

**IMBANGAN ENDAPAN DAN NUTRIEN ANTARA
KAWASAN TADAHAN SG. KURAU DENGAN KOLAM
SELATAN TAKUNGAN BUKIT MERAH, PERAK.**

Oleh

SUMAYYAH AIMI MOHD NAJIB

**Satu disertasi yang diserahkan untuk memenuhi sebahagian dari syarat
penganugerahan Ijazah Sarjana Sastera (Geografi)**

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

SEPTEMBER 2010

PENGHARGAAN

Alhamdulillah,

Bersyukur ke hadrat Illahi kerana dengan izinnya dapat saya menyiapkan tesis sarjana setelah menempuhi pelbagai halangan dan dugaan. Tesis ini tidak akan berjaya tanpa usaha, nasihat dan sokongan dari semua pihak. Jutaan terima kasih saya ucapkan kepada Dr. Zullyadini A. Rahaman selaku penyelia dan juga kepada Prof. Dr. Wan Ruslan Ismail sebagai ketua projek geran penyelidikan E-Science No: 04-01-05-SF0007, yang tidak jemu membantu dari segi sokongan, nasihat dan tunjuk ajar serta membantu sebarang ketidakfahaman sewaktu sesi pencarian maklumat. Tidak dilupakan pembantu makmal, En. Choong Woei Weng, dan Cik Mukhlisah bt Mohd Ghani dan Puan Shazana bt Samsuddin yang turut membantu dalam penyediaan peralatan dan analisis makmal. Juga jutaan terima kasih kepada Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan, Pusat Pengajian Sains Kaji Hayat dan Unit Kawalan Vektor yang turut banyak membantu dari segi penyediaan kemudahan pengangkutan untuk kegunaan persampelan dijalankan dan sememangnya ianya amat bermakna bagi saya. Terima kasih juga diucapkan kepada En Syukor, En Aznan, En Azri serta pihak Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS) Kerian, Bagan Serai, Taiping kerana membantu kami dalam menyediakan kemudahan, tunjuk ajar, maklumat stesen kawasan kajian, kemudahan pengangkutan air seperti bot untuk digunakan semasa persampelan ini dijalankan. Tidak dilupakan buat keluarga yang tersayang, teman rapat Fieda dan Linda, juga buat rakan seperjuangan Adam, pelajar tahun akhir Husni, Noraini (Anne), Yan, Nasir dan Zakaria. Jasa kalian akan dikenang sampai bila-bila.

TERIMA KASIH.

	Halaman
PENGHARGAAN	ii
SENARAI ISI KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI PLAT	ix
SENARAI RAJAH	x
GLOSARI	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi

	Halaman
BAB SATU: PENGENALAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Isu dan Permasalahan Kajian	6
1.3 Objektif Kajian	8
1.4 Hipotesis Kajian	8
1.5 Skop Kajian	9
1.6 Kepentingan Kajian	11
1.7 Susunan tesis	12
BAB DUA: TINJAUAN BAHAN BACAAN	
2.1 Sumber air	13
2.2 Proses di atas cerun	14

2.2.1	Hakisan	14
2.3.2	Air larian permukaan	11
2.3.3	Bahan-bahan dari lembangan sungai	15
2.3	Limnologi	19
2.4	Pengkelasan tasik	21
2.4.1	Tasik Oligotrofik	21
2.4.2	Tasik Mesotrofik	21
2.4.3	Tasik Eutrofik	21
2.5	Zon tasik	22
2.6	Eutrofikasi	26
2.7	Imbangan endapan dan nutrien	29
2.7.1	Nitrogen	31
2.7.2	Fosforus	31
2.8	Pemendapan di dalam tasik	32
BAB TIGA: KAEDAH DAN INSTRUMENTASI		
3.1	Pengenalan	36
3.2	Kawasan Kajian	36
3.3	Lokasi persampelan	37
3.4	Guna tanah	42
3.5	Geologi	44
3.6	Morfometri Sg. Kurau	44
3.7	Morfologi Tasik	47

3.8	Hidrologi dan Topografi	49
	3.8.1 Data hujan dan aras air tasik	49
3.9	Kaedah Kajian	51
	3.9.1 Kaedah di lapangan	51
	3.9.2 Kadar Pemendapan menggunakan perangkap endapan	53
	3.9.3 Pengukuran keratan rentas sungai, luahan dan halaju	55
	3.9.4 Pengiraan Luas Keratan Rentas	56
	3.9.5 Pengiraan Beban endapan dan nutrien	58
	3.9.6 Pengiraan Imbangan endapan	58
	3.9.7 Pengukuran pepejal terampai	64
	3.9.8 Analisis Kimia (makmal)	60
	3.9.8.1 Nitrat dan Nitrit	60
	3.9.8.2 Ammonia	61
	3.9.8.3 Jumlah Nitrogen	61
	3.9.8.4 Ortofosfat	62
	3.9.8.5 Jumlah Fosforus (TP)	62
	3.9.8.6 Trofik status	62
	3.9.9 Analisis data	64
	3.9.9.1 ANOVA-satu hala dan Turkey HSD	64
	3.9.9.2 Regresi	64
	3.9.10 Kaedah Poligon Thiessen	65

BAB EMPAT: KEPUTUSAN

4.1	Pengenalan	67
4.2	Parameter in situ	67
	4.2.1 Suhu	67
	4.2.2 pH	70
	4.2.3 Oksigen terlarut (DO)	73
	4.2.4 Konduktiviti	76
	4.2.5 Jumlah pepejal terlarut	79
	4.2.6 Kekeruhan	82
	4.2.7 Kedalaman	85
	4.2.8 Kejernihan Secchi	86
4.3	Imbangan endapan dan nutrien	89
	4.3.1 Beban Endapan	89
	4.3.2 Jumlah Nitrogen (TN)	96
	4.3.3 Beban Nitrat	101
	4.3.4 Beban Nitrit	110
	4.3.5 Beban Ammonia	117
	4.3.6 Beban Jumlah Fosforus (TP)	124
	4.3.7 Beban Ortofosfat	131
4.4	Kadar Pemendapan di dalam tasik	141
	4.4.1 ST1	141
	4.4.2 ST2	142
	4.4.3 ST3	142

4.4.4	ST4	144
4.4.5	ST5	144

BAB LIMA: PERBINCANGAN

5.1	Pengenalan	147
5.2	Fizikokimia	147
5.2.1	Suhu	147
5.2.2	pH	149
5.2.3	Oksigen terlarut	150
5.2.4	Konduktiviti	152
5.2.5	Kepekatan pepejal terlarut	154
5.2.6	Kekeruhan	155
5.2.7	Kejernihan Secchi	156
5.3	Imbangan Endapan dan Nutrien	157
5.3.1	Input beban endapan dan jumlah fosforus yang termendap di dalam tasik	157
5.3.1.1	Beban endapan (Sg. Kuran dan IKU)	157
5.3.1.2	Beban jumlah fosforus (Sg. Kurau dan IKU dan Terusan)	161
5.3.1.3	Kadar pemendapan	166
5.3.1.4	Status trofik tasik (TSI)	171
5.3.2	Kemasukan beban nitrogen dan Ortofosfat serta kehilangan dari tasik	173
5.3.2.1	Beban Jumlah Nitrogen	173
5.3.2.2	Beban Nitrat	177

5.3.2.3	Beban Nitrit	180
5.3.2.4	Beban Ammonia	182
5.3.2.5	Beban Ortofosfat	185
5.4	Pertalian di antara beban nutrien, endapan dan luahan	188
5.4.6	Pertalian di antara jumlah fosforus dan ortofosfat dengan luahan	192
5.5	Kesan kemasukan endapan dan nutrien ke dalam tasik	194
 BAB ENAM: PENUTUP		
6.1	Kesimpulan	197
6.2	Batasan Kajian	200
6.3	Cadangan Kajian	201
	RUJUKAN	202
	LAMPIRAN	

SENARAI JADUAL

2.1	Cartaimbangan	30
3.1	Ciri morfometri Sg. Kurau	46
3.2	Order Sg. Kurau	46
3.3	Ciri-ciri utaman Takungan Bukit Merah	47
4.1	Purataimbangan endapan dan nutrien tahunan di Takungan Kolam Selatan Bukit Merah (tan/tahun)	138
5.1	Tahap status trofik	172

SENARAI PLAT

3.1	Lokasi persampelan di Sg. Kurau dan di dalam Kolam Selatan	40
3.2	Alur limbah, Terusan Selinsing dan Terusan Utama	41
3.3	Alat-alat yang digunakan semasa persampelen dijalankan.	52
5.1	Hakisan tebing di Sg Kurau	164
5.2	Aktiviti pembersihan kawasan tadahan	160
5.3	Aktiviti pembuangan gambut (a, b) dan pengorekan pasir di dalam Tasik Bukit Merah (c, d)	196

SENARAI RAJAH

1.1	Kerangka Konseptual kajian	10
2.1	Proses yang berlaku di dalam lembangan	17
2.2	Penzonan tasik	23
2.3	Stratifikasi lapisan di dalam tasik	25
2.4	Carta Imbangan	37
3.1	Kerangka kerja kajian	38
3.2	Lokasi Kolam Bukit Merah, Perak yang menerima inlet dari lembangan Sg. Kurau	39
3.3	Guna tanah Sg. Kurau	43
3.4	Geologi kawasan kajian	45
3.5	Peta Batimetri Takungan Bukit Merah	48
3.6	Taburan hujan di (a)Pondok Tanjung, (b) Kolam	50
3.7	Lakaran perangkap endapan yang digunakan di dalam kajian	54
3.8	Keratan rentas Sg. Kurau	57
3.9	Kaedah poligon Thiessen digunakan untuk mengetahui jumlah kadar pemendapan yang terhasil bagi setiap stesen	66
4.1	Suhu kawasan inlet(a),tasik(b) dan outlet(c)	69
4.2	pH kawasan inlet(a), tasik(b) dan juga outlet(c)	72
4.3	Oksigen terlarut kawasan inlet(a), tasik(b) dan juga outlet(c)	75
4.4	Konduktiviti kawasan inlet(a), tasik(b)dan juga outlet(c)	78
4.5	Jumlah beban terlarut kawasan inlet(a), tasik(b) dan juga outlet(c)	81
4.6	Kekeruhan kawasan inlet(a), tasik(b) dan juga outlet(b)	84
4.7	Kedalaman kawasan kajian sepanjang persampelan dijalankan	86
4.8	Kejernihan Secchi di dalam tasik	88

4.9	Pola dan pertalian di antara beban endapan dan luahan di Sg. Kurau.	91
4.10	Pola dan pertalian di antara beban endapan dan luahan di IKU	92
4.11	Pola dan pertalian di antara luahan dan beban endapan di Terusan Selinsing	93
4.12	Pola dan pertalian di antara beban endapan dan luahan di Terusan Utama	94
4.13	Pola dan pertalian di antara beban endapan dan luahan di Alur Limpah	95
4.14	Pola dan pertalian di antara luahan dan beban TN di Sg. Kurau.	98
4.15	Pola dan pertalian di antara beban TN dan luahan di IKU	99
4.16	Pola dan pertalian di antara beban TN dan luahan di Terusan Selinsing	100
4.17	Pola dan pertalian di antara beban TN dan luahan di Terusan Utama	101
4.18	Pola dan pertalian di antara beban TN dan luahan di Alur Limpah	102
4.19	Pola dan pertalian di antara beban nitrat dan luahan di Sg. Kurau	105
4.20	Pola dan pertalian di antara beban nitrat dan luahan di IKU	106
4.21	Pola dan pertalian di antara beban nitrat dan luahan di Terusan Selinsing	107
4.22	Pola dan pertalian di antara beban nitrat dan luahan di Terusan Utama	108
4.23	Pola dan pertalian di antara beban nitrat dan luahan di Alur Limpah	109
4.24	Pola dan pertalian di antara beban nitrit dan luahan di Sg. Kurau	112
4.25	Pola dan pertalian di antara beban nitrit dan luahan di IKU	113
4.26	Pola dan pertalian di antara beban nitrit dan luahan di Terusan Selinsing	114

4.27	Pola dan pertalian di antara beban nitrit dan luahan di Terusan Utama	115
4.28	Pola dan pertalian di antara beban nitrit dan luahan di Alur Limpah	116
4.29	Pola dan pertalian di antara beban ammonia dan luahan di Sg. Kurau	119
4.30	Pola dan pertalian di antara beban ammonia dan luahan di IKU	120
4.31	Pola dan pertalian di antara beban ammonia dan luahan di Terusan Selinsing	121
4.32	Pola dan pertalian di antara beban ammonia dan luahan di Terusan Utama	122
4.33	Pola dan pertalian di antara beban ammonia dan luahan di Alur Limpah.	123
4.34	Pola dan pertalian di antara beban TP dan luahan di Sg. Kurau	126
4.35	Pola dan pertalian di antara beban TP dan luahan di IKU	127
4.36	Pola dan pertalian di antara beban TP dan luahan di Terusan Selinsing	128
4.37	Pola dan pertalian di antara beban TP dan luahan di Terusan Utama	129
4.38	Pola dan pertalian di antara beban TP dan luahan di Alur Limpah	130
4.39	Pola dan pertalian di antara beban ortofosfat dan luahan di Sg. Kurau	133
4.40	Pola dan pertalian di antara beban ortofosfat dan luahan di IKU	134
4.41	Pola dan pertalian di antara beban ortofosfat dan luahan di Terusan Selinsin	135
4.42	Pola dan pertalian di antara beban ortofosfat dan luahan di Terusan Utam	136
4.43	Pola dan pertalian di antara beban ortofosfat dan luahan di Alur Limpah	137

4.44	Ilustrasi imbalan endapan dan nutrien yang berlaku di dalam Kolam Selatan.	140
4.45	Kadar pemendapan di ST1.	143
4.46	Kadar pemendapan di ST2.	143
4.47	Kadar pemendapan di ST3.	145
4.48	Kadar pemendapan di ST4.	145
4.49	Kadar pemendapan di ST5.	146
5.1	Taburan hujan dan beban TP di (a) Sg. Kurau, (b) IKU	165
5.2	Proses pengampaian semula di dalam tasik (Bloesh, 1994)	170
5.3	Taburan hujan dan beban jumlah nitrogen di (a)Sg. Kurau dan (b) IKU	175
5.4	Taburan hujan dan beban nitrat di (a) Sg. Kurau, (b) IKU	178
5.5	Taburan hujan dan beban nitrit di (a) Sg. Kurau, (b) IKU	181
5.6	Taburan hujan dan beban ammonia di (a) Sg. Kurau, (b) IKU	184
5.7	Taburan hujan dan beban ortofosfat di (a) Sg. Kurau, (b) IKU	187

GLOSARI

ANOVA	Analysis of Varians
APHA	American Public Health Association
IKU	Inlet Kolam Utara
JPS	Jabatan Pengairan dan Saliran
Km	kilometer
km ²	kilometer persegi
M	meter
m ³ s ⁻¹	meter padu per kilometer persegi
mg/L	milligram perliter
N	nitrogen
NH ₃ -N	ammonia nitrogen
NO ₃ -N	nitrat nitrogen
NO ₂ -N	nitrit nitrogen
P	fosforus
PO ₄ -P	ortofosfat fosforus
tan km ² bulan	tan kilometer persegi per bulan
tan km ² tahun	tan kilometer persegi per tahun
TDS	jumlah pepejal terlarut
TN	jumlah nitrogen
TP	jumlah fosforus
SSC	Kepekatan endapan terampai
TSI	Status trofik tasik

IMBANGAN ENDAPAN DAN NUTRIEN ANTARA KAWASAN TADAHAN SG. KURAU DAN KOLAM SELATAN EMPANGAN BUKIT MERAH, PERAK.

ABSTRAK

Pengeluaran bahan endapan serta nutrien berhubung rapat dengan fenomena air larian yang merupakan punca hakisan, penyimpanan dan pengangkutan di dalam lembangan sungai yang kemudiannya masuk ke dalam sistem saluran dan tasik. Kajian ini dijalankan bermula dari bulan April 2008 sehingga April 2009 dengan persampelan dijalankan setiap dua minggu. Objektif utama kajian ini adalah untuk mengetahui imbangan endapan dan nutrien dan kadar pemendapan di dalam Kolam Selatan Tasik Bukit Merah. Kolam ini menerima input endapan dan nutrien dari lembangan Sungai Kurau dan dari Kolam Utara. Imbangan yang dianggarkan adalah sebanyak 5614.64 tan tahun⁻¹ (35.60%) endapan dan 12091.67 tan tahun⁻¹ (62.72%) jumlah fosforus termendap di dalam tasik, sementara 145.16 tan tahun⁻¹ (82.72%) jumlah nitrogen, 0.13 tan tahun⁻¹ (0.37%) nitrat, 3.09 tan tahun⁻¹ (54.60%) nitrit dan 4.12 tan tahun⁻¹ (40.87%) ortofosfat keluar melalui outlet terusan dan juga alur limpah. Kadar pemendapan diukur dengan perangkat endapan di lima stesen di dalam Kolam Selatan. Purata kadar pemendapan di dalam Kolam Selatan adalah sebanyak 123.5 t km⁻² hari⁻¹ di mana kadar pemendapan berhampiran muara sungai adalah tinggi pada kadar 319.48 t km⁻² hari⁻¹. Status trofik Kolam Selatan ini adalah mesotrofik dan masih dalam keadaan yang terkawal dari segi ciri-ciri fizikokimianya.

SEDIMENT AND NUTRIEN BALANCE BETWEEN SG KURAU CATCHMENT AND SOUTH POOL OF BUKIT MERAH RESERVOIR, PERAK.

ABSTRAK

Sediment and nutrient production is closely linked with surface runoff that cause erosion, transport, storage and in river basins which then enter into the lake ecosystem. This study was carried out from April 2008 to April 2009 with fortnight sampling procedure. The main objective of this study is to investigate the sediment and nutrient balance and sedimentation rates in South Pool of Bukit Merah Reservoir. The South Pool received sediment input and nutrients from Sg. Kurau catchment area and the North Pool of the reservoir. The sediment balance was estimated at 5614.64 tonnes year⁻¹ (35.60%), 12091.67 tonnes year⁻¹ (62.72%) of total phosphorus were deposited in the lake. About 145.16 tonnes year⁻¹ (82.72%) of total nitrogen, 0.13 tonnes year⁻¹ (0.37%) of nitrate, 3.09 tonnes year⁻¹ (54.60%) of nitrite and 4.12 tonnes year⁻¹ (40.87%) of orthophosphate were removed through spillway and channel. The sedimentation rate was measured by means sediment trap at five stations in the south pool. The average rate of sedimentation in the South Pool was 123.5 t km⁻² day⁻¹ where the highest sedimentation rate (319.48 t km⁻² day⁻¹) was near the river inlet. The trophic state of the South Pool was mesotrophic and water quality is still in good condition based on its physico-chemical criteria.

BAB 1: PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Sumber air merupakan satu keperluan yang sememangnya tidak dapat dipertikaikan lagi dalam kehidupan seharian. Manusia memerlukan air sebagai sumber untuk meneruskan kehidupan seperti makan dan minum, mandi, membasuh dan sebagainya. Jika sumber air tidak dijaga dengan sepatutnya, maka ianya akan mendatangkan masalah yang memudaratkan. Sebagaimana yang diketahui umum, Malaysia kaya dengan sumber air seperti sungai, tasik, empangan dan juga kolam yang merupakan sumber bekalan air yang utama. Pada zaman serba moden, secara tidak langsung aktiviti manusia secara dramatiknyanya telah mengubah kitaran nitrogen secara global (Saunders dan Kalff, 2001). Sebagai contoh, masalah seperti kemasukan endapan dan nutrien yang mana lazimnya datang dari aktiviti pertanian, perubahan guna tanah, perbandaran di sesebuah lembangan, apabila berlakunya hujan, maka aliran air akan membawa sumber-sumber nutrien dalam sungai dan seterusnya disalurkan ke dalam tasik (Walling dan Fang, 2002; Jansson *et al.*, 1994, Vitousek *et al.*, 1997; Moffat, 1998).

Sememangnya bahan endapan dan nutrien yang berlebihan akan memberi kesan yang buruk kepada ekosistem sungai. Kandungan bahan endapan sebahagiannya terdiri daripada bahan pencemaran yang utama kerana kebanyakan logam berat yang toksik, bahan organik, patogen dan nutrien (nitrogen dan fosforus) ditemui di dalamnya (Meybeck *et al.*, 1989; Moffat, 1998).

Datta *et al.* (1999) juga berpendapat bahawa bahan endapan di dalam sungai merupakan sumber utama bagi kepekatan nutrien di dalam sungai tersebut. Kandungan nitrat yang berlebihan akan menyebabkan sesebuah tasik menjadi berasid (Kelly *et al.*, 1990). Sementara itu, kandungan tanah liat dan partikel organik dalam keadaan terampai bukan sahaja menyebabkan air sungai kelihatan berlumpur malahan ia mengurangkan penembusan cahaya matahari dan kadar fotosintesis oleh tumbuh-tumbuhan akuatik. Keadaan ini secara tidak langsung boleh membunuh serta mengganggu organisma-organisma yang hidup dan merosakkan rantaian makanan kerana kehilangan tempat mencari makanan, tempat membiak, tempat berlindung dan tempat semaian baka (habitat) dan seterusnya menggugat aktiviti organisma-organisma akuatik yang bergantung kepada penglihatan (Muhamad Nasir, 1999).

Kewujudan bahan endapan juga berpunca daripada aktiviti manusia seperti pembukaan tanah untuk pertanian, perindustrian dan pembinaan selain daripada faktor angin, air dan hakisan daripada tindakan glasier (Harold, 1972). Air larian juga akan membawa bahan endapan memasuki tasik melalui hakisan. Masalah peningkatan eutrofikasi perlu diberi perhatian bagi mengurangkan masalah bebanan nutrien. Pengeluaran dari sumber-sumber yang tidak diketahui merupakan impak yang besar kepada pencemaran seterusnya menyumbang kepada berlakunya masalah kualiti air dan eutrofikasi (Lee *et al.*, 1991; Lee dan Arega, 1999). Walaupun pelbagai langkah diambil untuk mengawal pengeluaran sumber-sumber pencemaran, pengeluaran kandungan nitrogen dan beban endapan masih menyumbang kepada kandungan air. Nitrogen dan fosforus memasuki sungai melalui proses hidrologi, geologi dan biologi dan ianya

bergantung kepada proses-proses antropogenik di dalam sesebuah lembangan itu sendiri (McClaim *et al.*, 1998; Wasman dan Olli, 2004).

Tasik sebenarnya bermula daripada satu fenomena yang hampir kesemuanya berasaskan geologi. Sebaik sahaja tasik terbentuk ia akan mengalami proses penuaan. Jika dilihat daripada lembangan tasik itu sendiri, ia berbentuk cekung dan terdapat aliran untuk berlakunya pemupusan apabila tasik ini dipenuhi oleh endapan. Tasik yang dalam dan besar berkemungkinan agak sukar untuk mati disebabkan berlakunya pendangkalan (Nolan dan Grett, 2007). Perubahan kualiti atau kejadian geologi yang menyebabkan pengaliran keluar dan pengeringan air tasik akhirnya menandakan penamatan riwayat sesebuah tasik tersebut. Begitu juga dengan nutrien yang masuk ke dalam kawasan tadahan adalah saling berkait dalam mempengaruhi kitar geokimia di dalam sesuatu ekosistem tadahan (Yigang dan Muller, 1995). Pergerakan mendapan terampai yang asalnya berpunca daripada sungai telah dikenalpasti merupakan satu komponen penting yang mempengaruhi kitar geokimia sesuatu aliran air yang masuk ke dalam kawasan tadahan (Meybeck, 1984).

Kajian berkaitan limnologi di Malaysia lebih 30 tahun dijalankan oleh para pengkaji dari pelbagai Universiti, pihak-pihak bertanggungjawab mengenai tasik sama ada dari pihak kerajaan mahupun NGO. Hal ini adalah disebabkan peri pentingnya untuk mengetahui dan memulihara kawasan tasik dari tercemar disamping memastikan jangka hayat tasik dapat bertahan dan terus lestari pada masa akan datang. Kajian-kajian yang

kerap dijalankan adalah mengenai tahap fizikokimia dan biologi yang juga meliputi ekosistem sungai, tasik dan juga tanah bencah (Ho, 1994).

Tasik Chini dan Tasik Bera yang terletak di Pahang merupakan satu-satunya tasik semulajadi di Malaysia. Di antara kesemua tasik di Malaysia, Tasik Bukit Merah merupakan tasik buatan yang tertua yang mana mula beroperasi pada tahun 1906 (Wan Ruslan *et al.*, 2010). Selain itu, Tasik Kenyir merupakan antara tasik buatan yang terbesar di Malaysia dengan keluasan 36,900 ha yang dibina pada tahun 1983 (Verdegem, 1999). Kesemua tasik yang terdapat di Malaysia menjadi tarikan para pengunjung sama ada untuk beriadah di samping menjadi bekalan kepada seluruh hidupan.

Empangan Bukit Merah adalah salah satu tasik buatan manusia yang cetek di Malaysia. Tahap maksimum kedalaman tasik ini adalah sekitar 5-6 meter dan menerima sumber air daripada empat lembangan sungai iaitu Sungai Merah, Sungai Jelutong, Sungai Selarong dan juga Sungai Kurau. Perubahan guna tanah dan aktiviti pertanian kini menyebabkan berlakunya impak yang besar ke atas aliran air, pengangkutan endapan, fluks karbon dan nutrien ke dalam sistem tasik. Antara kajian mengenai kualiti air di Malaysia adalah di Tasik Kenyir yang mana pernah dikaji oleh Jalal *et al.* (1999), dan juga Yussoff dan Ambak (1999), sementara Lai dan Chua (1980) mempelopori kajian di Empangan Pedu, Kedah; imbalan sedimen di Timah Tasoh oleh Zullyadini *et al.* (2002; 2003) dan kajian di Empangan Bukit Merah (Wan Ruslan *et al.*, 2010). Maklumat yang diperolehi hasil daripada kajian dapat dijadikan rujukan dan membantu dalam menyediakan pelan pengurusan tasik seterusnya dapat mengurangkan masalah

eutrofikasi yang kian melanda tasik di seluruh dunia (Ho dan Kumarasivam, 1994; Tong dan Goh, 1997). Oleh sebab itu, kajian seumpama ini amat penting supaya punca serta masalah dapat di atasi, seterusnya dapat melestarikan dan memanjangkan jangka hayat sesebuah tasik itu sendiri.

1.2 ISU DAN PERMASALAHAN KAJIAN

Air larian permukaan (*runoff*) merupakan satu proses semulajadi yang berlaku akibat daripada kejadian hujan. Peningkatan air larian permukaan menimbulkan beberapa masalah seperti peningkatan hakisan tebing, banjir dan pencemaran. Hakisan juga menyebabkan produktiviti tanah menjadi semakin rendah kerana kehilangan keupayaan menyimpan air bagi kegunaan tumbuh-tumbuhan, degradasi struktur tanah dan mengurangkan keseragaman keadaan tanah (William *et al.*, 1990). Air larian yang dibawa dari lembangan sungai akan di bawa masuk ke dalam tasik dan memberi masalah kepada ekosistem tasik itu sendiri (Enger dan Smith, 2000). Kemasukan bahan endapan dan nutrien yang berlebihan akan memberikan kesan yang buruk kepada ekosistem tasik. Bahan endapan dianggap sebagai pembawa bahan pencemaran yang utama kerana kebanyakan logam berat yang toksik, bahan organik, patogen dan nutrien (nitrogen dan fosforus) ditemui di dalamnya (Meybeck *et al.*, 1989).

Keadaan ini turut disokong oleh Datta *et al.* (1999) yang beranggapan bahawa bahan endapan di dalam sungai merupakan sumber utama bagi kepekatan nutrien di dalam sungai tersebut. Tanah liat dan partikel organik dalam keadaan terampai bukan sahaja menyebabkan air sungai kelihatan berlumpur malahan ia mengurangkan penembusan cahaya matahari dan kadar fotosintesis oleh tumbuh-tumbuhan akuatik. Apabila berlaku pemendapan, ia akan menyelaputi segala yang ada di dasar sungai. Nitrogen dan fosforus merupakan dua bentuk nutrien yang sering dikaitkan dengan masalah eutrofikasi kerana kedua-dua nutrien ini mudah diangkut oleh aliran sungai dan

kepekatannya bergantung kepada guna tanah di dalam sesuatu kawasan tadahan (Viney *et al.*, 2000). Menurut Sharpley (2000), eutrofikasi akan menghadkan penggunaan air untuk perikanan, rekreasi, industri dan bekalan minuman disebabkan oleh pertumbuhan alga dan rumpai akuatik yang tidak diingini dan pengurangan oksigen terlarut disebabkan oleh kematian dan penguraiannya.

Kemasukan endapan dikukuhkan dengan data yang diperoleh dari kadar pendedapan dari dalam tasik. Pendedapan endapan yang tinggi akan menyebabkan tasik menjadi cetek. Kerja-kerja pengorekan pasir dilakukan untuk memperdalamkan kolam dan ini menyebabkan JPS mengeluarkan belanja yang tinggi. Tahun demi tahun, masalah yang sama akan berlaku kembali jika tiada langkah pencegahan dan kajian dilakukan. Kandungan nutrien yang masuk dari lembangan perlu dipantau kerana kandungan nutrien yang masuk secara berlebihan akan menyebabkan spesies yang tumbuh dengan subur di dalam Kolam Bukit Merah iaitu *Hanguana malayana* membiak dengan cepatnya. Hal ini mendatangkan masalah kepada pengurusan tasik dan pihak JPS juga mengeluarkan belanja yang besar untuk memperluas kawasan tasik.

Oleh itu, kajian seperti ini adalah perlu dan diharapkan dapat membantu dalam perancangan dan pengurusan tasik pada masa akan datang.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini ialah:

- 1.3.1 Untuk menganggarkan imbangan endapan dan nutrien ke dalam Kolam Selatan Empangan Bukit Merah serta untuk mengetahui sumbangan dan peranan yang disumbangkan oleh Sg. Kurau.
- 1.3.2 Untuk meneliti jumlah kadar pendedapan di dalam empangan Kolam Selatan Tasik Bukit Merah.
- 1.3.3 Menilai kualiti air tasik dari segi fizikokimia secara ruangan dan masa.

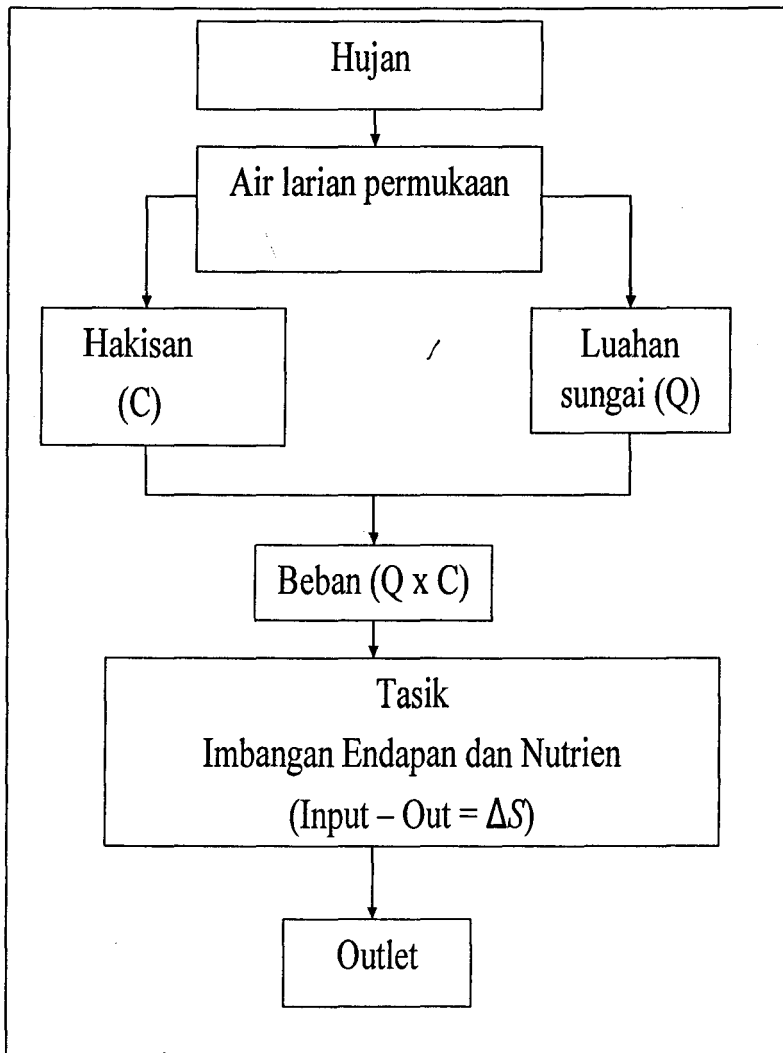
1.4 HIPOTESIS KAJIAN

Hipotesis kajian ini dibahagikan kepada tiga:

- 1.4.1 Ho : Imbangan endapan dan nutrien berkadaran langsung
H₁: Imbangan endapan dan sedimen tidak berkadaran langsung
- 1.4.2 Ho: Kadar pendedapan adalah mengikut musim.
H₁ : Kadar pendedapan adalah tidak mengikut musim.
- 1.4.3 Ho: Sungai Kurau merupakan penyumbang utama kepada kemasukan sedimen dan nutrien.
H₁: Sungai Kurau bukan penyumbang utama kepada kemasukan endapan dan nutrien.

1.5 SKOP KAJIAN

Kajian ini meliputi kawasan sungai dan tasik. Kajian ini dilakukan di Perak Darul Ridzuan yang meliputi kawasan lembangan Sg. Kurau dan juga kawasan Kolam Selatan Bukit Merah. Lembangan Sg. Kurau dipilih adalah kerana sungai ini merupakan inlet kepada Kolam Selatan seterusnya kajian dilakukan untuk mengetahui kemasukan nutrien dimana parameter utama ialah endapan, nitrogen dan fosforus. Kajian tentang jumlah pengeluaran bahan endapan dari kawasan lembangan yang mengalir masuk ke dalam empangan juga berguna untuk pengurusan tanah yang lebih berkesan. Pengawalan hakisan dan perancangan pembangunan boleh dilakukan setelah mengetahui sumber bahan endapan yang dihasilkan. Selain itu, kajian tentang kadar pemendapan juga dapat membantu mengenalpasti tahap keupayaan empangan serta jangka hayat empangan tersebut. Empangan Tasik Merah juga merupakan kawasan tadahan utama bagi penduduk di sekitar kawasan Bagan Serai dan sekitarnya, selain merupakan kawasan rekreasi dan menjadi sumber rezeki penduduk setempat untuk menangkap ikan dan sebagainya. Rajah 1.1 merupakan kerangka konseptual kajian yang menunjukkan beban yang terhasil dari air larian permukaan yang menjadi input kepada sungai sebagai $luahan=(Q)$ dan kepekatan= (C) yang menghasilkan beban input kepada tasik.



Rajah 1.1: Kerangka konseptual kajian

1.6 KEPENTINGAN KAJIAN

Kawasan kajian merupakan kawasan yang kaya dengan sumber alam semulajadi yang menarik, unik dan berpotensi yang perlu dipelihara dan dilindungi dari sebarang kesan negatif pembangunan. Kolam Selatan Takungan Bukit Merah merupakan kawasan tadahan air serta sumber kepada penduduk selain beroperasi sebagai medan penyimpanan. Oleh sebab itu amat penting tahap status trofik, kualiti air dan juga pemendapan dikaji untuk membolehkan tasik yang berusia dalam lingkungan 100 tahun ini akan dapat dipertahankan di masa akan datang. Kajian ini juga penting supaya jabatan yang berkaitan dapat mengambil langkah yang perlu sebelum membelanjakan wang berjuta ringgit untuk membaik pulih keadaan tasik. Sehingga kini, gambut dan pemendapan merupakan masalah utama dan memerlukan kajian yang lebih lanjut.

Takungan Bukit Merah menerima kemasukan air dari empat sungai iaitu Sg. Merah, Sg. Jelutong, Sg. Selarong dan Sg. Kurau. Keempat-empat sungai ini menyumbangkan kepada kemasukan nutrien dan juga endapan ke dalam tasik. Pengawasan dan pemantauan dari segi kualiti air sungai ke dalam tasik amatlah perlu untuk mengetahui berapa banyak jumlah yang terhasil sepanjang tahun. Kemerosotan kualiti air boleh menjejaskan dan mengancam sumber bekalan air, hidupan dan pemandangan. Takungan Bukit Merah juga merupakan sumber air kepada kawasan padi Lembangan Kerian dan sumber minuman. Oleh yang demikian, kualiti air sungai dan takungan ini perlu dijaga supaya tidak tercemar. Secara keseluruhannya, kajian seperti ini diharap dapat membantu supaya pembaziran wang, tenaga dan segalanya dapat dielakkan setelah mengetahui punca permasalahan.

1.7) SUSUNAN TESIS

Bab satu membincangkan mengenai pengenalan kepada kajian yang memfokuskan kepadaimbangan endapan serta nutrien yang memasuki Kolam Selatan Tasik Bukit Merah, objektif kajian, hipotesis kajian, batasan kajian dan juga kepentingan kajian.

Bab dua pula menerangkan mengenai tinjauan bahan bacaan mengenai tajuk kajian dan kajian-kajian yang meliputi seluruh dunia, negara Asia dan juga Malaysia. Dengan adanya tinjauan bahan bacaan ini, maka dapatlah menjadi garis panduan kepada penghasilan tesis ini.

Bab tiga pula menerangkan mengenai kaedah yang telah dijalankan meliputi kawasan kajian, ciri-ciri hidrologi lembangan sungai, morfometri tasik dan sebagainya. Kaedah penganalisan turut dinyatakan dalam bab tiga ini.

Bab empat pula ditunjukkan mengenai keputusan dapatan kajian daripada analisis yang telah dijalankan. Sementara bab lima membincangkan keputusan yang diperoleh serta dikukuhkan dengan bahan bacaan.

Bab enam pula merupakan kesimpulan daripada keseluruhan kajian. Selain itu, dalam bab ini turut diselitkan batasan kajian, serta cadangan-cadangan lanjutan sekiranya terdapat penyelidik lain ingin menjalankan kajian yang sama.

BAB 2: TINJAUAN BAHAN BACAAN

2.1 SUMBER AIR

Jumlah sumber air di dunia ini adalah sebanyak 1,386 juta kubik kilometer (332.5 juta kubik batu) air, lebih daripada 96% ialah air masin dan selebihnya adalah air tawar. Lebih daripada 68% air tawar terperangkap dalam ais dan glasier manakala 30% lagi air tawar terdapat di bawah tanah. Sumber-sumber air di permukaan bumi seperti sungai dan tasik hanya sebanyak 93,100 kubik kilometer (22,300 batu kubik), iaitu lebih kurang 1/150 daripada satu peratus bagi jumlah air dunia. Walaubagaimanapun sungai dan tasik adalah sumber air yang penting untuk kehidupan seharian manusia (Bronmark dan Hansson, 2005).

Hidrologi adalah sebahagian daripada sains bumi dan berkaitan dengan air. Ia melibatkan proses pergerakan, penyerakan air dari permukaan bumi. Air merupakan rahmat kepada semua hidupan di dunia ini. Kepentingan utama air adalah untuk memenuhi keperluan fisiologi selain diperlukan untuk kehidupan (Jeffries dan Mills, 1990). Namun begitu, sejak kebelakangan ini, air semulajadi telah dicemari kesan daripada pelbagai pencemaran yang disebabkan oleh manusia sendiri. Tasik, sungai, lombong dan jasad air yang lain merupakan kawasan tadahan yang bakal disalurkan kepada pengguna untuk digunakan. Oleh sebab itu, kajian mengenai kualiti air amat penting supaya kandungan jasad air berada dalam keadaan yang sepatutnya dan selamat digunakan (Viessman dan Lewis, 1995).

2.2 PROSES DI ATAS CERUN

2.2.1 Hakisan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kadar hakisan tanah iaitu agen hakisan, keterhakisan tanah, cerun tanah dan liputan tumbuh-tumbuhan semulajadi (Morgan, 1996). Hujan merupakan penyebab utama hakisan tanah (Turner *et al.*, 1987). Kesan hakisan tanah oleh hujan bergantung kepada ciri-ciri fizikalnya seperti kadar dan had hujan, kelajuan dan arah jatuhnya hujan, potensi elektrik dalam atmosfera, pola turun naik dan kekerapan berlakunya hujan (Zachar, 1982). Proses hakisan bermula apabila partikel tanah direlai daripada jisim tanah. Tenaga yang memecah dan memisahkan partikel tanah tersebut disediakan oleh percikan air hujan, air larian, daya rembesan dan pengaruh graviti. Hakisan ini juga menyumbang kepada pembentukan tanah dan ianya dipercepatkan apabila manusia mengganggu tanah atau vegetasi semulajadi samada ragutan binatang penebangan hutan, pembajakan cerun atau pembinaan jalan (Morgan, 1996).

2.2.2 Air larian permukaan

Air larian permukaan berlaku apabila intensiti hujan melebihi kapasiti penyusupan (Lal, 1993). Penyusupan aliran daratan lebih berlaku apabila kejadian dan penyusupan ini bertindak secara spontan terutamanya apabila berlakunya hujan yang lebat (Statham, 1993). Selain itu, keadaan aliran dataran yang tepu iaitu apabila hujan yang lebat menyebabkan ianya melebihi kadar pengairan air secara mendatar melalui tanah. Aliran ini bergantung kepada kandungan lembapan tanah selepas hujan dan mungkin masa

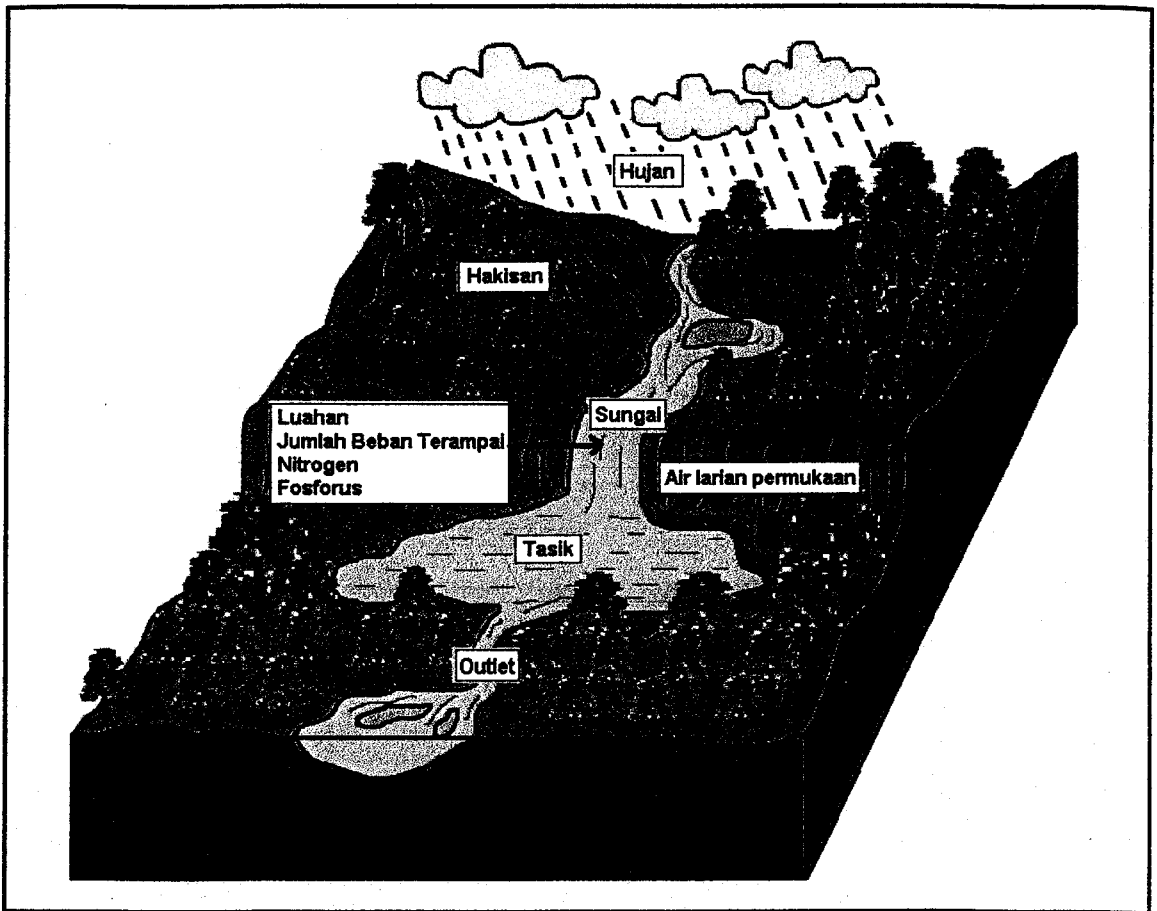
susulannya agak panjang untuk pengisian air bagi tanah yang agak kering (Statham, 1993). Air larian permukaan menyebabkan kadar luahan yang tinggi di dalam sungai dan ia di kelaskan sebagai air larian hujan ribut (*storm runoff*) dan air larian secara langsung (*direct runoff*) (Wan Ruslan, 1994). Menurut Kirkby (1988), lebih daripada 95 peratus daripada air larian permukaan telah melepasi atau melalui lereng-lereng bukit dan beregolit sebelum sampai ke rangkaian alur. Lazimnya, terdapat tiga sebab utama penurunan air larian permukaan iaitu jumlah kerpasan semakin berkurangan, pengeluaran air daripada alur sungai dan perubahan cuaca disebabkan oleh aktiviti manusia (Ren *et al.*, 2002). Di Malaysia, purata hujan tahunan di negara ini ialah 3000 mm dengan anggaran sebanyak 566 billion meter³ setahun merupakan air larian permukaan menyebabkan negara ini kaya dengan sumber air (Keizrul, 2002). Berdasarkan imbangan hidrologi di Malaysia menunjukkan bahawa ia menerima sebanyak $990 \times 10^9 \text{ m}^3$ setahun air hujan. Daripada jumlah ini, sebanyak $566 \times 10^9 \text{ m}^3$ setahun adalah air larian permukaan, $64 \times 10^9 \text{ m}^3$ setahun adalah air bawah tanah dan $360 \times 10^9 \text{ m}^3$ setahun pula adalah sejatpeluhan (Mohd Ali, 1997).

2.2.3 Bahan-bahan dari lembangan sungai

Umumnya, bahan endapan di dalam sungai mengandungi fitoplankton dan zooplankton yang hidup ataupun mati, lumpur, najis manusia, tahi haiwan, tumbuh-tumbuhan dan haiwan yang reput dan bahan buangan industri (Andrews, 1972). Bahan endapan yang memasuki sungai merupakan bahan berbijian halus yang diangkut dalam keadaan terampai yang mana beratnya disokong oleh aliran (Walling, 1980). Lazimnya,

partikel-partikel yang terdapat di dalam endapan terampai berdiameter kurang daripada 0.2 mm. Bahan endapan bukan sahaja mengandungi kelodak dan tanah liat malahan pasir dan sesetengah bahan organik dalam bentuk terampai juga berada di dalam bahan tersebut. Bahan endapan yang wujud dalam kuantiti yang sedikit di dalam sungai berperanan sebagai sokongan bagi alga dan tumbuh-tumbuhan akuatik yang melekat pada batuan atau akar (Aminuddin *et al.*, 2010). Pada masa yang sama, bahan endapan dan pelbagai detritus daripada daun-daun yang jatuh juga menyokong rangkaian makanan termasuk bakteria, protozoa, cacing, larva serangga, siput, ikan dan udang. Organisma-organisma ini melindungi diri mereka daripada dibawa oleh arus sungai dengan melekat di atas permukaan batu atau bagi sesetengah ikan menjadikannya sebagai kawasan perlindungan iaitu dengan berlindung di belakang atau di bawah batu (Nebel, 1990).

Aktiviti pertanian telah dikenalpasti menjadi penyebab utama hakisan tanah (Jones dan Lee, 1982). Permukaan tanah yang telah terdedah akibat daripada pembersihan bagi menjalankan aktiviti pertanian menyebabkan jumlah bahan endapan meningkat di dalam jasad air sungai seterusnya memasuki tasik (Rajah 2.1). Peningkatan hakisan tanah dan banjir yang disebabkan oleh pengurusan pertanian yang tidak teratur menjadi penyebab kepada peningkatan beban-bahan endapan yang signifikan ke dalam sungai (Jones dan Lee, 1982; Enger dan Smith, 2000). Aras hasilan endapan terampai yang rendah yang berkaitan dengan sungai yang mengalir dari kawasan pertanian tanah rendah di United Kingdom telah menjadi bukti kepada kadar hakisan tanah yang rendah di kawasan tersebut (Walling, 1980).



Rajah 2.1: Proses yang berlaku di dalam lembangan (diubahsuai dari <http://www.sheffield.ac.uk/content/1/c6/04/95/73/Don%20Catchment%20Diagram.jpg>)

Nutrien adalah bahan yang berbentuk larutan yang terdapat di dalam air dan ianya diangkut melalui air larian permukaan ataupun dialirkan melalui sungai (Rajah 2.2). Nutrien di dalam air terbahagi kepada beberapa jenis seperti fosforus, sulfur dan nitrogen (Hart dan Ford, 1999). Ketersediaan nitrogen ini sangat penting kepada pertumbuhan pokok-pokok. Binatang pula bergantung kepada tumbuh-tumbuhan untuk bekalan tenaganya. Najis binatang tersebut mengandungi nitrogen dan ia akan meresap ke dalam tanah.

Begitu juga dengan tumbuh-tumbuhan dan binatang yang mati, apabila mereput ia akan membekalkan sumber nitrogen kepada tanah, dan kuantiti nitrogen (N) dan fosforus (P) dalam sistem akuatik merupakan faktor luaran kepada kemasukan dan pengeluaran nutrien (Rajah 2.2) (Reddy *et al.*, 1996). Unsur nitrogen yang paling banyak terdapat di dalam alam sekitar ialah nitrat-N. Hal ini kerana, ammonia-N yang terdapat di dalam tanah ataupun di dalam air apabila teroksida akan bertukar kepada nitrit-N dan nitrat-N. Nitrit pula merupakan sebatian nitrogen yang wujud sekejap sahaja dalam air dan kemudian akan teroksida dan bertukar kepada nitrat (Walsh *et al.*, 2001).

2.3 LIMNOLOGI

Pelbagai tafsiran mengenai maksud limnologi oleh ahli-ahli limnologi. Limnologi adalah merupakan satu aspek yang luas yang meliputi aspek hidrobiologi atau ekologi akuatik. Menurut pakar limnologi iaitu Edgardo Baldi, beliau mentakrifkan limnologi sebagai sains berkenaan dengan perkaitan proses dan kaedah dimana bahan dan tenaga diubah bentuk dalam tasik (Cole, 1993). Pelbagai aspek dalam limnologi yang boleh diambil kira termasuk dari segi geologi. Proses geologi akan menyebabkan berlakunya pengubahsuaian morfologi tasik, asal lembangan tasik dan segala berkaitan tasik serta kewujudannya (Lampert dan Sommer, 1997). Selain daripada itu, sifat trofik bagi sesebuah jasad air, turut merujuk kepada jumlah nutrien yang wujud dan terlarut serta mempengaruhi produktiviti biotik. Antara faktor yang mempengaruhi produktiviti adalah faktor edafik, iaitu penentuan sama ada sesebuah tasik itu kaya dengan kandungan nutrien ataupun tidak. Selain daripada itu, dimensi atau morfologi lembangan juga ada kaitan dengan geologi dan produktiviti sesebuah lembangan tasik (Carlson, 1977).

Sebuah tasik sebenarnya bermula daripada satu fenomena yang hampir kesemuanya berasaskan geologi. Sebaik sahaja tasik terbentuk ia akan mengalami proses penuaan. Jika dilihat daripada lembangan tasik itu sendiri, ia adalah berbentuk cekung dan terdapat aliran untuk berlakunya pemupusan apabila tasik ini dipenuhi oleh endapan. Tasik yang dalam dan besar berkemungkinan agak sukar untuk mati disebabkan berlakunya pendangkalan. Perubahan kualiti atau kejadian geologi yang menyebabkan pengaliran keluar dan pengeringan air tasik akhirnya menandakan penamatan riwayat

/

sesebuah tasik tersebut. Begitu juga dengan pertalian nutrien yang masuk ke dalam kawasan tadahan adalah saling berkait dalam mempengaruhi kitar geokimia dalam sesuatu ekosistem tadahan (Yigang dan Muller, 1995). Pergerakan mendapan terampai yang asalnya berpunca daripada sungai telah dikenalpasti sebagai satu komponen penting yang mempengaruhi kitar geokimia dalam aliran air yang masuk ke dalam kawasan tadahan (Meybeck, 1984).

Bentuk tasik adalah berbeza-beza dari pelbagai segi. Sesebuah tasik terbentuk dengan pelbagai cara. Pembentukannya berkaitan dengan peristiwa yang mewujudkan lembangan atau lekukan di permukaan kerak bumi. Segalanya berlaku disebabkan kejadian semulajadi atau aktiviti manusia. Secara semulajadi, sesebuah tasik itu boleh terbentuk oleh aktiviti tektonik, gunung berapi, gempa bumi dan sebagainya. Manakala pembinaan empangan oleh manusia turut mempengaruhi kewujudan lembangan tasik (Lampert dan Sommer, 1997). Di Malaysia sebagai contoh, terdapat banyak kawasan perlombongan yang ditinggalkan dan kemudiannya dipenuhi air dan terbentuklah jasad air. Morfologi lembangan tasik boleh menggambarkan peristiwa yang berlaku di dalam sistem. Dimensi fizikal bersaling tindak dengan cuaca dan faktor edafik sekeliling untuk menentukan sifat tasik (Ahmad Ismail dan Ahmad Badri, 1992).

2.4 PENGKELASAN TASIK

Memandangkan produktiviti sesebuah tasik memainkan peranan yang penting dalam menentukan kualiti air sesebuah tasik, maka adalah penting untuk kita mengetahui pengelasan sesebuah tasik (Hutchinson, 1973). Ahli limnologi mengkelaskan tasik berdasarkan produktiviti. Secara umumnya, sesebuah tasik akan melalui tiga peringkat. Walaubagaimanapun, hayat sesebuah tasik dibahagikan kepada dua kategori am iaitu oligotrofik dan eutrofik. Setiap tasik akan cenderung untuk mengalami transformasi secara beransur-ansur mengikut perubahan masa. Tasik oligotrofik akan perlahan-lahan menjadi mesotrofik sebelum menjadi eutrofik. Istilah oligotrofik dan eutrofik telah mula diperkenalkan oleh Weber pada tahun 1907 (Ahmad Ismail dan Ahmad Badri, 1992).

2.4.1 Tasik Oligotrofik

Tasik jenis oligotrofik ini mempunyai kepekatan nutrien yang rendah tetapi kandungan oksigennya adalah tinggi. Pada usia muda, tasik jenis ini mempunyai tahap kedalaman yang tinggi. Kepelbagaian spesies dan tumbuhan akuatik dan haiwan kecil wujud pada tasik jenis ini (Kratzer dan Brezonik, 1981).

2.4.2 Tasik Mesotrofik

Tasik jenis ini menunjukkan gabungan di antara tasik jenis oligotrofi dan eutrofi dan dalam erti kata lain tasik jenis ini menunjukkan ciri perantaraan antara kedua-dua jenis tasik ini (Ahmad Ismail dan Ahmad Badri, 1992).

2.4.3 Tasik Eutrofik

Tasik jenis ini sememangnya mempunyai kepekatan nutrien yang tinggi berbanding tasik jenis oligotrofik dan mesotrofik. Pengaliran nutrien secara berterusan terutamanya fosfat dan nitrat adalah punca utama kepada transformasi ini. Tasik

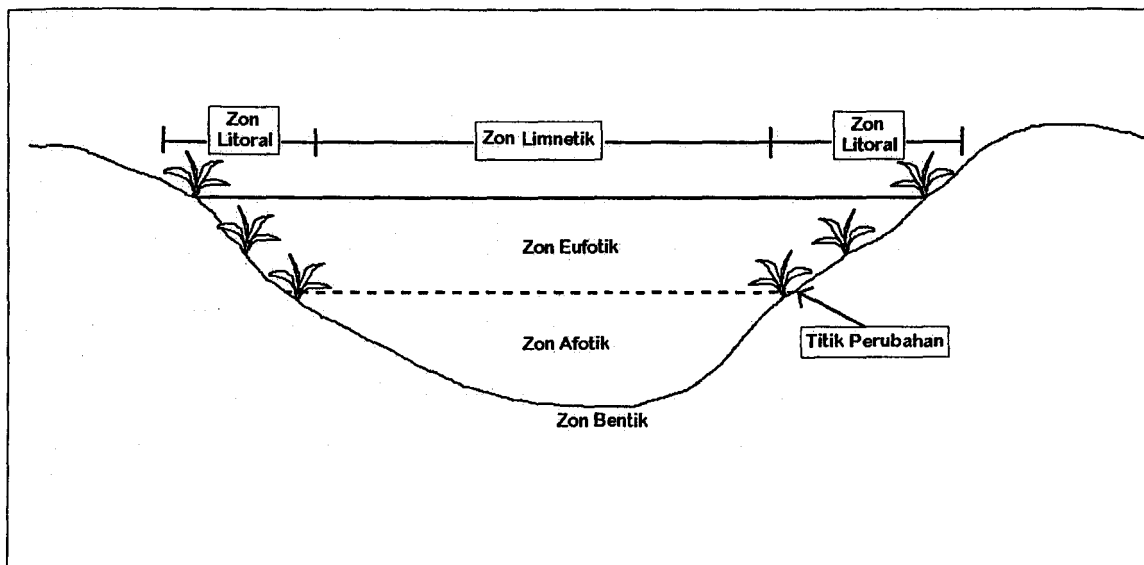
jenis eutrofik menunjukkan ciri-ciri yang berlawanan dengan tasik jenis oligotrofi (Osgood, 1983).

2.5 ZON TASIK

Tasik amnya dapat ditakrifkan sebagai suatu jasad air yang separa tertutup yang juga dilingkungi oleh daratan. Disebabkan sifatnya yang boleh dikatakan tidak bergerak, maka tasik akan membentuk habitat lentik (lentus iaitu lembab). Tasik berbeza dengan ekosistem sungai yang merupakan habitat lotik iaitu membersihkan disebabkan sifat airnya yang sentiasa mengalir (Lampert dan Sommer, 1997; Ahmad & Asmida, 2008). Disebabkan ekosistem tasik yang merangkumi pelbagai habitat, tasik juga dapat dibahagikan kepada beberapa zon sama ada secara menegak mahupun secara mengufuk (Rajah 2.3).

Persekitaran tasik boleh dibahagikan kepada dua zon iaitu zon limnetik litoral dan juga zon bentik. Zon limnetik adalah zon yang langsung tidak dipengaruhi oleh bahagian dasar atau pinggir tasik dan air tasik itu sendiri yang membentuk persekitaran limnetik. Oleh sebab itu, tumbuhan-tumbuhan terapung banyak terdapat di kawasan zon ini (Rajah 2.2). Zon limnetik ini juga dapat dibahagikan secara menegak kepada beberapa zon cahaya (Thornton *et al.*, 1990). Lapisan air yang menerima cahaya yang banyak dan terdapat pencampuran air yang baik dikenali sebagai zon eufotik. Zon eufotik menjangkau dari permukaan ke aras keamatan cahaya. Had zon eutrofik ditentukan oleh kemampuan cahaya suria yang menembusi air tasik. Perubahan zon

eufotik adalah berkaitan dengan beberapa faktor seperti penyerapan cahaya oleh atmosfera, sudut matahari, permukaan tasik dan juga kejernihan air yang mempengaruhi penembusan cahaya ke dalam jasad air (Ahmad Ismail dan Asmida, 2008).



Rajah 2.2: Penzonan tasik (Ahmad Ismail dan Asmida, 2008).

Persekitaran bentik merupakan bahagian tasik yang berkaitan dengan dasar. Dalam persekitaran bentik terdapat dua zon iaitu zon epilitoral dan supralitoral. Zon epilitoral lebih kepada kawasan daratan kerana pada tahap zon ini, banyak tumbuhan daratan yang tumbuh. Oleh sebab itu, zon ini tidak ada kaitan langsung dengan air tasik. Manakala zon supralitoral pula, ialah zon yang terletak di bawah zon epilitoral, dan amnya agak lembap. Zon superitoral membentuk satu ekosistem yang unik memandangkan kedudukan zon ini bersifat peralihan antara persekitaran akuatik dan juga daratan (Cooke *et al.*, 1993).

Persekitaran akuatik bermula dengan zon litoral hinggalah zon profundal. Berdasarkan aras dan lapisan air, maka zon litoral dibahagikan kepada dua iaitu eulitoral dan juga infalitoral. Zon eulitoral ialah kawasan tasik yang terendam air hanya pada waktu aras air tinggi, manakal zon infalitoral, sentiasa di telenggami air. Zon litoral juga merupakan kawasan yang sentiasa terdedah kepada turun naik suhu selain menunjukkan kepelbagaian yang tinggi dari segi habitat dan nic (Rajah 2.2). Pada amnya tasik yang merupakan mempunyai zon litoral yang luas akan mempunyai produktiviti yang tinggi (Thornton *et al.*, 1993; Ahmad Ismail dan Asmida, 2008). Di bawah sekali ialah zon sublitoral yang merupakan sebuah zon yang bebas daripada sebarang tumbuhan akuatik yang berakar umbi di dasar. Walaupun pada tahap zon ini yang gelap, namun zon ini masih dapat menyokong beberapa kumpulan alga dan bakteria fotosintesis. Organisma ini mempunyai pigmen aksesori yang berupaya menggunakan cahaya pada keamatan yang rendah. Manakala dari segi endapan, di zon ini teksturnya lebih halus jika di bandingkan dengan zon litoral. Bahagian tasik yang sangat dalam, gelap dan tidak berarus dikenali sebagai zon profundal. Suhu rendah yang seragam dan kandungan oksigen yang sangat rendah turut mencirikan zon ini. Disebabkan oleh kehadiran asid karbonik, maka pH air selalunya rendah. Zon ini juga dikenali dengan kewujudan gas metana dan karbon dioksida yang tinggi. Keadaan yang terlalu ekstrim ini tidak membolehkan sebarang kehidupan untuk hidup di kawasan tersebut (Jeffries dan Mills, 1990; Ahmad Ismail dan Asmida, 2008; Goldman dan Horne, 1983).