

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: LUAHAN NITRAT SEMASA DI SUNGAI MENGGATAL

Ijazah: SAINS SEKITARAN

SESI PENGAJIAN: 2002 - 2005

Saya ZAINAB AB RAZAK

(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

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 61, KG TANJUNG
CHAT, JLN SUNGAI KELADI

15300 KOTA BHARU, KELANTAN

DR KAWI B. BIDIN

Nama Penyelia

Tarikh: 24 MAC 2005

Tarikh: _____

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).



LUAHAN NITRAT SEMASA DI SUNGAI MENGGATAL

ZAINAB BT AB RAZAK

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

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL 2005

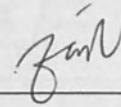


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

24 Mac 2005



ZAINAB BT AB RAZAK

HS2002-3938



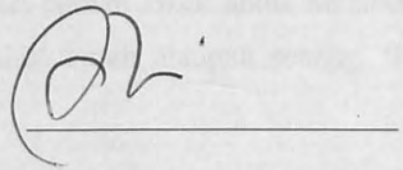
PERAKUAN PEMERIKSA

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

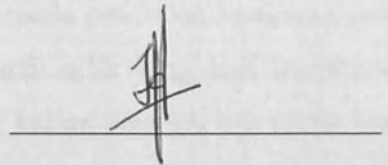
1. PENYELIA

(Dr. Kawi b. Bidin)



2. PEMERIKSA 1

(En. Justin Sentian)



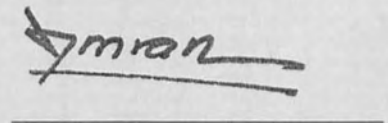
3. PEMERIKSA 2

(Cik Kamsia bt Budin)



4. DEKAN

(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)



PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur kepada yang Esa kerana dengan izinNya dapat juga saya menangani masalah-masalah yang berkaitan dan menyiapkan projek tahun akhir ini dalam tempoh yang ditetapkan.

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih yang tak terhingga buat semua yang telah membantu dalam menjayakan kajian ini sama ada secara langsung atau tidak langsung, terutamanya kepada penyelia saya iaitu Dr Kawi b. Bidin untuk segala tunjuk ajar dan bimbingan dari beliau, Ashikin yang tidak pernah lokek untuk memberi tunjuk ajar, Ema yang sentiasa bersama tidak kira dalam susah ataupun senang, Sri Haryani dan juga kepada rakan-rakan yang lain.

Buat keluarga tersayang, jutaan terima kasih kerana sentiasa memberi dorongan dan juga sokongan dari segi kewangan. Tidak lupa juga kepada penduduk kampung yang mesra menerima kunjungan dan sudi bekerjasama serta adik-adik yang sudi membantu pada setiap kali kunjungan ke lapangan, pertolongan dari kalian amatlah bermakna buat saya.

Mungkin banyak kelemahan yang terdapat dalam penulisan disertasi ini namun saya berharap hasil kerja saya ini bakal menjadi panduan kepada orang lain pada masa yang akan datang, insyaallah.

Zainab Ab Razak

HS2002-3938

HS11



ABSTRAK

Kajian ini telah dijalankan di Sungai Menggatal di empat stesen terpilih di sepanjang Sungai Menggatal bermula 10 November 2004 sehingga 18 Januari 2005. Stesen 1 dan Stesen 2 terletak di hilir sungai dari Pekan Menggatal manakala Stesen 3 dan Stesen 4 terletak di hulu sungai. Persampelan telah dijalankan sebanyak enam kali. Kajian ini dilakukan untuk mengkaji perkaitan antara luahan air sungai dan kepekatan nitrat, pengaruh parameter hidrokimia seperti DO, pH dan suhu terhadap kepekatan nitrat serta untuk mengenalpasti kemungkinan punca (kawasan) pencemaran nitrat di Sungai Menggatal. Analisis nitrat di makmal telah dilakukan dengan menggunakan Kaedah Asid Fenoldisulfonik dan pengukuran luahan dibuat dengan menggunakan Kaedah Halaju Keluasan. Luahan sungai dan kepekatan nitrat menunjukkan perkaitan yang jelas di mana secara umumnya, peningkatan luahan menyebabkan penurunan kepekatan nitrat ekoran dari proses pembauran. Parameter hidrokimia seperti DO, pH dan suhu didapati mempengaruhi kepekatan nitrat. Julat angkutan nitrat di Sungai Menggatal adalah di antara 3.43 gs^{-1} hingga 6.59 gs^{-1} . Pekan Menggatal dikenalpasti antara punca utama yang berkemungkinan menjadi penyumbang kandungan nitrat yang tinggi dalam Sungai Menggatal berdasarkan pemerhatian di lapangan, min kepekatan nitrat, hasilan nitrat harian.



CURRENT NITRATE DISCHARGE IN MENGGATAL RIVER

ABSTRACT

This study was conducted to determine current nitrate discharge at four chosen station along Menggatal River. Station 1 and Station 2 were situated at upstream from Pekan Menggatal while Station 3 and Station 4 were located downstream at Menggatal River. The sampling was conducted for six times between 10 December 2004 until 18 January 2005. This study was carried out to determine the correlation between river discharge and nitrate concentration, the influence of Hydro chemical parameter such as Dissolved Oxygen (DO), pH, temperature and also discussed influence on nitrate concentration. Nitrate analysis was analyzed by Phenoldisulfonic Acid Method and discharge measurement was done by using Velocity Area Method. River discharge and nitrate concentration shows clearly the correlation generally. The increasing of river discharge causes the decreasing of nitrate concentration because of dilution process. Hydro chemical parameter was found as a factor which had influence the nitrate concentration. Nitrate transport in Menggatal River was between 3.43 gs^{-1} and 6.59 gs^{-1} . The probability of point source of nitrate was investigated between Station 3 and Station 2 near Pekan Menggatal area based on field observation, mean nitrate concentration and mean daily loading.



SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI JADUAL	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 PENGENALAN	1
1.2 Lokasi Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	6
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 LUAHAN SUNGAI	7
2.2 KITAR NITROGEN	9
2.2.1 Nitrifikasi	10
2.2.2 Ammonifikasi	11



2.2.3 Denitrifikasi	11
2.2.4 Ciri-ciri Ion Nitrat (NO_3^-)	12
2. Mekanisme Luahan Nitrat	12
2.4 Input Nitrat Ke Dalam Sungai	15
2.5 Kesan-kesan Nitrat	19
2.5.1 Penyakit	19
2.5.2 Pengeutrofikatan	20
2.6 Parameter-parameter Hidrokimia	22
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH	
3.1 PENGENALAN	24
3.2 PENGUKURAN LUAHAN SUNGAI	24
3.2.1 Pemilihan Stesen Pencerapan	25
3.2.2 Menentukan dan Mengira Luas Keratan Rentas	26
3.2.3 Mengukur Halaju Arus Dalam Keratan Rentas	26
3.3 PERSAMPELAN AIR SUNGAI	27
3.4 PENGUKURAN KAEDAH IN-SITU	28
3.5 ANALISIS NITRAT	28
3.5.1 Penyediaan Reagen	28
3.5.2 Penentuan Nitrat	29
3.5.3 Graf Kalibrasi Nitrat	29



BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN	
4.1 KEPEKATAN NITRAT SEMASA DI SUNGAI MENGGATAL	31
4.2 PERKAITAN ANTARA LUAHAN AIR SUNGAI DENGAN KEPEKATAN NITRAT	34
4.3 HUBUNGAN ANTARA KEPEKATAN NITRAT DENGAN PARAMETER HIDROKIMIA	37
4.3.1 Nilai DO	37
4.3.2 Nilai pH	40
4.3.3 Suhu	42
4.4 HASILAN NITRAT HARIAN DAN PENENTUAN PUNCA NITRAT	44
BAB 5 KESIMPULAN	47
RUJUKAN	50
LAMPIRAN	53



SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

%	Peratus
BOD	Biological Oxygen Demand
°c	celcius
COD	Chemical Oxygen Demand
DO	Dissolved Oxygen
Fe ²⁺	Ion ferum (II)
Fe ³⁺	Ion ferum (III)
gs ⁻¹	gram per saat
H ⁺	Hidrogen
mg ^l ⁻¹	miligram per liter
m ³ s ⁻¹	meter padu per saat
NH ₃	Ammonia
NO ₂	Nitrit
NO ₃	Nitrat
NO ₃ ⁻	ion nitrat
(NH ₂) ₂ CO	urea
NO ₃ ⁻ N	Nitrat nitrogen
kghari ⁻¹	kilogram per hari

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Mukasurat	
1.1	Lakaran peta kawasan kajian, Sungai Menggatal	5
2.1	Kitaran nutrien (nitrogen)	14
4.1	Min kepekatan nitrat di stesen persampelan 1, 2, 3 dan 4	32
4.2	Graf kepekatan nitrat terhadap luahan air sungai di stesen 1, 2,3 dan 4	36
4.3	Graf kepekatan nitrat terhadap nilai DO di stesen 1, 2,3 dan 4	39
4.4	Graf kepekatan nitrat terhadap nilai pH di stesen 1, 2,3 dan 4	41
4.5	Graf kepekatan nitrat terhadap suhu di stesen 1, 2,3 dan 4	43
4.6	Min hasil nitrat harian di stesen 1, 2,3 dan 4	46



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
4.1 Min Kepekatan nitrat di sungai-sungai sekitar Sabah	33



SENARAI LAMPIRAN

Lampiran A	Data deskriptif bagi setiap stesen persampelan	53
Lampiran B	Nilai bagi parameter hidrokimia	55

PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Kecekapan adalah antara faktor utama yang mempengaruhi kualiti air. Kecekapan air adalah kemampuan air untuk melaksanakan fungsi-fungsinya dengan baik. Kecekapan air dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kualiti air, suhu, tekanan, dan kandungan kimia. Kecekapan air yang rendah dapat menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk memantau kecekapan air secara berkala dan melakukan tindakan pencegahan jika diperlukan. Kecekapan air yang rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kontaminasi kimia, suhu yang tinggi, dan tekanan yang rendah. Kecekapan air yang rendah dapat menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk memantau kecekapan air secara berkala dan melakukan tindakan pencegahan jika diperlukan.

Kecekapan air yang rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kontaminasi kimia, suhu yang tinggi, dan tekanan yang rendah. Kecekapan air yang rendah dapat menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk memantau kecekapan air secara berkala dan melakukan tindakan pencegahan jika diperlukan. Kecekapan air yang rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kontaminasi kimia, suhu yang tinggi, dan tekanan yang rendah. Kecekapan air yang rendah dapat menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk memantau kecekapan air secara berkala dan melakukan tindakan pencegahan jika diperlukan.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Nitrogen adalah nutrien sumber asas yang penting bagi pertumbuhan tumbuhan termasuklah alga dalam persekitaran air permukaan dan juga penting bagi reproduksi dalam ekosistem. Nitrat amnya adalah nutrien dominan dalam sumber air permukaan. Namun kehadiran nitrogen dalam kuantiti yang banyak akan menyebabkan gangguan pada ekosistem (Mueller dan Helsel, 1996; Sharpley dan Ahuja, 1993). Ianya dianggap sebagai bahan pencemar kepada sumber air yang boleh memberi kesan kepada kesihatan manusia di mana nitrat adalah unsur paling dominan yang menyumbang kepada pencemaran sumber air (Chapman, 1992). Terdapat empat spesies nitrogen terlarut yang utama iaitu nitrat, nitrit, ammonium dan sebatian organik nitrogen yang wujud dalam air.

Nitrat wujud di sekitaran hasil dari sumber semulajadi ataupun berpunca dari aktiviti-aktiviti manusia itu sendiri. Kandungan nitrat dalam air permukaan dipengaruhi oleh proses-proses hidrologi seperti air larian permukaan, bekalan air bawah tanah dan curahan hujan. Air larian membawa bersama-sama bahan kimia yang digunakan dalam agro-pertanian melalui baja kimia dan racun perosak. Selain itu, hasil bahan organik



seperti baja organik, najis haiwan dan manusia serta simbiotik tumbuhan, dan pengairan juga turut menjadi penyumbang utama kepada kewujudan nitrat di dalam air permukaan. Punca-punca nitrat ini memasuki kitaran hidrologi melalui hujan dan air larian menyebabkan pencemaran sistem air permukaan (Sharma, 1993).

Sungai digunakan bagi pelbagai aktiviti bagi penduduk setempat, selain membekalkan bekalan air bagi yang masih belum mempunyai sistem bekalan air moden, sungai juga digunakan sebagai sistem pengangkutan dan sumber protein. Namun penggunaan baja pertanian berlebihan yang melarutresap ke dalam sistem air permukaan boleh menyebabkan pencemaran dalam sistem akuatik yang mana boleh menyebabkan kadar eutrofikasi meningkat dan juga hidupan akuatik dan tumbuhan akuatik kurang mendapat bekalan oksigen (Webb, 1983).

Sistem sungai terdiri daripada anak sungai dan arah alirannya, yang mana aliran satu halanya membawa bahan terlarut dan partikel-partikel dari sumber semulajadi dan antropogenik bersamanya termasuklah juga nutrien. Ekosistem sungai yang stabil bergantung kepada faktor luaran seperti bahan buangan industri dan sisa perbandaran, baja dan racun dari pertanian. Pengeluaran hasil pertanian moden yang besar memerlukan penggunaan baja dalam kuantiti yang besar (Vinten *et al.*, 1991). Penggunaan bahan kimia untuk tujuan pertanian yang tidak wajar, luahan kumbahan dari ladang ternakan, dan hakisan tanah menjadikan pertanian merupakan sumber utama yang menyumbang kepada pencemaran air sungai di samping sumber-sumber lain seperti sisa industri dan larian perbandaran. Bahan-bahan ini akan melarutresap dan mengalir bersama aliran air

sungai ke hilir (Goltermann, 1985; Admiraal dan van Zanten, 1988; Admiraal *et al.*, 1992).

Anggaran secara kuantitatif bagi luahan nutrien adalah sangat kompleks kerana ianya bergantung kepada faktor tanah, faktor ambilan nutrien, faktor agronomik, faktor pengairan dan faktor iklim (Maidment, 1992; Sharma, 1993). Kajian ini difokuskan pada luahan nutrien nitrat dalam air permukaan melalui aliran sungai.

1.2 Lokasi Kajian

Lokasi yang dipilih bagi kawasan kajian ini adalah Sungai Menggatal yang berada pada kedudukan latitud $05^{\circ} 58' \text{ U}$ ke $06^{\circ} 0' \text{ U}$ dan longitud $116^{\circ} 10' \text{ T}$ yang terletak di Pantai Barat Sabah. Sebanyak empat stesen yang dipilih di sepanjang aliran sungai ini iaitu dari Pekan Menggatal sehinggalah ke Kampung Mansiang. Setiap stesen adalah berdekatan dengan punca-punca yang berkemungkinan menjadi penyumbang kepada kepekatan nitrat di dalam sungai sama ada kawasan pekan, petempatan dan aktiviti penternakan. Sungai Menggatal dapat dikategorikan sebagai sungai tua kerana berarus perlahan dan berliku. Kawasan tadahan Sungai Menggatal berpunca dari kawasan berbukit-bukau. Banjir akan terjadi sekiranya berlaku hujan lebat yang tidak berhenti-henti.

Lokasi Stesen 1 adalah di hilir sungai di kawasan petempatan berhampiran dengan Pasar Menggatal di Pekan Menggatal. Pekan Menggatal merupakan tempat kegiatan ekonomi utama bagi penduduk setempat yang mungkin menjadi penyumbang

utama kepada kehadiran nitrat di dalam sungai dengan pembuangan sisa-sisa buangan sayur-sayuran dari Pasar Menggatal yang dibuang terus ke dalam sungai. Stesen 2 pula adalah di pinggir Pekan Menggatal yang mana luahan domestik berupa air buangan terus dialirkan ke dalam sungai dari kedai-kedai dan juga perumahan yang berhampiran.

Stesen seterusnya ialah Stesen 3 adalah di hulu Sungai Menggatal dan Stesen 4 pula terletak di Kampung Mansiang di mana terdapat petempatan, kebun sayur dan buah-buahan serta aktiviti penternakan di sekitar stesen ini.



1.3 Objektif Kajian

Kajian ini menggariskan beberapa objektif yang perlu dicapai iaitu:

- i. Menentukan kaitan antara kadar luahan semasa air sungai dengan kepekatan nitrat di sungai tersebut.
- ii. Mengenalpasti hubungan antara parameter hidrokimia (*in-situ*) seperti pH, suhu, DO dengan kepekatan nitrat.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 LUAHAN SUNGAI

Hidrologi sungai merujuk kepada aliran air dalam saluran sungai, ciri-ciri kawasan tadahan dan rangkaian alur yang mempengaruhi proses air larian permukaan dan hubungan antara aliran dan bentuk alur sungai (Singh, 1995). Sungai boleh dilihat sebagai suatu sektor yang setiap satunya menerima dan meluahkan air, sedimen, bahan organik dan nutrien (Petts dan Color, 1996). Menurut Singh (1995), angkutan nutrien dalam air permukaan dipengaruhi oleh proses-proses fizikal, kimia dan mikrobiologi.

Luahan adalah berkadaran terhadap luas keratan rentas sungai dan purata halaju sesuatu sungai (Wan Ruslan, 1994). Luahan sungai adalah aliran permukaan walaupun penyumbang terbesar air dalam sungai khasnya aliran dasar adalah sub-permukaan dan dalam sesetengah keadaan adalah air bawah tanah. Profil luahan bagi sistem air permukaan terdiri dari tiga komponen iaitu larian permukaan, aliran antara dan aliran air bawah tanah (Dingman, 1999). Keadaan sungai mempengaruhi aliran air dan luahan.



Secara amnya, luahan meningkat dengan pertambahan keluasan kawasan tadahan. Pengaliran air yang laju memerlukan alur yang besar, oleh itu saiz alur iaitu kelebaran dan kedalaman berkait rapat dengan kawasan tadahan (Singh, 1995). Pengaliran air bagi suatu kawasan tadahan oleh sungai merupakan komponen yang penting dalam imbalan air dan aliran air tersebut adalah jalan utama (media) utama bagi bahan-bahan nutrien, agro-kimia atau sedimen diangkut keluar daripada sistem tadahan. Luahan tinggi menyebabkan perubahan dalam keluasan, kedalaman dan kelajuan sungai. Kadar luahan berubah-ubah bergantung kepada variasi hujan harian dan tahunan serta perubahan musim (Allen, 1995).

Hidrograf adalah komponen penting dalam menentukan luahan sesebuah sungai. Hidrograf adalah graf luahan air melawan yang melalui suatu keratan rentas diplot melawan masa. Hidrograf juga boleh dikatakan keadaan air melawan masa. Keadaan air yang dimaksudkan untuk membentuk hidrograf adalah aras air dan luahan. Sifat sebatang sungai seperti bentuk dan keratan rentas, cerun dan kekasaran dasar sungai boleh mempengaruhi bentuk hidrograf. Luahan berkadaran terhadap luas keratan rentas sungai dan purata halaju sungai. Halaju sungai, v berkadaran songsang dengan punca ganda dua kecerunan saluran. Perjalanan aliran yang tersekat-sekat akan melambatkan laluan air daripada terus menyumbang kepada luahan air (Wan Ruslan, 1994).

2.2 KITAR NITROGEN

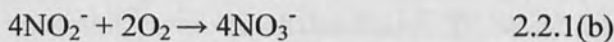
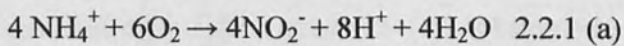
Nitrogen adalah unsur yang sangat penting bagi keperluan kehidupan samalah seperti unsur karbon. Kandungan nitrogen di atmosfera adalah lebih kurang 78% tetapi ianya tidak dapat digunakan terus oleh tumbuh-tumbuhan dan perlu ditukar kepada bentuk ion NO_3^- sebelum dapat diambil dan digunakan oleh tumbuhan. Bakteria dan alga biru-hijau yang terdapat dalam tanah dan yang melekat pada akar pokok menukarkan nitrogen kepada ammonia (NH_3) melalui proses pengikatan nitrogen dan bakteria Nitrosomonas pula menukarkan ammonia ini kepada nitrit (NO_2) dan seterusnya bakteria Nitrobakter menukarkan nitrit kepada nitrat (NO_3) lalu diambil oleh tumbuhan. Proses ini berlaku melalui proses nitrifikasi. Proses denitrifikasi berlaku serentak dengan proses nitrifikasi di mana nitrat ditukar kembali kepada nitrogen dan nitrus oksida. Nitrus oksida dibebaskan terus ke atmosfera tetapi nitrogen dapat ditukarkan semula kepada ammonia dan kitaran berulang. Pelbagai spesies nitrogen dapat melarutresap ke dalam sungai dan air bawah tanah dan proses nitrifikasi dan denitrifikasi terjadi bukan sahaja di dalam tanah tetapi juga di dalam jasad air (O'Neill, 1998).

Air tanah dan sungai boleh mengandungi nitrogen dalam lima bentuk iaitu ammonia, nitrit, nitrat, organik nitrogen terlarut, dan partikel organik nitrogen. Manakala air bawah tanah mengandungi hanya ammonia, nitrit, dan nitrat. Organik nitrogen berasal dari bahagian-bahagian pokok (bahan organik biasanya mengandungi kira-kira 2 dan 5% nitrogen) khususnya dalam lingkungan dua pertiga dalam bentuk partikel (Arnell, 2002).

Jumlah kandungan nitrogen dalam bentuk nitrat dalam air adalah 10 hingga 100 kali berbanding jumlah kandungan dalam bentuk nitrit. Kepekatan nitrat-nitrogen dalam sungai yang tidak tercemar adalah biasanya kurang dari 0.1 mg l^{-1} (Arnell, 2002).

2.2.1 Nitrifikasi

Proses nitrifikasi melibatkan penukaran ion ammonium kepada nitrat untuk keperluan pertumbuhan tumbuhan. Penukaran ion ammonium ke ion NO_3^- ditunjukkan dalam persamaan 2.2.1(a) dan 2.2.1(b). Ia merupakan keperluan untuk pertumbuhan bagi tumbuhan yang mana tumbuhan lebih mudah menyerap nitrat berbanding ammonia atau ammonium.



Walau bagaimanapun, nitrat adalah sangat larut dalam air dan senang melarutresap dari tanah. Oleh itu, pembentukan simpanan nitrat dalam tanah adalah mustahil.



RUJUKAN

- Abdul Aziz, 1992. *Pengajian Hidrologi Kejuruteraan*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur
- Admiraal, W., Jacobs, P. D.M.L.H.A., 1992. Effects of phytoplankton on the elemental composition (C, N, P) of suspended particulate material in the lower River Rhine. *Hydrobiologia* **235–236**, 479–489.
- Admiraal, W. dan van Zanten, B., 1988. Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an exercise in ecosystem analysis. *Freshwater Biology* **20**, 215–225.
- Allan, J. D., 1995. *Stream Ecology Structure and Function of Running Waters*. Chapman and Hall, London.
- Atlas, R..M. dan Bartha, R. 1993. *Micribial Ecology Fundamentals and Application, Third Edition*. Cambridge University Press Oxford.
- Chapman, D., 1992. *Water Quality Assessment*. Chapman & Hall, London.
- Christian, G. D., 2004. *Analytical Chemistry: Edisi 6*. John wiley and Sons. USA. Publisher. USA.
- Dingman, S.L., 1999. *The Year 2000 Grolier Multimedia Encyclopedia*. Grolier Interactive Inc.
- Dunnette, D.A. dan Laenen, A., 1997. *River Quality- Dynamic and Restoration*. Lewis

- Goltermann, 1985. The geochemistry of the Rhine and the Rhone: 5. Synthesis and conclusions. *Annual Limnology* **21**, 191–201
- Halling-Sørensen, B. dan Jørgensen, S.E., 1993. *The Removal of Nitrogen Compounds*
- Hellman, H., 1987. *Analysis of Surface Water*. Ellis Horwood, England.
From Wastewater. Elsevier Science Publisher, The Netherland.
- Malaysia Environment Quality Report*, 1996. Kementerian Sains Teknologi Alam Sekitar, Malaysia.
- Maidment, D.R., 1991. *Handbook of Hydrology*. McGraw-Hill, US.
- Mueller, D.K., and Helsel, D.R., 1996. Nutrients in the Nation's waters-too much of a Good thing?. *U.S Geological Survey Circular* 1136, 24.
- Muhammad, A. B. dan Ismail, A., 1992. *Ekologi air tawar*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Mohamed, M., Abdul R. R., 1984. *Garis Dasar Kualiti Air Labuk-Sugut*. UKM Bangi.
- Nigel Arnell, 2002. *Hydrology and Global Environment Change*. Prentice Hall, UK.
- O'Neill, P., 1998. *Environmental Chemistry. 3rd Edition*. Blackie Academic & Professional, UK.
- Petts, G., dan Calow, P., 1996. *River restoration*. Blackwell Science, Oxford.
- Prakash, A., Heggen, R. J., 1996. Runoff, Streamflow, Reservoir Yield and Water Quality. *Hydrology Handbook. ASCE Manual and Reports on Engineers Practice No 28. Second edition*. American Society of Civil Engineer, US, 412-416.
- Raj, G. dan Trivedi, R. P., 1992. *Encyclopedia of Environmental Science: Man and Environment*, vol (18). Akashdeep Publishing House. New Delhi.



- Sharma, M. L., 1993. Impact of agricultural on nutrient contamination of water resources. *Proceedings of The International Conference on Hydrology and Water Resources*, December 1993, New Delhi, India, 57-63.
- Sharpley, A.N and Ahuja, L.R., 1993. Agricultural chemical discharge in surface water runoff. *Journal Environmental Quality* 22, 474-480.
- Singh, V. P. (ed.), *Environmental Hydrology*. Kluwer Academic Publisher, US.
- Somlyody, V.N.L., 1994. *Remediation and Management of Degraded Basins with Emphasis on Central and Eastern Europe*. Springer. New York.
- Spalding, R.F. dan Exner, M.E., 1993. Occurance of nitrate in groundwater: a review. *Journal Environmental Quality* , 392-402.
- Tebbutt, T. H. Y., 1992. *Principles of Water Quality Control. 4th Edition*. Butterworth Heinemann, Oxford.
- Todd, D. K., dan Hasan, M. A. (ptjr), 1989. *Hidrologi Air Tanah*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kementerian Pelajaran Malaysia. Kuala Lumpur.
- Vinten , A.J.A., Howard R.S., dan Redman, M.H., 1991. Measurement of nitrate leaching losses from arable plots under different nitrogen input regimes. *Soil Use Management* 7, 3-14.
- Wan Ruslan Ismail, 1994. *Pengantar Hidrologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Webb, W., 1983. *Dissolved Loads of Rivers and Surface Water Quantity Quality Relationship*. IAHS, Germany.

