

PUMS99:1

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN STATUS KUALITI AIR DI SUNGAI
BUKAU, BEAUFORT.

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN
SAINS SEKITARAN

SAYA MAIZA BT ISMAIL SESI PENGAJIAN: 2003 - 2006
(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KG. GALOK
CHETOK, 17060 PASIR
MAS, KELANTAN.

MR. MOH PAK YAN

Nama Penyelia

Tarikh: 26/04/06

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 disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

4000008718

HADIAH



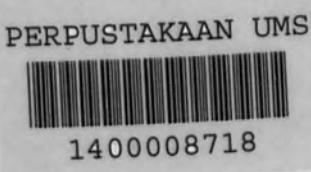
KAJIAN STATUS KUALITI AIR DI SUNGAI BUKAU, BEAUFORT

MAIZA BT ISMAIL

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

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



APRIL 2006

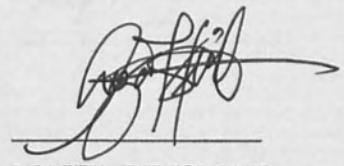


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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

26 APRIL 2006



MAIZA BT ISMAIL
(HS2003-3214)



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

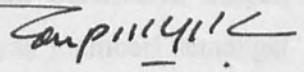
PENGESAHAN

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

(EN.MOH PAK YAN)



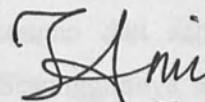
2. PEMERIKSA 1

(DR.VUN LEONG WAN)



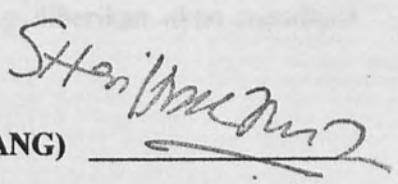
3. PEMERIKSA 2

(CIK FARRAH ANIS FAZLIATUL ADNAN)



4. DEKAN

(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. OMANG)




PENGHARGAAN

Alhamdulillah.... Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan Izin-Nya disertasi ini dapat disiapkan dalam jangka masa yang telah ditetapkan walaupun terdapat pelbagai kesulitan dan masalah sepanjang proses menyiapkan disertasi ini. Di kesempatan ini, saya ingin menyampaikan ucapan jutaan terima kasih terutama sekali kepada En. Moh Pak Yan selaku penyelia saya yang banyak memberi tunjuk ajar dan panduan berguna dalam menyiapkan kajian saya seperti mana yang dikehendaki. Seterusnya ucapan terima kasih saya tujuhan khas kepada ibu bapa saya yang banyak memberi semangat dan dorongan untuk terus berusaha menyiapkan kajian ini dengan sempurna. Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah, pembantu-pembantu makmal sains sekitaran dan pembantu-pembantu makmal kimia industri yang banyak memberi tunjuk ajar dan bantuan kepada saya dalam menjalankan analisis di makmal. Terima kasih juga saya ucapkan kepada pemandu-pemandu UMS yang membawa dan membantu saya untuk pengambilan sampel. Akhir sekali, ucapan terima kasih ditujukan kepada rakan-rakan seperjuangan yang sentiasa memberi sokongan dan sanggup bersusah senang bersama-sama sepanjang menyiapkan kajian ini. Sesungguhnya, kajian ini banyak memberikan saya ilmu dan pengalaman baru yang sangat berguna untuk masa-masa akan datang. Semoga segala pertolongan yang diberikan akan mendapat keberkatan dan keredhaan Ilahi...AMIN.



KAJIAN STATUS KUALITI AIR DI SUNGAI BUKAU, BEAUFORT

ABSTRAK

Kajian ke atas Sungai Bukau, Beaufort telah dilakukan untuk menentukan status semasa kualiti airnya berdasarkan Piawaian Interim Air Kebangsaan Malaysia. Tiga stesen kajian telah dipilih dan pensampelan dilakukan sebanyak sekali bagi setiap 2 minggu selama 2 bulan untuk tiga kali pensampelan. Pengukuran parameter *in-situ* seperti suhu, pH, kekeruhan, dan oksigen terlarut (DO) dilakukan dengan menggunakan alat sistem pengesanan multiparameter (YSI model 650). Manakala analisis *ex-situ* bagi kepekatan oksigen biokimia (BOD), kepekatan oksigen kimia (COD), jumlah pepejal terampai (TSS), dan minyak dan gris masing-masing menggunakan teknik modifikasi azida, kaedah refluks terbuka, kaedah gravimetri, dan kaedah pengekstrakkan. Hasil kajian menunjukkan bahawa nilai bacaan min bagi suhu, pH, kekeruhan, dan DO masing-masing adalah $26.41 \pm 0.653^{\circ}\text{C}$, 6.49 ± 0.253 , 48.66 ± 13.72 NTU, dan 6.13 ± 1.006 mg/L. Selain itu, nilai bacaan min bagi BOD, COD, TSS, dan minyak dan gris masing-masing adalah 2.22 ± 0.853 mg/L, 7.50 ± 3.043 mg/L, 26.33 ± 13.313 mg/L, dan 39.11 ± 20.957 $\mu\text{g}/\text{L}$. Perbandingan nilai kajian yang diperolehi dengan Piawaian Interim Air Kebangsaan Malaysia didapati bahawa kualiti air Sungai Bukau adalah dikategorikan sebagai Kelas IIA yang mana ia sesuai untuk tujuan bekalan air dan perikanan tetapi memerlukan rawatan konvensional.



A STUDY ON THE STATUS OF WATER QUALITY IN BUKAU RIVER, BEAUFORT

ABSTRACT

A Study on Bukau River, Beaufort has been carried out to determine the status of its water quality according to the Interim National Water Quality Standard for Malaysian. Three stations were selected and water sampling was conducted once in every two weeks for two month for a total of three sampling. A Multi-parameter detection system with YSI model 650 was used for *in-situ* measurement such as temperature, pH, dissolved oxygen (DO), and turbidity. While the *ex-situ* analysis for biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), and oil and grease have been carried out by using the azida modification method, open reflux method, gravimetric method, and extraction method, respectively. The result shows that mean values for temperature, pH, turbidity, and DO are 26.41 ± 0.653 °C, 6.49 ± 0.253 , 48.66 ± 13.72 NTU, and 6.13 ± 1.006 mg/L, respectively. On the other hand, mean values for BOD, COD, TSS, and Oil & Grease are 2.22 ± 0.853 mg/L, 7.50 ± 3.043 mg/L, 26.33 ± 13.313 mg/L, and 39.11 ± 20.957 µg/L, respectively. Comparison between the results and the Interim National Water Quality Standard for Malaysia shows that the Bukau river is categorized in Class IIA, which is suitable for water supply and fisheries but need conventional treatment.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI FOTO	xi
SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL	xii
 BAB 1 PENGENALAN	 1
1.1 Sumber dan Pencemaran Air	1
1.2 Kepentingan Kajian	4
1.3 Objektif Kajian	4
 BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	 6
2.1 Sumber Air	6
2.2 Pencemaran Sungai	7
2.3 Kualiti Air dan Kepentingannya	12
2.3.1 Nilai pH	16
2.3.2 Suhu	17
2.3.3 Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)	18
2.3.4 Permintaan Oksigen Kimia (COD)	19
2.3.5 Kekeruhan	20
2.3.6 Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	21
2.3.7 Oksigen Terlarut (DO)	22
2.3.8 Minyak dan Gris	24



BAB 3	BAHAN DAN KAEADAH	25
3.1	Lokasi sungai	27
3.2	Pensampelan	27
3.3	Alat dan Radas	31
3.4	Bahan Kimia	32
3.5	Analisis Kualiti air	32
3.5.1	Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)	32
3.5.2	Permintaan Oksigen Kimia (COD)	33
3.5.3	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	34
3.5.4	Minyak dan Gris	35
3.6	Pengukuran <i>in situ</i>	35
3.7	Analisis Data	36
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	37
4.1	Parameter <i>in situ</i>	37
4.1.1	Nilai Purata Parameter <i>In Situ</i> Mengikut Stesen	37
4.2	Nilai parameter <i>ex situ</i>	41
4.2.1	Nilai Purata Parameter <i>Ex Situ</i> Mengikut Stesen.	41
4.3	Perbandingan parameter	44
4.3.1	Perbandingan TSS Dan Kekeruhan	44
4.3.2	Perbandingan BOD dan COD.	46
4.3.3	Perbandingan Suhu Dan DO	47
4.4	Minyak Dan Gris	48
BAB 5	KESIMPULAN	51
RUJUKAN		53
LAMPIRAN		56



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Klasifikasi bagi nilai BOD	19
3.1 Deskripsi stesen pensampelan	28
3.2 Teknik analisis bagi setiap parameter	31
3.3 Alat radas yang digunakan untuk setiap analisis makmal	31
3.4 Senarai bahan kimia yang digunakan untuk setiap analisis makmal	32
3.5 Peralatan yang di gunakan untuk pengukuran <i>in-situ</i>	36



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Mukasurat
Rajah 3.1	Lokasi kawasan kajian.	29
Rajah 4.1	Nilai purata setiap parameter <i>in situ</i> mengikut stesen pensampelan.	38
Rajah 4.2	Nilai purata setiap parameter <i>ex situ</i> mengikut stesen pensampelan.	44
Rajah 4.3	Perbandingan nilai purata antara TSS dan kekeruhan mengikut stesen pensampelan.	46
Rajah 4.4	Perbandingan nilai purata antara BOD dan COD mengikut stesen pensampelan.	47
Rajah 4.5	Perbandingan nilai purata antara suhu dan DO mengikut stesen pensampelan.	48
Rajah 4.6	Perbandingan nilai purata minyak dan gris mengikut bilangan pensampelan.	50



SENARAI FOTO

No. Foto	Muka surat
Foto 1 Stesen pensampelan pertama.	25
Foto 2 Stesen pensampelan kedua.	26
Foto 3 Stesen pensampelan ketiga.	26
Foto 4 YSI multiparameter model 650	56
Foto 5 Botol kaca	56
Foto 6 Water bath.	57
Foto 7 Alatan refluks untuk analisis COD.	57
Foto 8 Corong pemisah.	58



SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

APHA	American Public Health Association
JAS	Jabatan Alam Sekitar
WQI	Water Quality Index.
NTU	Unit Kekeruhan Nefelometrik
JTU	Unit Kekeruhan Jackson
BOD	Kepekatan Oksigen Biokimia
COD	Kepekatan Oksigen Kimia
DO	Oksigen terlarut
TSS	Jumlah Pepejal Terampai
NH ₃ -N	Nitrogen Ammonia
FAS	Ferum II Aluminium Sulfat



BAB 1

PENGENALAN

1.1 SUMBER DAN PENCEMARAN AIR

Air merupakan keperluan asas kepada semua kehidupan. Secara fizikalnya air merupakan sebatian tanpa warna, bau dan rasa. Struktur air terdiri daripada 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen dengan formula kimia H_2O . Air sisa pula didefinisikan sebagai cecair buangan dari kawasan kediaman, komersil, institusi, serta industri. Air sisa mempunyai berbagai ciri utama iaitu terdiri dari 99.9% air dan hanya 0.1% dalam bentuk pepejal, kaya dengan mikroorganisma serta kandungan bahan organik dan tak organik (Hamidi Abdul Aziz, 1999).

Pencemaran air bermaksud kehadiran atau penambahan sesuatu bahan semulajadi atau bukan semulajadi ke dalam persekitaran akuatik sehingga merosakkan sebahagian atau keseluruhan ekosistem air (Neresah Baharom *et. al.*, 1993). Empat aktiviti utama di Malaysia, iaitu industri pembuatan, industri berdasarkan pertanian (minyak sawit mentah dan getah asli mentah), ternakan haiwan (terutama khinzir) dan kumbahan dikenalpasti sebagai punca-punca pencemaran air yang ketara (JAS, 1998). Pencemar bertindak dengan berbagai-bagai cara bila dicampurkan ke air. Bahan tak konservatif seperti kebanyakan bahan organik dan sesetengah bahan tak organik dan banyak lagi mikroorganisma diuraikan dengan proses pembersihan diri, jadi



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

kepekatannya akan berkurangan mengikut masa bergantung kepada pencemar itu sendiri, kualiti air yang menerimanya, suhu dan faktor-faktor persekitaran yang lain. Kebanyakan bahan tak organik tidak dipengaruhi oleh proses-proses semulajadi oleh itu pencemar-pencemar konservatif ini akan hanya berkurang kepekatannya dengan pencairan. Pencemar-pencemar konservatif tidak juga dipengaruhi oleh proses perawatan air dan air sisa jadi kehadirannya dalam sesuatu sumber air akan menghadkan sumber tersebut. Antara ciri-ciri pencemar adalah seperti berikut (Tebbutt, 1983).

- a. Sebatian toksik yang menyebabkan pembatasan atau kemasuhan aktiviti biologi di dalam air.
- b. Bahan-bahan yang memberi kesan kepada keseimbangan oksigen dalam air seperti bahan yang menggunakan oksigen, bahan-bahan yang menghalang pemindahan oksigen menembusi antaramuka udara-air dan juga pencemaran terma.
- c. Pepejal terampai atau terlarut yang lengai sekiranya mempunyai kepekatan tinggi boleh memberikan berbagai-bagai masalah.

Penyebab utama kemerosotan kualiti air permukaan adalah air sisa buangan domestik dan perbandaran, air sisa industri dan pertanian (organik, inorganik, haba) dan sisa sampah pepejal dan separa pepejal. Sektor perbandaran memperolehi bekalan air dari air permukaan dan mungkin mendapat air ini terlalu busuk dengan sisa bahan kimia toksik yang mana terlalu mahal untuk merawatnya sebagai kegunaan bekalan air (Viessman dan Hammer, 1998). Pencemaran oleh air sisa akan menyebabkan kesan-kesan seperti pengurangan kandungan oksigen terlarut (DO), kenaikan dalam kandungan pepejal terlarut, kandungan organik, nutrien seperti Nitrogen dan Fosforus, warna dan kekeruhan. Kesemua unsur ini akan membawa perubahan kualiti air yang tidak diingini



lebih-lebih lagi dalam pengambilan air di hilir sungai. Pertambahan nutrien adalah satu masalah besar bagi tasik dan air yang bergerak perlahan tetapi tidak begitu serius dalam sungai (Tebbutt, 1983).

Apabila aras nutrien dan pengeluaran biologi bertambah, air tersebut akan menjadi kaya dengan nutrien atau eutrofik. Nutrien kemudiannya digunakan kembali dan dalam kes yang melampau air menjadi sangat tercemar oleh tumbuhan , aras DO rendah akan terjadi disebabkan reputan tumbuh-tumbuhan ini dan dalam waktu gelap keadaan anaerobik akan berlaku (Tebbutt, 1983). Sungai atau tasik yang terpelihara mempunyai keseimbangan dari segi flora dan fauna yang mempunyai kepelbagaiannya spesies. Kehadiran bahan pencemar akan mengganggu keseimbangan spesies ini. Ikan merupakan petunjuk yang baik bagi kualiti air. Sesebuah sungai tidak akan dikelaskan sebagai mempunyai tahap kualiti yang baik melainkan terdapat kepelbagaiannya spesies ikan yang boleh hidup di dalamnya. Ikan merupakan produk akhir dalam rantai makanan sistem akuatik, kewujudan spesies-spesies ikan menunjukkan tahap kualiti air dan kesesuaian habitat untuk bekalan makanan, perlindungan dan tempat pembiakan (Viessman dan Hammer, 1998).

Pencemaran serius yang sering terjadi dalam kawasan perindustrian mempunyai kesan yang mendalam kepada sistem sungai dan pengurangan pencemaran sungai dalam sistem sedemikian memerlukan operasi yang menggunakan perbelanjaan yang besar serta mengambil masa yang lama. Di negara-negara perindustrian, ia menjadi sesuatu yang mustahil dari segi ekonominya untuk mengelakkan kesemua pencemaran sungai dan adalah perlu untuk melihat secara keseluruhan sumber-sumber air dan mengelaskan sungai sebagai sesuai hanya bagi satu-satu tujuan tertentu sahaja. Pencemaran air tidak diingini disebabkan beberapa alasan iaitu pencemaran bekalan air

akan memberi beban tambahan kepada loji rawatan, membataskan kegunaan rekreasi, kesan ke atas hidupan ikan dan mewujudkan gangguan pada rupa dan bau (Tebbutt, 1983).

1.2 KEPENTINGAN KAJIAN

Kajian ini dijalankan sebagai memenuhi tujuan kepentingan tertentu terutamanya untuk mengetahui status pencemaran air di Sungai Bukau berdasarkan kepekatan parameter fiziko-kimia yang dianalisis. Selain itu kajian ini juga dapat memberi kepentingan dari segi perolehan input baru mengenai kesesuaian air sungai tersebut untuk tujuan penggunaannya yang tertentu. Dari nilai kepekatan parameter fiziko-kimia yang dikaji, kepekatan bahan pencemar yang wujud dapat diketahui dengan jelas dan maklumat ini dapat membantu untuk mengetahui kualiti air sungai Bukau yang digunakan ini samada selamat atau tidak. Akhir sekali, melalui kajian ini juga bahan-bahan atau punca-punca pencemar yang utama dapat dikenalpasti.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN:

Objektif-objektif kajian ini ialah:

- i. Menentukan kepekatan beberapa parameter fiziko-kimia seperti pH, suhu, oksigen terlarut (DO), kekeruhan, Permintaan Oksigen Biokimia (BOD), Permintaan Oksigen Kimia (COD), minyak dan gris, dan jumlah pepejal terampai (TSS) bagi Sungai Bukau.

- ii. Memberi penilaian terhadap kualiti air Sungai Bukau dengan membuat perbandingan berdasarkan Piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan Malaysia.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 SUMBER AIR

Pengawasan kualiti air di Malaysia telah dikendalikan oleh JAS (Jabatan Alam Sekitar) semenjak 1978, terutamanya untuk mengetahui status kualiti air, mengesan perubahan kualiti air, dan mengenal pasti punca pencemaran. Ini melibatkan pengawasan rutin di stesen yang ditentukan, pengawasan *in situ* dan analisis makmal. Data yang diperolehi diinterpret berdasarkan ciri-ciri fiziko-kimia dan biologikal (JAS, 1999).

Hampir semua kawasan mempunyai saliran. Sungai merupakan saliran air yang berpunca daripada kawasan tадahan yang kerap menerima hujan dan mengeluarkan air dalam bentuk mata air. Puluhan mata air akan bergabung dan menghasilkan aliran sungai yang besar. Sungai Nil, Mekong dan Ganges sebagainya adalah antara sungai yang terpenting (Jasiman Ahmad dan Ramli Ahmad, 1998). Sungai sangat penting kepada kita kerana air sungai digunakan untuk pelbagai kegunaan seperti kegunaan domestik, pengairan, penghasilan tenaga elektrik, aktiviti rekreasi seperti memancing dan paling penting membekalkan pelbagai sumber protein dan keperluan lain (Nurul Izzah Ahmad dan Stephen Ambu, 2000).



2.2 PENCEMARAN SUNGAI

Air permukaan secara umumnya boleh dikategorikan sebagai air yang mengalir atau tidak mengalir (statik), contohnya air sungai. Air sungai boleh terdedah kepada bahaya pencemaran alam sekitar dan oleh kerana itu tahap kualiti air sungai mesti sentiasa diawasi. Darjah pencemaran sungai selalunya berubah selari dengan keadaan ekologinya. Kualiti air permukaan mesti dipastikan berada pada tahap minimum untuk mengekalkan sifat ‘self-purification’. Sifat ini boleh menyebabkan bahan organik semulajadi atau asing didegradasi secara perlahan-lahan. Di zon yang kaya dengan kandungan oksigen, unsur yang boleh degradasi akan terurai oleh tindakan mikroorganisma aerobik. Oksigen akan digunakan dan kepekatananya dalam air semakin menurun. Apabila zon bebas oksigen wujud, organisma anaerobik akan berkembang dan proses pereputan bermula. Degradasi bahan organik menyebabkan biojisim terbentuk di mana ia akan termendap sebagai sedimen organik (Rump dan Krist, 1992).

Pencemaran sungai berlaku apabila air sungai dicemari oleh bendasing seperti mikroorganisma, bahan kimia, sisa industri atau sisa-sisa lain, serta air kumbahan. Bendasing tersebut akan merosakkan kualiti air dan menyebabkan ia tidak sesuai lagi digunakan untuk keperluan asas manusia (Nurul Izzah Ahmad dan Stephen Ambu, 2000). Di beberapa buah negara maju yang membangunkan sektor perindustrian, kebanyakannya sisa-sisa dibuang ke dalam sungai. Mereka menganggap sungai adalah sebagai satu kawasan longgokan sisa-sisa buangan. Sungai yang telah tercemar akan kehilangan potensi untuk dijadikan sebagai punca dalam pembekalan air bersih. Pembuangan bahan sisa ke dalam sungai merupakan punca utama pencemaran sungai di negara ini yang mana diklasifikasikan kepada sisa domestik, sisa perindustrian, dan sisa pertanian (Jasiman Ahmad dan Ramli Ahmad, 1998).



Sampah-sarap domestik seperti sisa makanan, plastik, tin-tin kosong atau kotak-kotak yang tidak terpakai dibuang ke sungai secara berleluasa terutama bagi masyarakat yang mendiami kawasan yang berhampiran sungai yang menjadikan sungai sebagai tempat pembuangan sampah (Jasiman Ahmad dan Ramli Ahmad, 1998). Sisa domestik berpunca daripada bahan pencuci yang digunakan di rumah seperti untuk membasuh pakaian, peralatan dapur, mencuci lantai, kereta, berkebun dan mandi yang mana mengandungi jumlah kandungan bahan fosfat yang tinggi yang menggalakkan pertumbuhan alga. Pertumbuhan alga yang berleluasa akan akan mewujudkan fenomena eutrofikasi yang menyebabkan pengurangan kandungan oksigen terlarut di dalam air yang akan mengakibatkan kematian haiwan akuatik. Selain itu pembuangan produk yang berasaskan minyak dan pelarut seperti cat dan spirit serta penggunaan racun rumput dan racun serangga juga merupakan bahan pencemar yang berpunca daripada aktiviti domestik (Nurul Izzah Ahmad dan Stephen Ambu, 2000).

Pencemaran dari sumber pertanian merupakan punca utama pencemaran air sungai, tasik, air bawah tanah, serta muara sungai. Aktiviti pertanian yang menyebabkan pencemaran air ialah kegiatan penanaman rumput untuk penternakan, pembajakan tanah, penyemburan racun serangga, pengairan, pembajaan, penanaman serta penuaian hasil pertanian yang menghasilkan bahan pencemar seperti lumpur, nutrient, patogen, racun serangga dan garam. Lumpur yang banyak mengurangkan bekalan cahaya matahari kepada tumbuhan di dalam air, menutup kawasan pembiakan dan makanan ikan serta menyumbat insang ikan. Manakala pencemaran air di tempat kediaman berasal samada dari air limbah atau dari pembuangan najis. Di tempat yang tidak mempunyai sistem pengolahan air limbah yang elok, selalunya air limbah ini dialirkan terus ke dalam sungai, parit, ataupun laut. Najis yang mencemari air boleh menyebabkan agen penyakit yang terdapat pada najis tersebut dipindahkan ke perumah baru dan seterusnya membiak

(Noor Hassim Ismail, 1996). Penggunaan bahan kimia di ladang-ladang pertanian yang mengandungi nutrien seperti fosforus, nitrogen dan kalium yang bertujuan untuk meningkatkan hasil pertanian akan mengakibatkan pencemaran air sungai apabila ia digunakan secara tidak terkawal di sebabkan sifatnya yang sangat larut di dalam air. Apabila bahan tersebut mlarut-resap ke dalam air tanah, ia seterusnya akan mengalir masuk ke sungai dan seterusnya mencemari sungai tersebut. Kehadiran nutrien ini menggalakkan pertumbuhan alga dengan cepat, seterusnya akan menutup permukaan sungai dan akhirnya akan menghasilkan bau yang busuk. Kandungan oksigen yang berkurangan dalam air ini akan membunuh ikan (Nurul Izzah Ahmad dan Stephen Ambu, 2000).

Kegiatan perindustrian menghasilkan pelbagai jenis bahan buangan. Pencemaran ini boleh jadi berbentuk bahan mentah yang digunakan oleh kilang, bahan perantaraan proses, hasil akhir pengeluaran yang rosak atau hasil sampingan perindustrian. Contohnya, kilang bateri kereta akan mengeluarkan sisa kimia seperti plumbum dan asid, kilang tekstil akan menghasilkan sisa daripada kapas, pewarna, dan alkali, manakala kilang cat pula akan membebaskan pewarnadan pelarut. Oleh itu, kawalan air sisa kilang perlu dilakukan. Bahan ini apabila disalirkan ke dalam parit atau sungai boleh menyebabkan pencemaran sungai (Noor Hassim Ismail, 1996). Sisa-sisa buangan ini bukan sahaja boleh membunuh hidupan di air tapi boleh mengubah kualiti air. Sebagai contohnya, effluent dari kilang memproses pulpa untuk penghasilan kertas boleh mengubah pH, kandungan oksigen terlarut dan turbiditi apabila bercampur dengan air sungai (Jasiman Ahmad dan Ramli Ahmad, 1998). Kilang pemprosesan kelapa sawit didirikan berhampiran sungai bagi memudahkan pembuangan effluent tanpa memakan belanja yang besar, selain itu ia juga disebabkan oleh pemprosesan minyak kelapa sawit memerlukan kuantiti air yang banyak, jadi dibina berhampiran sungai yang

mengandungi kuantiti air yang banyak. Ini secara tidak langsung akan menyebabkan berlakunya pencemaran terhadap sungai tersebut. Effluen kilang kelapa sawit merupakan satu sumber utama yang yang mengakibatkan pencemaran air di dalam kawasan pedalaman apabila disalurkan ke dalam sungai ataupun tasik tanpa sebarang rawatan (Ismail Sahid, 1985).

Ia mengandungi bahan buangan lignosellulolik dengan campuran berkarbohidrat dan minyak. Effluen kilang minyak kelapa sawit ialah ampaian koloid yang apabila dalam keadaan segar, effluen kilang kelapa sawit mewujudkan kesan air yang keruh, berwarna coklat pekat, berkoloid, mencerna, berminyak dan mempunyai pepejal terampai yang halus. Ia adalah bersuhu tinggi, berkeadaan berasid dan mengandungi banyak sebatian organik (Abdul Latif Ahmad *et al.*, 2003). Kebanyakan pengusaha kilang mengambil inisiatif membuang sampah ke dalam sungai untuk mengurangkan kos pelupusan atau tapak pembuangan sampah. Oleh itu tidak terdapat peruntukan yang di berikan untuk membersihkan sisa-sisa buangan yang tidak diperlukan. Air daripada effluen ini memerlukan teknologi penyulingan air yang tinggi untuk menjadi bersih (Jasiman Ahmad dan Ramli Ahmad, 1998).

Antara bahan pencemar sungai lain yang boleh mengganggu kualiti air adalah bahan-bahan humus yang diperolehi daripada proses pengaliran air sungai. Humus yang terbentuk daripada dedaun, ranting dan rumput rampai yang terdapat di kawasan hulu dan mengalir ke hilir. Bahan humus akan terapung di muara dan akan membentuk kelodak. Ini menunjukkan tahap kualiti air yang tidak sihat dan air ini tidak sesuai digunakan kerana tidak mencapai tahap kebersihan. Manakala najis haiwan yang dibuang ke sungai atau terusan berpunca dari sikap tidak bertanggungjawab penternak yang mengambil jalan mudah untuk membuang najis yang tidak diperlukan. Najis akan



bercampur dan memburukkan lagi kualiti air tersebut. Air yang bercampur najis memerlukan proses pembersihan yang sukar. Selain itu, tindakan manusia seperti penebangan pokok hutan boleh dijadikan faktor yang boleh mencemarkan keadaan sungai. Hutan yang ditebang menyebabkan tanah mudah runtuh kerana ketiadaan litup bumi. Tanah yang runtuh dibawa air hujan ke dalam sungai yang seterusnya boleh menyebabkan hakisan berlaku. Tanah yang bercampur dengan air akan menghasilkan kelodak. Warna air menjadi keruh dan mempunyai bendasing yang cukup tinggi. Air ini tidak mempunyai kualiti yang baik dan boleh membahayakan apabila diguna (Jasiman Ahmad dan Ramli Ahmad, 1998).

Pencemaran air boleh mengurangkan kualiti air untuk kegunaan manusia. Bahan-bahan buangan yang mencemarkan kebersihan air ini yang datangnya dari kawasan perindustrian, kawasan pertanian, dan saluran pembetungan najis boleh dikurangkan dengan proses atau putaran semulajadi alam. Dalam satu putaran, bahan buangan ini boleh ditukarkan kepada bahan yang tidak merbahaya di mana bakteria aerobik menggunakan oksigen untuk menghancurkan bahan buangan seperti bangkai dan memecahkannya kepada nitrat, fosfat, dan CO_2 . Bahan ini kemudian menjadi makanan kepada alga dan tumbuhan hijau lain dalam air. Seterusnya alga pula menjadi makanan kepada binatang halus di air yang dinamakan zooplankton. Ikan-ikan kecil pula memakan zooplankton dan ikan-ikan kecil ini sebaliknya menjadi makanan kepada ikan yang lebih besar. Ikan besar ini akan mati dan bakteria akan menghancurkannya dan bermulalah putaran semulajadi yang kedua dan begitulah proses seterusnya. Tetapi jika terlalu banyak bahan buangan dibuang ke dalam air, bakteria yang mereputkan bahan buangan ini akan menggunakan terlalu banyak O_2 semasa proses pereputan. Ini akan mengakibatkan kurangnya O_2 dalam air untuk kegunaan hidupan lain menyebabkan ikan



RUJUKAN

- Abdul Latif Ahmad, Suzylawati Ismail, Subhash Bathia., 2003. Water recycling from palm oil mill effluent (POME) using membrane technology. *Journal of Desalination* **157**, 87- 95.
- American Public Health Association, American Water Work Association and Water Environment Federation, 1995. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. Ed. ke-19. America Public Health Association (APHA).
- Bianting S., Fitch, P. G., Johns I. A., dan Skyring, G. W., 1997. Calibration and field trial of a DO membrane electrode: long-term automatic analyzer. *Journal of the International Association On Water Quality* **31**, 362-365.
- Brookman, S.K.E., 1997. Estimation of BOD in slurry and effluent using ultra-violet spectrophotometry. *Journal of the International Association On Water Quality* **31**, 372-374.
- Chhatwal, G. R., 1989. *Encyclopedia of Environmental Pollution and It Control*. Annol publications, New Delhi.
- Clark, J. W., Viessman, W., and Hammer, W., 1977. *Water Supply and Pollution control*. Ed. ke-3. Harper & Row Publishers, USA.
- Hamidi Abdul Aziz, 1999. *Kejuruteraan Air Sisa: Kualiti Air dan Air Sisa*. Utusan Publications & Distributors Sdn Bhd, KL.
- Ismail Sahid, 1985. *Masalah Semasa Alam Sekitar Malaysia*. UKM, Bangi.
- Jabatan Alam Sekitar Kementerian Sains, Teknologi & Alam Sekitar Malaysia, 1998, *Laporan Kualiti Alam Sekeliling Malaysia*, 1998.

Jasiman Ahmad dan Ramli Ahmad, 1998. *Penghantaran Bekalan Air*. Graphic Tehnology (M) Sdn.Bhd., Selangor.

Kenneth, L., Parkhill, dan Gulliver, J. S., 1997. Indirect measurement of oxygen solubility. *Journal of the International Association On Water Quality* 31, 2564-2572.

Morgan T., 2003. *Environmental Health*, VCH Publishers Inc., New York.

Neresah Baharom, Fadilah Jasmani dan Hasnah Mohamad (pytg.), 1993. *Kamus Ekologi*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Nordin Yatim, 1991. *Pencemaran Alam Sekitar: Manusia Yang Mengotorkannya*, MASTIKA, Kuala Lumpur.

Noor Hassim Ismail, 1996. *Kesihatan Persekutaran*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Nurul Izzah Ahmad dan Stephen Ambu (pnys.), 2000. *Isu-isu Semasa Sains dan Teknologi 2000*, Malaysian Scientific Association (MSA), Kuala Lumpur.

Rowe, D. R., dan Isam Mohammed Abdel-Magid, 1995. *Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse*. Lewis Publishers, USA.

Rump, H.H., dan Krist, H., 1992. *Laboratory Manual for the Examination of Water, Waste Water and Soil*. VCH publishers Inc., New York.

Sawyer, C. N., Mc Carty, L. P., and Parkin, F. G., 1994. *Chemistry for Environmental Engineering*. Ed. ke-6. Mc-Graw Hill, Inc. USA.

Shahabudin Mustapha, Hasimah Talib @ Alias, dan Mohd Asri Mohd Noor (ptrj.), 1996. *Garis Panduan Kualiti Air Minum*. UTM, Johor.



Siraj Omar, Robert B. Stuebing, Fasihuddin B. Ahmad Shabdin Mohd Long, Jumat Salimon dan Felix Tongkul (ptrj.), 1989. *Sumber alam Bornean*, UKM, Cawangan Sabah.

Shuval, H. I., 1980. *Water Quality Management Under Conditions of Scarcity*: Academic Press, New York.

Soler, A., Saez, J., Llorens, M., Torella, F., dan Berna, L. M., 1991. Changes in physico-chemical parameters and photosynthetic mikroorganisms in a deep wastewater self-depuration lagoon, *Journal of the International Association On Water Quality* 25, 689-695.

Tebbutt, T. H. Y., 1983. *Principal of Water Quality Control*. Pergamon Press, England.
Ruslan Hassan (ptrj.), 1988. Prinsip Pengawalan Kualiti Air. Ed. ke-IV. BIROTEKS, ITM, Selangor.

The Malaysian Water Association, 1994. *MWA Design Guidelines for Water Supply Systems*, Kuala Lumpur.

Twort, A.C., Law, F. M. dan Crowley, F. W., 1994. *Bekalan Air*. Gurmeet Singh dan Kamaruzaman Idris (ptrj.). Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Viessman, W., Jr. and Hammer, J. M., 1998. *Water Supply and Pollution Control*. Addison Wesley Longman, Inc. USA.

Walker, R., 1978. *Water Supply, Treatment & Distribution*. Prentice-Hall, Inc., USA.

