



## Kualiti air Sungai UTM: Satu penilaian awal berpandukan enam parameter Indeks Kualiti Air

Nurain Ma'arof<sup>1</sup>, Ang Kean Hua<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, UTM Skudai, 81310 Johor, Malaysia, <sup>2</sup>Faculty of Environmental Studies, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

Correspondence: Nurain Ma'arof (email: isnurain1@yahoo.com)

### Abstrak

Sudah menjadi pengetahuan umum bahawa pembangunan pesat telah mencemarkan banyak sungai di Malaysia di mana daripada 150 batang sungai utama, 41 peratus telah tercemar. Kajian ini menampilkan satu lagi contoh hakikat ini. Kualiti air Sungai UTM diniali dengan berpandukan enam parameter utama Indeks Kualiti Air, iaitu Oksigen Terlarut (DO), Permintaan Oksigen Biokimia (BOD), Permintaan Oksigen Kimia (COD), Nitrogen Ammonia (NH<sub>3</sub>N), Indeks Kealkalian (pH), dan Pepejal Terampai (SS). Manakala suhu (°C) sebagai faktor luaran juga turut diambil kira dalam mempengaruhi kepekatan enam parameter kualiti air sungai tersebut. Sebanyak lapan stesen yang terletak di sepanjang Sungai UTM telah dijadikan sampel kajian ini. Analisis data telah dilakukan di tapak dan di makmal. Hasil analisis menunjukkan *COD*, *BOD*, dan *NH<sub>3</sub>N* didapati tinggi di beberapa stesen di bahagian pertengahan Sungai UTM, diikuti dengan parameter *SS* yang mempunyai nilai tinggi di bahagian hulu Sungai UTM, dan nilai parameter *DO* pula tinggi di akhir bahagian pertengahan dan muara Sungai UTM. Manakala *pH* pula berada pada keadaan neutral, iaitu tidak berasid dan tidak beralkali. Pencemaran ini berlaku disebabkan pelepasan sisa cecair dan pepejal akibat aktiviti pembasuhan, pembinaan, pemeliharaan kuda dan padang permainan di kawasan berhampiran. Oleh itu, pengurusan dan pengawalan harus diperketatkan bagi mengelakkan pencemaran air sungai UTM daripada berterusan.

**Katakunci:** kepekatan, pencemaran air, pengawetan, penilaian kualiti air, sisa, sumber air

## Water quality of UTM River: A preliminary assessment based on six parameters of Water Quality Index

### Abstract

It is a well-known fact that rapid development has caused widespread water pollution in Malaysia where 41 per cent of the 150 main rivers are polluted. This study provides another illustration of this fact. The water quality of the UTM River was assessed according to the six main parameters of Water Quality Index, namely, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Ammonia Nitrogen (NH<sub>3</sub>N), Alkalinity or Acidity Index (pH), and Suspended Solid (SS). Water temperature (°C) was considered as an external factor and a total of eight stations along UTM River are chosen as samples for the study. The results revealed that the value of *COD*, *BOD*, and *NH<sub>3</sub>N* was high at some stations in the middle of the river. The *SS* parameter that had high value at the upstream, and the *DO* parameter value was high at the middle-end and at the downstream. The *pH* value is in neutral condition where neither it is acidic nor alkaline. The overall contamination of the UTM river occurred due to liquid and solid waste from construction, horse stables and football fields. Tightening solid waste disposal along the river would reduce this pollution trend.

**Keywords:** pollutants, solid waste, water pollution, water quality assessment, Water Quality Index, water resources

## Pengenalan

Malaysia merupakan sebuah negara yang sedang membangun dengan pesat yang mampu bersaing dengan negara-negara Asia lain seperti Singapura dan Korea Selatan. Kemajuan ini juga membawa kepada peningkatan dalam pembangunan terhadap kawasan berhampiran sungai di negara ini. Menurut Jabatan Alam Sekitar (2008), Semenanjung Malaysia mempunyai 150 batang sungai utama yang mengalir di setiap negeri (Jadual 1). Antara sungai yang terpanjang di Semenanjung Malaysia termasuklah Sungai Pahang, Sungai Kelantan dan Sungai Perak. Di negeri Sabah dan Sarawak sungai utamanya termasuklah Sungai Rajang dan Sungai Baram. Sungai-sungai ini merupakan nadir bagi kehidupan manusia di kawasan tersebut. Sekalipun dalam era moden, manusia masih terus 'bergantung' kepadanya untuk mendapatkan sumber semula jadi, iaitu sumber air. Oleh kerana kepentingannya kepada kehidupan manusia, justeru sungai sering menjadi tajuk perbincangan dalam kalangan masyarakat. Isu utama yang sering dibincangkan adalah kualiti air sungai yang semakin merosot. Kemerostan kualiti air sungai adalah disebabkan oleh pencemaran daripada pelbagai bahan pencemar. Di Malaysia, pencemaran air sungai boleh berlaku akibat daripada pembuangan sisa kumbahan daripada kawasan bandar. Proses pembandaran dan perindustrian yang pesat telah menyebabkan peningkatan kadar pembuangan bahan sisa ke dalam sistem akuatik yang akhirnya menyebabkan kualiti air merosot. Jabatan Alam Sekitar Malaysia (2008) melaporkan bahawa punca utama yang menyebabkan kemerostan kualiti air sungai ialah kumbahan domestik, perindustrian, penternakan haiwan dan industri berasaskan pertanian. Kemerostan kualiti air ini boleh menyebabkan keadaan asalnya berubah bentuk, dan keadaan ini boleh diukur dengan merujuk kepada parameter seperti parameter fizikal, parameter kimia, parameter biologi, dan logam.

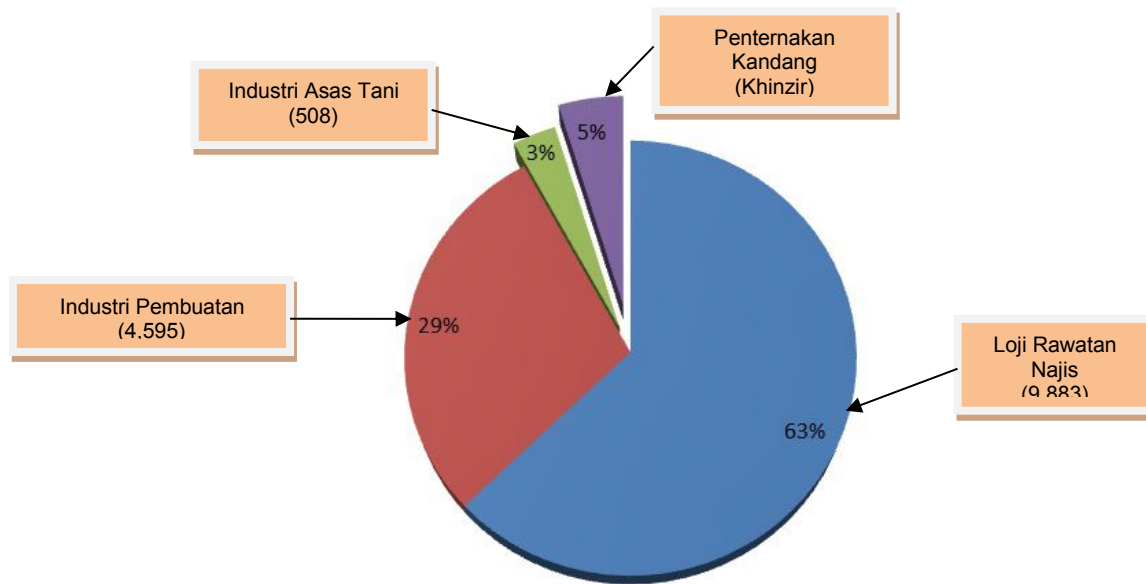
**Jadual 1. Sungai utama di Malaysia**

Lokasi	Nama Sungai	Keluasan (km <sup>2</sup> )	Panjang (km)
Semenanjung Malaysia	Sungai Pahang	29,300	430
	Sungai Perak	14,700	400
	Sungai Kelantan	13,100	355
Sabah dan Sarawak	Sungai Rajang	51,315	560
	Sungai Baram	22,325	402
	Sungai Lupar	6,745	210
	Sungai Limbang	3,578	200
	Sungai Kinabatangan	16,581	365

*Sumber:* Jabatan Alam Sekitar (JAS), 2008.

Secara umumnya, ramai yang tidak memahami maksud yang tersirat dan tersurat tentang pencemaran air sungai. Pencemaran air sungai adalah merujuk kepada apa jua bahan yang berbahaya terhadap manusia ataupun alam sekitar yang masuk ke dalam sumber air di mana ianya tidak sepatutnya hadir. Jika pun hadir jumlah bahan berbahaya tersebut sepatutnya tidak melebihi aras yang dibenarkan. Sebenarnya, pencemaran air yang berlaku di sesebuah sungai adalah berpunca daripada dua sumber utama, iaitu sama ada punca yang bertitik atau punca yang tidak bertitik (Shrestha & Kazama, 2007; Young et al., 1989; Puckett, 1995; Udoyara & Robert, 1994). Punca bertitik merujuk kepada punca pencemaran yang mudah dan dapat dikesan dengan mata kasar di mana lazimnya aktiviti pencemar jenis ini menyalurkan terus sisa buangan ke dalam sesuatu sistem saliran yang akhirnya mengalir ke dalam sungai. Aktiviti daripada jenis ini termasuklah kegiatan harian penduduk bandar yang membuang bahan sisa seperti kumbahan domestik, pembetulan najis dan perniagaan; aktiviti penternakan turut melepaskan sisa kumbahan; aktiviti pertanian yang menyalurkan sisa pepejal, racun serangga dan baja kimia ke dalam sungai; dan industri pembuatan yang juga menyalurkan sisa cecair ke dalam sungai (Neumann et al., 2003; Fernando et al., 2005). Punca tidak bertitik pula adalah punca yang berupa agen dan bahan pencemarnya yang sumber

asalnya tidak dapat dikesan tetapi bahan pencemarannya didapati mengalir ke dalam sungai, dan keadaan ini didorong oleh air hujan atau pelepasan air sisa di atas tanah yang boleh membawa kepada air larian permukaan atau resapan ke dalam tanah (Zhu et al., 2011; Lai et al., 2011). Bahan-bahan pencemar ini boleh dibawa oleh air larian permukaan ke dalam sungai, mahupun melalui air bawah tanah. Oleh itu, pencemaran melalui punca tidak bertitik adalah sukar untuk dilihat dan dinilai sumbangannya terhadap kadar penurunan kualiti air sungai. Pencemaran air sungai boleh dikatakan meningkat setiap tahun dan berlaku secara meluas. Perkara ini boleh dibuktikan melalui laporan Jabatan Alam Sekitar yang merekodkan 15,740 pencemaran air berlaku dalam tahun 2012 dan ianya adalah berpunca daripada pelbagai sumber seperti loji rawatan air sisa (63%), industri pembuatan (29%), ladang ternakan haiwan (5%), dan industri pertanian (3%) (DoE, 2012) (Rajah 1). Pencemaran air sungai tidak hanya berlaku di muara dan bahagian tengah sungai yang besar tetapi juga melibatkan hulu sungai sekalipun sungai yang kecil. Sehubungan itu, artikel ini hanya menumpukan kepada skop yang agak kecil, iaitu menilai kualiti air sungai yang mengalir di Universiti Teknologi Malaysia (dalam kajian ini disebut Sungai UTM) dengan merujuk kepada enam parameter Indeks Kualiti Air (IKA).

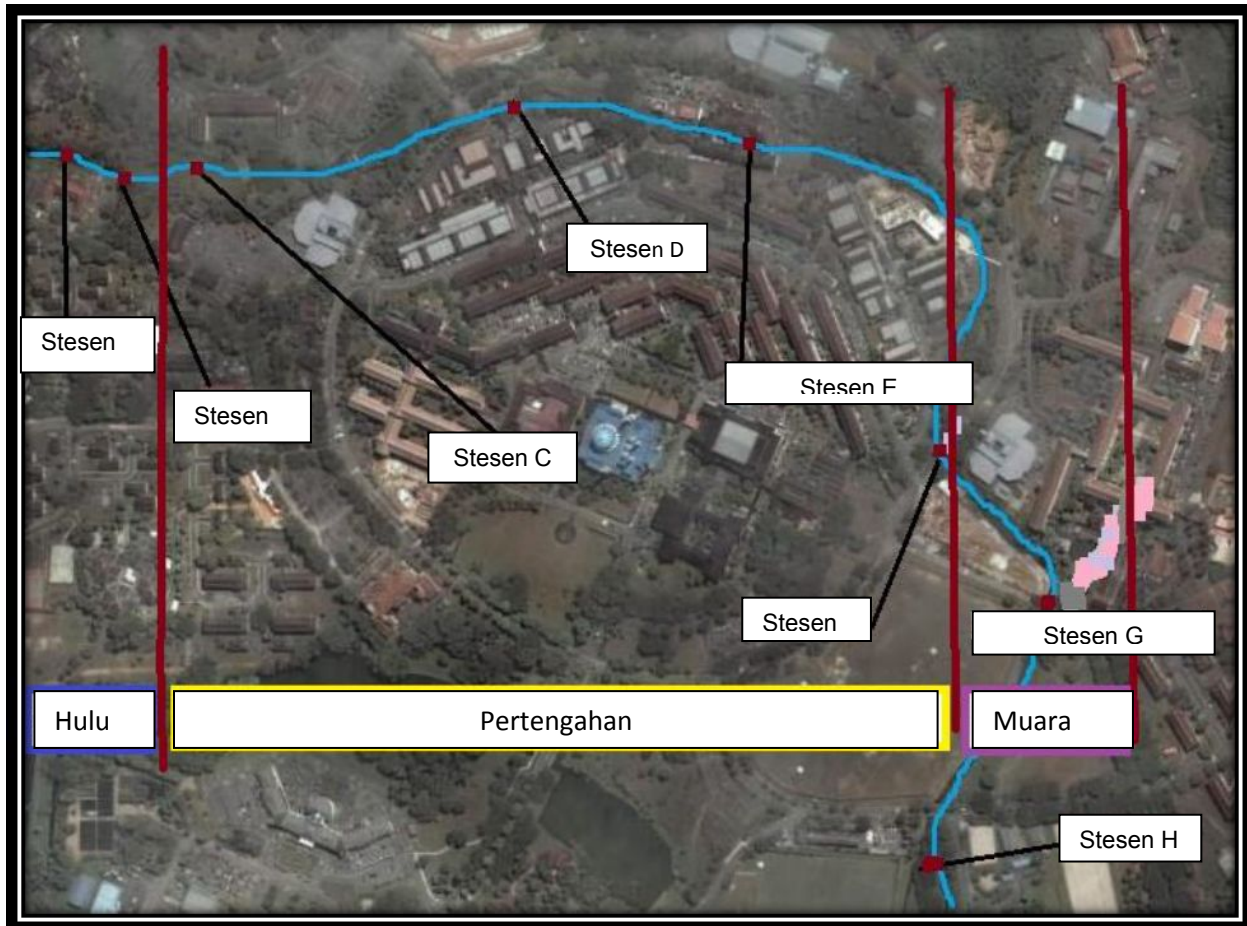


Sumber: Jabatan Alam Sekitar

**Rajah 1.** Pecahan insiden pencemaran air daripada pelbagai punca aktiviti ekonomi pada tahun 2012

## Kaedah

Kajian ini dilakukan di Sungai UTM, iaitu sungai yang mengalir melalui kampus Universiti Teknologi Malaysia, Skudai. Kawasan kajian ini dipilih berdasarkan beberapa perkara, iaitu tingginya kebarangkalian sungai ini mengalami pencemaran, serta wujudnya kedua-dua jenis punca pencemaran sama ada punca bertitik ataupun punca tidak bertitik. Pengambilan sampel air dilakukan sepanjang sungai yang mengalir di kampus UTM, iaitu di antara zon sekitar Arked Chengal dan kawasan rekreasi UTM, dengan pembahagian kepada hulu sungai, pertengahan sungai, dan hilir sungai. Sebanyak lapan stesen ditetapkan bagi tujuan pengambilan sampel air untuk dianalisis (Rajah 2 dan Jadual 2).



Gambar diperoleh daripada Google Earth, 2014.

**Rajah 2.** Lokasi kawasan kajian dan stesen kajian yang ditetapkan untuk persampelan air sungai

Merujuk kepada persampelan dan proses pengawetan air pula, botol sampel bersukatan dua liter dicuci dengan air bersih untuk membuang kotoran yang ada pada botol sampel. Sampel air akan diambil dengan menggunakan kaedah *grab sampling* atau dikenali sebagai pengambilan sampel air dengan tangan. Kaedah ini bersesuaian dengan keadaan Sungai UTM yang tidak terlalu dalam dan tidak lebar. Kaedah persampelan komposit yang lazim digunakan dalam kajian air sungai lebih sesuai sekiranya keadaan sungai adalah besar, dalam dan lebar dengan arus yang deras (AWWA, 2005). Sampel air yang diambil diawetkan dengan menggunakan asid sulfurik ( $H_2SO_4$ ) untuk merendahkan kadar keaktifan mikroorganisma organik dalam sampel air. Sampel air seterusnya dimasukkan ke dalam bekas polistiren berisi air. Setelah itu sampel akan dibawa ke makmal dan untuk disimpan. Sampel air haruslah disejukkan di bawah suhu empat darjah Celcius. Sebelum analisis makmal dilakukan, sampel air haruslah dibiarkan terlebih dahulu supaya suhunya mencapai suhu bilik. Suhu boleh mempengaruhi kejituan nilai parameter yang diuji. Ini kerana parameter tersebut lazimnya sensitif terhadap perubahan suhu.

Analisis kualiti air sungai boleh dilakukan di tapak kajian dan di makmal. Analisis bertujuan untuk mengenal pasti kandungan keenam-enam parameter Indeks Kualiti Air (IKA) yang terdapat di dalam air sungai. Parameter IKA yang dianalisis di tapak adalah suhu air, Oksigen Terlarut (DO) dan Indeks Kealkalian atau Keasidan (pH). Manakala parameter yang dianalisis di makmal adalah Permintaan Oksigen Kimia (COD), Nitrogen Ammonia ( $NH_3N$ ), Permintaan Oksigen Biokimia (BOD), dan Pepejal Terampai (SS) (Salam & Mahmood, 1988; Kasan, 2006). Sebagai maklumat tambahan, bagi menilai parameter Pepejal Terampai kaedah penurasan yang menggunakan kertas turas dilakukan untuk menapis dan mengasingkan pepejal daripada larutan. Semasa analisis dijalankan, kesemua enam parameter sama

ada fizikal atau kimia dikira mengikut formula yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar dan ia berbeza-beza antara satu parameter dengan satu parameter lain. Setiap sub parameter untuk kesemua enam parameter dianalisis sebanyak tiga kali bagi memastikan ketepatan nilai bacaan setiap parameter yang diuji.

**Jadual 2. Nama, lokasi, dan jarak antara setiap stesen persampelan air**

Nama Stesen	Stesen	Jarak Dari Titik Permulaan A (km)
Arkid Chengal 1	A	0
Arkid Chengal 2	B	0.025
Fakulti Kejuruteraan Awam	C	0.125
Lab Geoteknik	D	0.325
CICT	E	0.525
Fakulti Mekanikal	F	0.925
Fakulti Elektrik	G	1.425
Padang Permainan	H	1.725

### Hasil kajian dan perbincangan

Hasil analisis ke atas setiap parameter kualiti air Sungai UTM adalah seperti ditunjukkan dalam Jadual 3.

**Jadual 3. Analisis kualiti air Sungai UTM berdasarkan parameter DO, BOD, COD, NH<sub>3</sub>N pH, dan SS**

Stesen	Jarak Dari A (km)	DO mg/L	BOD mg/L	COD mg/L	NH <sub>3</sub> N	pH	SS mg/L
A	0	3.91	4.2655	19	0.83	6.69	33
B	0.025	3.83	5.2945	27	0.72	6.72	22
C	0.125	3.92	3.6365	17	0.75	6.82	37
D	0.325	4.58	4.79	27	0.6	6.82	30
E	0.525	5.62	3.9305	24	0.62	7.03	14
F	0.925	4.92	3.549	28	0.6	7.05	32
G	1.425	4.18	4.5105	29	0.69	7.20	25
H	1.725	5.58	3.144	14	1.1	7.21	27

\*Petunjuk: DO = Oksigen Terlarut; BOD = Permintaan Oksigen Biokimia; COD = Permintaan Oksigen Kimia; NH<sub>3</sub>N = Nitrogen Ammonia; pH = Indeks Kealkalian atau Keasidan; SS = Pepejal Terampai.

Jadual 3 menunjukkan analisis yang berjaya dilakukan dengan melibatkan tahap Oksigen Terlarut (DO), Permintaan Biokimia (BOD), Permintaan Kimia (COD), Ammonia Nitrogen (NH<sub>3</sub>N), Pepejal Terampai (SS), dan pH (Indeks Kealkalian atau Keasidan). Walaubagaimanapun, suhu air Sungai UTM juga diambil kira sebagai faktor luaran yang boleh mempengaruhi abiliti air untuk melarut oksigen. Selain itu, parameter suhu air juga penting dalam memberi gambaran sama Sungai UTM cukup dilindungi oleh pancaran matahari.

#### *Oksigen Terlarut (DO)*

Oksigen Terlarut merupakan salah satu parameter kualiti air yang menunjukkan tentang tahap Oksigen Terlarut dalam air apabila bersentuhan dengan udara di atmosfera. Kuantiti Oksigen Terlarut bergantung kepada tekanan udara, suhu dan kandungan garam terlarut. Jadual 3 menunjukkan keputusan analisis kepekatan DO dalam Sungai UTM dengan nilai paling tinggi ialah 5.62 mg/L di Stesen E dan nilai DO paling rendah adalah 3.83 mg/L di Stesen B. Jika dilihat secara keseluruhannya, nilai DO yang normal perlu berada pada tahap 7 mg/L dan ke atas (JAS, 2008), namun keputusan analisis tersebut menunjukkan



kebanyakan nilai DO bagi 8 stesen adalah berada pada kedudukan 3 mg/L hingga 5mg/L dan keadaan ini membuktikan berlakunya kemerosotan kualiti air atau dikategorikan sebagai sederhana tercemar. Keadaan ini berlaku disebabkan oleh pelepasan air basuhan terutama daripada aktiviti pembinaan blok baru Makmal Kejuruteraan Awam dan Fakulti Mekanikal yang membuang bahan sisa buangan tersebut ke dalam longkang dan membiarkan ianya mengalir ke dalam sungai tanpa pengurusan air sisa. Jika aktiviti pelepasan sisa buangan ini berterusan tanpa kawalan, maka pencemaran ini akan menjejaskan kualiti hidupan akuatik disebabkan kadar oksigen terlarut yang terdapat di dalam air adalah sangat rendah dan boleh membawa kepada kematian.

#### *Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)*

Permintaan Oksigen Biokimia merupakan ukuran kuantiti oksigen yang diperlukan mikro organisma untuk mengoksidakan bahan organik dalam keadaan berudara. Ujian parameter BOD dijalankan untuk mengetahui kuantiti oksigen yang digunakan semasa tindak balas penguraian bahan organik yang berlaku secara semula jadi. Merujuk kepada JAS (2008), tahap pengukuran nilai BOD air sungai yang bersih adalah sepatutnya berada pada nilai kurang daripada 1 mg/L. Merujuk kepada keputusan analisis Jadual 3, nilai BOD paling tinggi adalah 5.2945 di Stesen B dan nilai BOD paling rendah adalah 3.144 di Stesen H. Keputusan nilai BOD setiap stesen di sepanjang Sungai UTM menunjukkan ianya berada pada tahap 3 mg/L hingga 5 mg/L dan keadaan ini membuktikan kualiti air bagi parameter BOD adalah sederhana tercemar. Punca utama yang menyebabkan pencemaran air sungai boleh berlaku adalah sisa air basuhan, sisa pembinaan dan sisa kumbahan daripada kabin pekerja. Oleh kerana tercemar, air Sungai UTM yang demikain memerlukan rawatan yang intensif sebelum ianya boleh digunakan untuk minuman, khususnya ternakan.

#### *Permintaan Oksigen Kimia (COD)*

Parameter Permintaan Oksigen Kimia (COD) lazimnya digunakan untuk menyukat air yang tercemar oleh bahan kimia hasil daripada aktiviti manusia, dan ia boleh ditakrifkan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan bagi pengoksidaan sesuatu bahan sebatian. Analisis menunjukkan nilai bacaan parameter COD paling rendah dicatatkan di Stesen A, iaitu 19 mg/L dan nilai ini terus meningkat sehingga nilai tertinggi, iaitu 29 mg/L di Stesen G. Bacaan parameter COD sepanjang Sungai UTM adalah tidak seragam, di mana catatan menunjukkan terdapatnya pola turun-naik yang ketara di setiap lapan stesen persampelan dan nilainya berada pada tahap melebihi nilai piawai air bersih bagi parameter COD, iaitu 10 mg/L (JAS, 2008). Kenaikan nilai COD boleh dikaitkan dengan pembuangan sisa kimia seperti raksa dan kromium daripada projek pembinaan di kawasan berdekatan. Oleh itu, jika aktiviti pembinaan tidak dikawal dan tidak teratur, maka projek pembinaan tersebut boleh menyebabkan pencemaran Sungai UTM yang lebih serius dan pencemaran tersebut berbahaya kepada manusia dari segi penyakit kekurangan kromium, kerosakan otak dan hati.

#### *Nitrogen Ammonia (NH<sub>3</sub>N)*

Analisis Nitrogen Ammonia boleh digunakan untuk mengesan pencemaran yang disebabkan oleh baja tanaman (pertanian), najis haiwan dan juga sisa kumbahan domestik. Ammonia adalah sebatian yang biasanya terdiri daripada proses degradasi bahan organik bernitrogen. Ammonia yang tidak terion adalah toksik kepada hidupan akuatik. Apabila larut di dalam air, NH<sub>3</sub> akan bertindak balas dengan air untuk membentuk ion ammonia NH<sub>4</sub> dengan bakinya kekal sebagai NH<sub>3</sub>. NH<sub>3</sub> boleh dioksidakan kepada nitrit NO<sub>2</sub> dan kemudiannya kepada nitrat NO<sub>3</sub> oleh bakteria *Nitrosomonas* dan *nitrobacter*. Proses pengoksidaan NH<sub>3</sub> kepada NO<sub>3</sub> pula menggunakan oksigen terlarut dalam kuantiti yang banyak. Kandungan NH<sub>3</sub> dalam air diukur berdasarkan jumlah kepekatan ammonia. NH<sub>3</sub> dalam konsentrasi yang sedikit dan juga NO<sub>3</sub> menjadi sumber penting kepada pertumbuhan alga. Sebenarnya, kriteria air untuk hidupan akuatik bagi kandungan NH<sub>3</sub>N adalah 0.02 mg/L (Cornwell & Dawis, 1991). Merujuk kepada

analisis penyelidikan ini, nilai Nitrogen Ammonia yang paling tinggi adalah 1.1 di Stesen H dan nilai paling rendah adalah 0.6 di Stesen D dan Stesen F. Peningkatan nilai di stesen H adalah disebabkan oleh kewujudan kandang kuda, padang permainan dan padang hoki di zon berkenaan. Sisa kumbahan dan buangan dari kawasan tersebut menjadi penyumbang utama pencemaran air Sungai UTM. Proses larian permukaan yang membawa bersama sisa najis kuda daripada kandang kuda, sisa baja dan bahan lain dari padang permainan, ke dalam sungai tersebut. Selain itu, pertembungan antara sungai kecil dengan Sungai UTM juga menyebabkan nilai di Stesen H meningkat secara mendadak kerana sungai kecil tersebut membawa effluen dari pusat kumbahan UTM dan mengalirkan ke dalam sungai utama, iaitu Sungai UTM. Jika pencemaran ini berterusan, maka ia boleh merosakkan kesihatan manusia seperti menyebabkan sesak nafas, batuk, dan boleh menyebabkan kematian.

#### *Indeks Kealkalian (pH)*

Nilai pH merupakan indeks kealkalian atau keasidan yang penting. Parameter ini dapat mengesan kandungan asid atau bes daripada bahan galian dan bahan organik, dalam air sungai. Ia digunakan untuk mengenal pasti sama ada air sungai tersebut dalam keadaan berasid ataupun beralkali dengan mengukur kepekatan ion-ion hidrogen yang terdapat di dalam air tersebut. Julat nilai pH adalah di antara 0 hingga 14. Nilai pH 7 menunjukkan sifat yang neutral (baik). Nilai pH kurang daripada 7 menandakan air sungai bersifat asid. Seterusnya jika bacaan nilai pH melebihi 7 air sungai tersebut bersifat alkali. Nilai pH air sungai penting dalam menentukan kebolehidupan organisma dan bakteria. Ini kerana nilai pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah tidak sesuai bagi kehidupan organisma dan bakteria. Hasil analisis mendapati bahawa nilai pH bagi Sungai UTM adalah berbeza dari satu stesen ke satu stesen yang lain. Bacaan terendah direkodkan oleh Stesen A (6.69) manakala bacaan tertinggi direkodkan pada Stesen H (7.21). Ini menunjukkan secara keseluruhan purata Indeks Kealkalian (pH) air Sungai UTM menghampiri 7. Oleh itu dapat dikatakan bahawa air sungai tersebut masih lagi dalam keadaan selamat dan tidak terlalu berbahaya kepada hidupan. Aktiviti yang terdapat di sekitar stesen-stesen kajian tidak banyak mempengaruhi tahap kealkalian air Sungai UTM. Kadar pelepasan bahan galian dan organik agak terkawal. Kualiti air Sungai UTM perlu dikekalkan berada pada tahap kurang berasid kerana ianya berbahaya kepada manusia. Kehadirannya yang berlebihan dalam badan manusia boleh dikaitkan dengan penyakit gout, kencing manis, penyakit jantung, dan darah tinggi; ataupun jika terlalu beralkali boleh menyebabkan penyakit seperti insiden pembentukan batu hempedu, batu ginjal, dan kehadiran alkali yang tinggi dalam darah juga memperberatkan kerja ginjal.

#### *Pepejal Terampai (SS)*

Pepejal terampai merupakan zarah-zarah bukan organik dalam air yang bersaiz lebih besar daripada 0.001 mm. Kebanyakan pepejal terampai wujud dalam sisa domestik yang terdiri daripada bahan organik. Jumlah pepejal terampai dalam kajian ini adalah jumlah pepejal yang terturas dalam proses penurasan yang kemudiannya dipanaskan pada suhu 103 °C. Ianya diukur berdasarkan kepekatan dalam unit mg/L (Tchobanoglous *et al.*, 1985). Keputusan menunjukkan nilai parameter Pepejal Terampai paling tinggi adalah 37 mg/L di Stesen C dan nilai paling rendah ialah 14 mg/L di Stesen E. Analisis tersebut juga membuktikan bahawa pembangunan pesat seperti pembinaan bangunan dan jalan raya telah meningkatkan kadar kelajuan aliran air di permukaan tanah. Aliran air yang deras mampu mengangkut sisa-sisa pepejal ke dalam sungai. Misalnya kerja-kerja pembinaan bangunan baharu di Makmal Kejuruteraan Awam dan Fakulti Mekanikal yang terletak berhampiran Sungai UTM, telah meninggalkan banyak sisa pepejal seperti kayu, kotak, kertas selain kelodak. Bahan sisa tersebut diangkut dan akhirnya hanyut ke Sungai UTM. Selain itu, kekuatan dan kelajuan air yang mengalir menghakis tebing sungai dan menyumbang kepada pencemaran bahan pepejal terampai khususnya kelodak dan bahan organik.

## Kesimpulan

Penyelidikan ini dijalankan khusus untuk menilai parameter kualiti air di Sungai UTM yang berpandukan kepada enam parameter utama Indeks Kualiti Air (IKA). Secara keseluruhannya, hasil analisis menunjukkan bahawa kualiti air Sungai UTM adalah pada tahap sederhana tercemar atau berada pada tahap kelas III. Hal ini kerana kadar konsentrasi parameter seperti *COD*, *BOD*, dan *NH<sub>3</sub>N* didapati tinggi di beberapa stesen di bahagian pertengahan sungai, diikuti dengan parameter *SS* yang mempunyai nilai tinggi di bahagian hulu Sungai UTM, dan nilai parameter *DO* tinggi di bahagian pertengahan dan muara Sungai UTM. Manakala *pH* pula berada pada keadaan neutral, iaitu tidak berasid dan tidak beralkali. Pencemaran ini berlaku disebabkan pelepasan sisa cecair dan pepejal akibat aktiviti pembasuhan, pembinaan, pemeliharaan kuda dan padang permainan di kawasan berhampiran. Aktiviti tersebut dijalankan sangat berdekatan dengan Sungai UTM. Hal ini menyumbang kepada berlakunya pencemaran air sungai tersebut. Pencemaran air di Sungai UTM berpunca daripada pencemaran titik dan tidak bertitik. Pencemaran tersebut bukan sahaja mengganggu ekosistem yang akhirnya menjejaskan hidupan air, malah ianya juga boleh menjejaskan kualiti hidup manusia melalui penyebaran penyakit yang berbahaya. Oleh itu, langkah pengawalan dan pengurusan yang lebih berkesan wajar dilakukan agar tahap pencemaran tidak berterusan sehingga mencapai tahap yang berbahaya dan tidak dapat diselamatkan.

## Rujukan

- AWWA (2005) Methods for the examination of water and wastewater. USA.
- Cornwell DA, Davis JM (1991) *Introduction to environmental engineering*. P.W.S., Boston, Massachussets.
- DoE (2012). Malaysia Environmental Quality Report. Department of Environment Malaysia, Kuala Lumpur.
- Fernando MF, Ayan SF, Walter C, Ames DP, Rigo D (February 2005) Large-scale analytical water quality model coupled with GIS for simulation of point source pollution discharges. *Environmental Modelling & Software* **64**, 58-71.
- JAS (2008). Laporan Kualiti Alam. Jabatan Alam Sekitar, Kuala Lumpur.
- Kasan NA (2006) Kualiti air sungai berdasarkan analisis kimia dan kepelbagaian alga (Thesis). Master of University Teknologi Malaysia.
- Lai YC, Yang CP, Hsieh CY, Wu CY, Kao CM (November 9, 2011) Evaluation of non-point source pollution and river water quality using a multivariate two-model system. *Journal of Hydrology* **409**, 583-595.
- Neumann M, Liess M, Schulz R (May 2003) A quantitative sampling method for monitoring water quality in temporary channels or point sources and its application to pesticides contamination. *Chemosphere* **51**, 509-513.
- Puckett LJ (1995) Identifying the major sources of nutrient water pollution. *Environ.Sci.Technol.* **29**, 408A-414A.
- Salam A, Mahmood (1988) Study on physico chemical parameter of river system in Chitral, Pakistan. *Journal Zoologi* **9**, 18-26.
- Shrestha, S. and Kazama, F. (April 4, 2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Risk and Emergency Management* **22**, 464-475.
- Tchobanoglous G, Peavy HS, Rowe DR (1985) *Environmental engineering*. McGraw-Hill, Inc.
- Udoyara ST, Robert J (March 23, 1994) Evaluating agricultural nonpoint source pollution using integrated Geographical Information System and hydrologic/water quality model. *Journal of Environmental Quality* **23**, 25-35.
- Yong RA, Onstad CA, Bosch DD, Anderson WP (1989) AGNPS: A non-point source pollution model for evaluating agricultural watersheds. *Journal of Soil and Water Conservation* **44**, 168-173.



Zhu X, Wang JD, Gabriele HM, Fleming LE (April 2011) A water quality modeling study of non-point sources at recreational marine beaches. *Water Research* **45**, 2985-2995.