Air Sungai Semasa Kejadian Ribut	44
4.6	Hubungan Diantara Luahan Sungai Dengan Pepejal Terampai	46
4.7	Hubungan Diantara Kepekatan Nitrat Dengan Pepejal Terampai	47



4.8	Kenormalan Keputusan Kepekatan Nitrat dan Pepejal Terampai	49
4.9	Beban Nitrat Dan Pepejal Terampai Di Tiga Stesen Bahagian Atas	50
BAB 5	PERBINCANGAN	
5.1	Luahan Sungai Dengan Pepejal Terampai Semasa Aliran Ribut	55
5.2	Kepekatan Nitrat Dan Beban Nitrat Semasa Kejadian Ribut	56
5.3	Beban Nitrat Dan Pepejal Terampai Di Kawasan Sebelum Pembangunan, Kawasan Pembangunan Dan Kawasan Selepas Pembangunan	58
BAB 6	KESIMPULAN	60
RUJUKAN		62
LAMPIRAN		67



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
3.1	Nilai pekali kekasaran bagi jenis sungai yang berbeza-beza	25
4.1	Kenormalan keputusan kepekatan nitrat dan pepejal terampai untuk ribut pertama	49
4.2	Kenormalan keputusan kepekatan nitrat dan pepejal terampai untuk ribut kedua	50



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1	10
2.2	14
2.3	17
4.1	37
4.2	37
4.3	38
4.4	39
4.5	40
4.6	41
4.7	42
4.8	43
4.9	44
4.10	45
4.11	46
4.12	47
4.13	48
4.14	49



4.15	Graf bar yang menunjukkan perbandingan kepekatan nitrat di stesen-stesen bahagian atas sungai	52
4.16	Graf bar yang menunjukkan perbandingan jumlah beban nitrat di ketiga-tiga stesen sungai	53
4.17	Graf bar yang menunjukkan perbandingan jumlah pepejal terampai di ketiga-tiga stesen	54



SENARAI LAMPIRAN

Lampiran	Muka Surat
A Keputusan untuk ribut pertama (12.30pm, 24/12/06)	67
B Keputusan untuk ribut kedua (9.00am, 28/01/07)	68
C Keputusan untuk stesen-stesen yang mewakili sepanjang Sungai Inanam (10.40am, 22/02/07)	69
D Peta Inanam dan stesen-stesen pensampelan	70
E Peralatan Makmal Untuk Analisis Kepekatan Nitrat dan Pepejal Terampai	71
F Lokasi-lokasi Pensampelan	72



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

ml/L	milligram per liter
NO_3^-	ion nitrat
NO_2^-	ion nitrit
NH_4^+	ion ammonium
cm	sentimeter



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Pertumbuhan negara sememangnya tidak dapat dinafikan lagi iaitu banyak bergantung kepada alam semulajadi dan sumber aslinya. Pada masa kini, banyak kegiatan penerokaan alam semulajadi dilakukan oleh pihak-pihak kerajaan untuk mencari dan memperkayakan lagi sumber asli untuk meneruskan matlamat pembangunan negara. Menurut Dasar Alam Sekitar Negara, wawasan 2020 mengkehendaki tanah terus produktif, subur dan kaya dengan kepelbagaian alam, udara sentiasa bersih dan cerah dan air tidak tercemar (JAS, 2002).

Walaupun bagaimanapun, di sebalik kemajuan dan pembangunan negara yang semakin pesat pada masa kini juga akan turut mengundang kepada lebih banyak permasalahan yang timbul samada ditanggung oleh generasi masa kini atau generasi masa akan datang.



Sejajar dengan kemajuan dalam bidang sains dan teknologi, banyak peralatan canggih dan pelbagai jenis bahan kimia yang telah dicipta semata-mata untuk memajukan negara kita tanpa memikirkan impak atau risiko yang akan ditanggung di kemudian hari. Sebagai contoh penghasilan baja sintetik dan baja nitrogen inorganik oleh para saintis boleh meningkatkan hasil tanaman para petani di negara kita seterusnya meningkatkan lagi ekonomi negara kita dengan mengeksport hasil tanaman ke negara luar. Kelalaian kerajaan dan kelekaan orang ramai tentang akibat daripada penggunaan baja yang berlebihan di kawasan pertanian telah mengundang kepada pelbagai masalah pencemaran alam sekitar seperti yang berlaku di Medical Lake, Washington iaitu kejadian eutrofikasi akibat daripada kehadiran nutrien yang banyak di dalam badan air (Botkin & Keller, 2003).

Baja sintetik dan baja nitrogen inorganik yang telah dihasilkan oleh para saintis merupakan penyumbang utama kepada kehadiran nutrien iaitu nitrogen dan fosforus yang tinggi dalam badan air (Laenen, 1996). Kandungan utama baja yang dihasilkan itu adalah seperti kalium dan ammonium nitrat yang mana akan memasuki ke dalam sungai atau tasik melalui larian air permukaan semasa hujan berlaku.

Pembangunan negara yang terlalu pesat juga boleh menyebabkan permukaan bumi menjadi padat dengan bangunan-bangunan dan ini menggalakkan lebih banyak pembukaan kawasan tanah baru untuk dijadikan kawasan perumahan. Pada masa kini, lebih banyak kawasan hutan yang digondolkan dan bukit-bukau yang diratakan untuk tujuan pembangunan tanpa memikirkan kesan-kesan negatif terhadap flora dan fauna.



Contohnya adalah seperti kehilangan habitat haiwan dan juga menyebabkan kejadian tanah runtuh akibat kehilangan banyak tumbuhan tutup bumi. Aktiviti penggunaan tanah yang berleluasa untuk tujuan pembangunan ini juga mempunyai hubungkait dengan peningkatan nitrat dan pepejal terampai di dalam badan air (Ahearn *et al.*, 2004).

Pelbagai masalah sekitaran yang akan timbul akibat daripada peningkatan pepejal terampai dan kandungan nitrat dalam badan air. Contohnya tahap kandungan pepejal terampai yang tinggi dalam sesuatu badan air akan menyebabkan keadaan air menjadi keruh dan ini akan menyebabkan kualiti air menurun seperti kekurangan oksigen dan juga keamatan cahaya matahari untuk sampai ke bahagian dasar adalah kurang (Botkin & Keller, 2003). Kesan daripada kekeruhan badan air ini akan menyebabkan hidupan akuatik akan mati akibat kekurangan oksigen dan tumbuhan akuatik yang berada di bahagian dasar tidak dapat melakukan aktiviti fotosintesis. Manakala tahap kepekatan nitrat yang tinggi di dalam badan air akan menyebabkan kejadian '*alga bloom*' iaitu fenomena pertumbuhan alga yang banyak sehingga menyebabkan permukaan air dilapisi dengan alga (Boyd & Tucker, 1998). Ini akan menyebabkan keadaan permukaan air kelihatan berwarna hijau dan mengurangkan keamatan cahaya matahari untuk sampai ke bahagian dasar air.



1.2 Objektif Kajian

Penyelidikan ini mempunyai beberapa objektif utama iaitu:

- i. Menentukan perubahan beban nitrat semasa aliran ribut.
- ii. Menentukan jumlah pepejal terampai semasa kejadian ribut.
- iii. Menentukan kadar luahan sungai semasa kejadian ribut.
- iv. Menentukan perbezaan jumlah beban nitrat di tiga stesen sungai yang mewakili kawasan sebelum pembangunan, kawasan pembangunan dan kawasan selepas pembangunan.



BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Nitrat

Unsur nitrogen biasanya hadir di dalam air dalam bentuk ammonium (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-) (Csuros, 1997). Unsur nitrogen daripada alam semulajadi ditukar kepada ammonium, nitrit dan nitrat melalui proses nitrifikasi yang mana melibatkan bakteria penitritan seperti *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* (Currie & Pepper, 1993).

Nitrat adalah bercas negatif atau anion. Nitrat dalam tanah mudah memasuki ke bahagian bawah tanah apabila dibawa oleh air. Ini adalah disebabkan sifat nitrat yang sangat larut dalam air dan juga tidak membentuk ikatan dengan partikel tanah (Niagolova *et al.*, 2005). Nitrat dalam tanah apabila mengalami proses penurunan akan menjadi nitrit dan kemudian menjadi ammonium dan akhirnya terlepas ke udara dalam bentuk gas nitrogen. Bakteria pendenitritan akan melakukan proses Penurunan nitrat



dalam tanah. Akar tumbuhan akan menyerap nitrat dan nitrit tetapi perlu ditukar terlebih dahulu kepada ammonium sebelum ia boleh bertindak balas untuk menghasilkan asid amino (Xia *et al.*, 2004).

2.2 Sumber Nitrat

Menurut Niagolova *et al.*, (2005) sumber utama yang menyumbang kepada kehadiran nitrat dalam aliran sungai adalah daripada aktiviti pertanian. Pada masa kini, lebih ramai petani yang cenderung untuk menggunakan baja sintetik dan baja inorganik untuk meningkatkan hasil tanaman mereka. Walaubagaimanapun, sebilangan besar petani di negara kita masih kurang pendedahan berkaitan dengan teknik penggunaan baja yang betul iaitu penggunaan baja yang berlebihan akan memberi kesan negatif terhadap alam sekitar. Semasa musim hujan, larian air permukaan akan mengangkut ammonium dan nitrat masuk ke dalam sungai yang berhampiran (Reinhardt *et al.*, 2006). Di samping itu, air bawah tanah juga boleh tercemar dengan nitrat akibat daripada kemasukan nitrat ke dalam tanah melalui liang tanah (Sorensen & Jorgensen, 1993). Kos perbelanjaan yang tinggi diperlukan untuk merawat semula air bawah tanah yang telah tercemar dengan nitrat.

Sisa kumbahan daripada kawasan perumahan dan sisa najis daripada ladang penternakan juga menyumbang dengan banyak nitrat dalam sungai (Laenen, 1996). Nitrogen dalam air boleh ditukar kepada nitrat melalui proses alam semula jadi. Oleh itu, semua sumber nitrogen terutamanya nitrogen organik dan ammonia boleh



mengakibatkan pencemaran nitrat dalam sungai (Weldon & Hornbuckle, 2006). Nitrogen organik adalah seperti sisa kumbahan manusia dan najis haiwan.

2.3 Larian Air Dan Aliran Sungai

Larian air adalah bermaksud air yang mengalir di bahagian permukaan tanah ataupun dalam tanah manakala aliran sungai pula adalah bermaksud aliran air dalam sistem saliran ataupun sungai (Viessman & Lewis, 2003). Takungan simpanan air di dalam tanah mempunyai had kapasiti untuk menampung air yang mana apabila had kapasiti itu dicapai, maka tanah itu dikatakan telah tepu dan air tidak akan memasuki ke dalam tanah lagi (Viessman & Lewis, 2003). Oleh itu, tanah akan menjadi tepu dengan cepat semasa kejadian ribut dan akan menghasilkan larian air permukaan. Selain itu juga, kadar jatuhan hujan ke permukaan tanah juga melebihi kadar pengambilan oleh akar tumbuhan (Hersch, 1978). Air boleh memasuki melalui liang-liang tanah dan akhirnya masuk ke dalam sungai untuk menghasilkan aliran sungai.

Semasa hujan berlaku, ia akan membasahi bahagian atas permukaan tanah dan air akan memasuki ke dalam tanah. Jatuhan hujan juga akan dipintas terlebih dahulu oleh tumbuhan, pokok dan bangunan sebelum jatuh ke permukaan tanah. Larian air permukaan yang berlaku adalah akibat daripada tanah menjadi tepu dan seterusnya larian air permukaan akan mengalir masuk ke dalam aliran sungai.



Faktor yang mempengaruhi kadar larian air ialah faktor iklim iaitu kadar kelembatan hujan dan tempoh jatuhan hujan itu berlaku. Jatuhan hujan yang lebat ataupun ribut apabila melebihi kadar keupayaan susupan tanah akan menghasilkan larian air permukaan (Hersch, 1978). Selain itu, bagi taburan hujan yang seragam tetapi berlaku dalam suatu tempoh masa yang lama akan menyebabkan tanah menjadi tepu dan air hujan yang jatuh tidak lagi meresap masuk ke dalam tanah sebaliknya mengalir di bahagian permukaan tanah (Hersch, 1978).

2.4 Kitaran Nitrogen

Udara di sekeliling kita sebahagian besarnya adalah terdiri daripada gas nitrogen iaitu kira-kira 78% berbanding dengan komposisi gas yang lain seperti oksigen, karbon dioksida dan sebagainya (Botkin & Keller, 2003). Gas nitrogen di udara boleh menyumbang kepada pembentukan nitrat dalam tanah melalui tindakan bakteria pengikat nitrogen seperti *Rhizobium*, *Azotobacter* dan *Clostridium* (Hoek *et al.*, 1998).

Walaupun bagaimanapun, menurut Niagolova *et al.*, (2005) sumber antropogenik seperti penggunaan baja inorganik dan sisa organik seperti kumbahan lebih banyak menyumbang nitrat dalam tanah dan air berbanding dengan tindakan alam semula jadi yang hanya menyumbang sedikit nitrat dalam tanah dan air.

Rajah 2.1 menunjukkan kitaran nitrogen yang mana menjelaskan secara ringkas proses pertukaran nitrogen kepada nitrat secara semulajadi. Nitrogen di udara



boleh ditukarkan kepada nitrat dalam tanah melalui beberapa proses iaitu tindakan bakteria pengikat nitrogen dan tindakan kilat. Bakteria pengikat nitrogen seperti *Rhizobium* terdapat di dalam nodul tumbuhan kekacang akan menukar gas nitrogen kepada ammonia melalui proses penurunan yang mana tumbuhan kekacang akan mendapat sumber nitrogen untuk membentuk asid amino (Hoek *et al.*, 1998). Sebaliknya, *Rhizobium* akan menggunakan karbohidrat pada tumbuhan kekacang itu untuk sumber tenaga yang diperlukan untuk melakukan proses penukaran gas nitrogen kepada ammonia itu. Apabila tumbuhan itu mati, bakteria pengurai akan menguraikan tumbuhan itu dan kemudian ammonia daripada asid amino tumbuhan akan masuk ke dalam tanah (Xia *et al.*, 2004). Proses ini dikenali sebagai proses pengammoniaan.

Proses nitrifikasi akan berlaku pada ammonia itu yang mana melibatkan dua jenis bakteria penitritan iaitu *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Pada mulanya, bakteria *Nitrosomonas* akan mengoksidakan ammonia kepada nitrit dalam tanah. Kemudian, bakteria *Nitrobacter* pula akan mengoksidakan nitrit kepada nitrat (Hoek *et al.*, 1998).

Nitrat dalam tanah ini boleh diangkut bersama-sama dengan air hujan untuk memasuki sungai atau bawah tanah dan meningkatkan tahap kandungan nitrat dalam air sungai dan air bawah tanah (Sorensen & Jorgensen, 1993). Tumbuhan akan menyerap nitrat dan nitrit dalam tanah tetapi ia perlu ditukarkan terlebih dahulu kepada ammonia melalui proses penurunan sebelum boleh digunakan untuk membentuk asid amino (Farmer, 1997). Tindakan kilat juga boleh menukarkan gas



RUJUKAN

- Ahearn, D. S., Sheibley, R. W., Dahlgren, R. A., Anderson, M., Johnson, J. dan Tate, K. W. 2004. *Land Use And Land Cover Influence On Water Quality In The Last Free-Flowing River Draining The Western Sierra Nevada, California*. **313**, 234-247.
- Anderson, M. G. & Burt, T. P. (eds). 1985. *Hydrological Forecasting*. John Wiley & Sons, United States, America.
- Baresell, C. dan Destouni, G. 2005. Novel Quantification of Coupled Natural and Cross-Sectoral Water and Nutrient/Pollutant Flows for Environmental Management. *Environmental Sciences and Technologies* **39** (16), 6182-6189.
- Boldrin, A., Langone, L., Miserocchi, S., Turchetto, M. dan Acri, F. 2005. Po River plume on the Adriatic continental shelf: Dispersion and sedimentation of dissolved and suspended matter during different river discharges rates. *Environmental Sciences and Technologies* **222-223**, 135-158.
- Boyd, C. E. & Tucker, C. S. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Pearson Education Inc., United States, America.



- Botkin, D. B. & Keller, E. A. 2003. *Environmental Science: earth as a living planet*. Ed-4. John Wiley & Sons, United States, America.
- Candela, A., Aronica, G. dan Santoro, M. 2005. Effects of Forest Fires on Flood Frequency Curves in a Mediterranean Catchment. *Hydrological Sciences-Journal* **50** (2), 193-205.
- Csuros, M. 1997. *Environmental Sampling & Analysis Lab Manual*. Boca Daton, Florida.
- Currie, J. C. & Pepper, A. T. (eds). 1993. *Water And The Environment*. England.
- Farmer, A. 1997. *Managing Environmental Pollution*. John Wiley & Sons, United States, America.
- Hadibah Ismail, Fatimah Mohd. Noor & Azmahani A. Aziz. 1996. *Hidraulik Saluran Terbuka*. Universiti Teknologi Malaysia, Johor.
- Hoek, K. W., Erismen, J. W. & Smeulders, S. (eds). 1998. *Proceedings of the First International Nitrogen Conference*. Pearson Education Inc., United States, America.
- Herschy, R. W. 1978. *Hydrometry*. John Wiley & Sons Ltd, United States, America.



- Jabatan Alam Sekitar, 2002. *Dasar Alam Sekitar Negara (National Policy on the Environment)*, Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar, Malaysia.
- Jabatan Perkhidmatan Kajicuaca Cawangan Sabah. Data Taburan Hujan Pada 2005 dan 2006.
- Laenen, A. 1996. *River Quality Dynamics & Restoration*. Portland, Oregon.
- Low Hock Chee. 2003. *Paras Nitrat & Fosfat Di Sungai Inanam*. University Malaysia Sabah, Kota Kinabalu. (Belum Diterbitkan)
- Marzuin Abd. Rahmat. 2003. *Ciri-Ciri Luahan Nitrat Di Sungai Telipok, Sabah*. University Malaysia Sabah, Kota Kinabalu. (Belum Diterbitkan)
- Niagolova, N., McElmurry, S. P., Voice, T. C., Long, D. T., Petropoulos, E. A., Havezov, I., Chou, K. dan Ganev, V. 2005. Nitrogen Species in Drinking Water Indicate Potential Exposure Pathway for Balkan Endemic Nephropathy. *Environmental Pollution* **134**, 229-237.
- Reinhardt, M., Muller, B., Gachter, R. dan Wehrli, B. 2006. Nitrogen Removal in a Small Constructed Wetland: An Isotope Mass Balance Approach. *Environmental Sciences and Technologies* **40** (10), 3313-3318.



- Said Ali Bin Shahirul. 2003. *Analisis Kualiti Air Semasa Sungai Inanam Berdasarkan Parameter Terpilih*. University Malaysia Sabah, Kota Kinabalu. (Belum diterbitkan)
- Sorensen, B. H. & Jorgensen, S. E. 1993. *The Removal Of Nitrogen Compounds From Wastewater*. John Wiley & Sons, United States, America.
- Streeter V. L. & Wylie E. B. 1985. *Fluid Mechanics*. John Wiley & Sons, United States, America.
- Tan, C. H. 2003. *Penentuan Kepekatan Nitrat dan Fosfat Sekitar Muara Sungai Likas*. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu. (Belum diterbitkan)
- Viessman, W. J. & Lewis, G. L. 2003. *Introduction To Hydrology*. Ed-5. John Wiley & Sons, United States, America.
- Wazfarina Binti Abdul Wahid. 2003. *Logam Berat dalam Sedimen Sungai Inanam*. University Malaysia Sabah, Kota Kinabalu. (Belum diterbitkan)
- Weldon, M. B. dan Hornbuckle, K. C. 2006. Concentrated Animal Feeding Operations, Row Crops, and Their Relationship to Nitrate in Eastern Iowa Rivers. *Environmental Sciences and Technologies* **40** (10), 3168-3173.



Xia, X. H., Yang, Z. F., Huang, G. H., Zhang, X. Q., Yu, H. and Rong, X. 2004.

Nitrification In Natural Waters With High Suspended-Solid Content.

Environmental Sciences and Technologies **57**, 1017-1029.

Zonta, R., Collavini, F., Zaggia, L. and Zuliani, A. 2005. The Effect Of Floods On The

Transport Of Suspended Sediments And Contaminants. *Environmental*

Sciences and Technologies **31**, 948-958.

