



HADIAH

PUMS99:1

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: ANALISIS KUALITI AIR MINUMAN DI UNIVERSITI  
MALAYSIA SABAH, KOTA KINABALU

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS KEPUSIAAN

SAYA MOHAMAD RIZUAN USNIE  
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: \_\_\_\_\_

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

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institutsi 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: TAMAN AMBER PARK  
NO. 196, P/S 61524, TAWAU  
SABAH.

\_\_\_\_\_  
Nama Penyalia

Tarikh: 20/05/08

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).

PERPUSTAKAAN UMS



1400011037



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ANALISIS KUALITI AIR MINUMAN DI UNIVERSITI MALAYSIA SABAH,  
KOTA KINABALU

MOHAMAD RIZUAN BIN USNIE

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

PROGRAM SAINS SEKITARAN  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL 2008

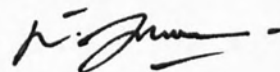


UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PENAKUAN**

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

**18 April 2008**



---

MOHAMAD RIZUAN BIN USNIE

HS2005-3068




**DIPERAKUKAN OLEH**

Tandatangan

**1. PENYELIA**

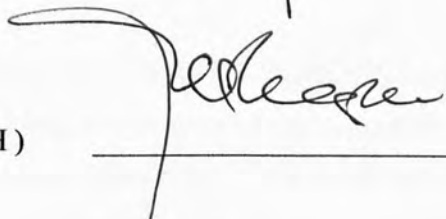
(CIK KAMSIA BUDIN)



---

**2. PEMERIKSA 1**

( PROFESOR DR. MOHD. HARUN ABDULLAH )



---

**3. PEMERIKSA 2**

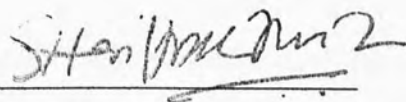
( DR. BONAVENTURE VUN LEONG WAN )



---

**4. DEKAN**

( Prof. Madya DR. SHARIFF A. KADIR S. OMANG )



---



## PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang

Al-Hamdulillah setinggi-tinggi kesyukuran ke hadrat Ilahi atas limpahan nikmat dan kurniaaNYA sehingga disertasi ini mampu disiapkan.

Setinggi-tinggi penghargaan kepada Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah yang telah memberi peluang dan kebenaran kepada saya untuk menyediakan disertasi ini. Sekalung apresiasi yang tidak terhingga diucapkan kepada Cik Kamsia Budin selaku penyelia projek ini di atas panduan dan nasihat yang telah diberikan sepanjang penghasilan disertasi ini. Barisan para pensyarah Program Sains Sekitaran. Juga ribuan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan di Program Sains Sekitaran seperti Azura, Zati, Miza, dan Kimie yang telah banyak memberi bantuan dan pandangan mereka dalam menyiapkan disertasi ini.

Kepada yang amat dikasihi bonda Rusnah Bacho dan ayahanda Usnie Cansie, pengorbanan kalian tiada tolok bandingnya. Pohon restu dan doamu sentiasa. Buat adik-adik Rozainizam dan Aizal, terima kasih atas sokongan kalian serta Saudari Ainin Najua yang telah memberikan dorongan dan kekuatan selama karya ini diusahakan.

Akhir sekali, di ruangan ini juga saya ingin mengambil kesempatan untuk merakamkan sekalung penghargaan kepada para pembantu makmal yang telah banyak berkerjasama dan membantu iaitu Saudara Mohd. Syaufie dan Saudara Neldin (Makmal Sains Sekitaran), dan Saudara Mohd. Yusri Jusli (Makmal Kimia Industri). Seterusnya, ucapan terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah terlibat secara langsung mahupun tidak langsung sepanjang saya menyiapkan disertasi ini.

Terima Kasih.



## ABSTRAK

Analisis kualiti air minuman telah dijalankan ke atas sumber air daripada mesin rawatan air minuman iaitu mesin osmosis songsang dan *Water Dispenser* yang terdapat di Universiti Malaysia Sabah, Kampus Kota Kinabalu. Ia bertujuan mengetahui tahap kualiti air minuman tersebut sama ada mematuhi tahap piawaian kualiti air yang telah ditetapkan oleh Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983, Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) atau Jabatan Alam Sekitar (JAS). Parameter yang dipilih adalah nilai pH, turbiditi, tahap kandungan ion klorida, jumlah pepejal terlarut, dan kepekatan logam Fe, Pb, Zn dan Al. Pengukuran dijalankan dengan menggunakan alat pengukuran (Vernier LabPro) bagi parameter pH dan turbiditi. Sementara itu, kaedah titrimetri dan gravimetri digunakan untuk menganalisis kandungan ion klorida dan jumlah pepejal terlarut masing - masing. Kandungan logam berat di dalam sampel air tersebut dianalisis dengan menggunakan FAAS. Hasil analisis menunjukkan bahawa nilai pH 7.43 – 7.71, Turbiditi (0.0 – 4.0 NTU),  $\text{Cl}^-$  (0.67 – 1.67  $\text{mg l}^{-1}$ ), TDS (0.01 – 0.11  $\text{mg l}^{-1}$ ), Fe (0.015  $\text{mg l}^{-1}$ ), Pb (0.019 – 0.043  $\text{mg l}^{-1}$ ), Zn (0.005 – 0.013  $\text{mg l}^{-1}$ ), dan Al (0.092 – 0.146  $\text{mg l}^{-1}$ ) masing – masing. Kesemua parameter adalah mematuhi tahap piawaian air minuman dalam Akta Makanan dan Minuman 1983, WHO atau JAS. Ini membuktikan bahawa air minuman di Universiti Malaysia Sabah, Kampus Kota Kinabalu adalah sesuai dan selamat untuk digunakan berdasarkan kepada lima parameter di atas.



## ABSTRACT

### **Drinking water quality at Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu.**

Analysis on Reverse Osmosis Water Machine and Water Dispenser at Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu main campus was conducted to determine whether it complies with the drinking water standards set by the Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983, WHO or JAS. The drinking water samples were analysed for five selected parameters were pH level, turbidity, chloride ions concentration, TDS content, and Fe, Pb, Zn and Al which were analysed using Vernier LabPro (pH and turbidity), titrimetric method, gravimetric method, and FAAS respectively. The results are as such, the pH level was found between the range of 7.43 – 7.71, Turbidity (0.0 – 4.0 NTU),  $\text{Cl}^-$  (0.67 – 1.67  $\text{mg l}^{-1}$ ), TDS (0.01 – 0.11  $\text{mg l}^{-1}$ ), Fe (0.015  $\text{mg l}^{-1}$ ), Pb (0.019 – 0.043  $\text{mg l}^{-1}$ ), Zn (0.005 – 0.013  $\text{mg l}^{-1}$ ), and Al (0.092 – 0.146  $\text{mg l}^{-1}$ ). All parameters with the found drinking water standards complied the Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983, WHO, or JAS. Therefore, based on the five parameters above it is proven that the drinking water from the Reverse Osmosis Water Machine and Water Dispenser at Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu main campus is suitable and safe for consumption.



## KANDUNGAN

Muka Surat

---

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	xiii
<b>BAB 1        PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1    Pengenalan	1
1.2    Kepentingan Kajian	4
1.3    Objektif Kajian	4
<b>BAB 2        ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	<b>5</b>
2.1    Pengenalan	5
2.1.1    Nilai pH	10
2.1.2    Jumlah pepejal terlarut	11
2.1.3    Klorida	12
2.1.4    Turbiditi	14
2.1.5    Logam berat	15
a.    Ferum	16





b.	Plumbum	17
c.	Zink	19
d.	Aluminium	20
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI</b>	23
3.1	Persampelan	23
3.2	Analisis Parameter Terpilih	26
3.2.1	Nilai pH	26
3.2.2	Turbiditi	26
3.2.3	Klorida	26
3.2.4	Jumlah pepejal terlarut	27
3.2.5	Logam berat	29
a.	Penyediaan Larutan Piawai	30
3.3	Analisis statistik	32
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PERBINCANGAN</b>	33
4.1	Pengenalan	33
4.2	Parameter fiziko-kimia	35
4.2.1	Nilai pH	35
4.2.2	Klorida	37
4.2.3	Jumlah Pepejal Terlarut	40
4.2.4	Turbiditi	42
4.2.5	Logam berat	45
a.	Ferum	46
b.	Plumbum	48
c.	Zink	53
d.	Aluminium	56



4.3	Analisis kolerasi antara parameter terpilih	60
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>63</b>
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Cadangan	64
RUJUKAN		65
LAMPIRAN A		70
LAMPIRAN B		72
LAMPIRAN C		73
LAMPIRAN D		74
LAMPIRAN E		76
LAMPIRAN F		77



**SENARAI JADUAL**

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Nilai-nilai piawaian kualiti air minuman bagi logam berat terpilih dan sumbernya	22
3.1 Spesifikasi panjang gelombang yang disyorkan, had pengesanan, dan julat analisis optimum bagi analisis untuk sesetengah logam menggunakan Spektrometri Serapan Atom (AAS)	31
4.1 Penerangan kod label sampel	34



## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
4.1 Perbandingan antara nilai pH sampel air dengan Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983 dan WHO	36
4.2 Perbandingan antara kandungan klorida sampel air dengan Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983 dan WHO	38
4.3 Perbandingan antara kandungan jumlah pepejal terlarut sampel air dengan Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983 dan WHO	41
4.4 Perbandingan antara tahap turbiditi sampel air dengan piawaian Kualiti Air Minum, WHO	43
4.5 Perbandingan antara tahap kandungan logam berat ferum dalam sampel air dengan Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983 dan WHO	47
4.6 Perbandingan antara tahap kandungan logam plumbum dalam sampel air dengan Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983 dan WHO	50
4.7 Perbandingan antara tahap kandungan logam zink dalam sampel air dengan Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983 dan WHO	54
4.8 Perbandingan antara tahap kandungan logam aluminium dalam sampel air dengan Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983 dan WHO	57



**SENARAI FOTO**

No. Foto	Muka Surat
3.1 Mesin Air Minum Osmosis Songsang (R.O. Water Machine)	24
3.2 Mesin Penyimpanan Air Minuman (Water dispenser)	24



**SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN**

°C	darjah Celcius
mg <sup>l</sup> <sup>-1</sup>	miligram per liter
gcm <sup>-3</sup>	gram per sentimeter padu
µg <sup>l</sup> <sup>-1</sup>	mikrogram
NTU	<i>nephelometric turbidity units</i> per liter
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
JAS	Jabatan Alam Sekitar
WHO	<i>World Health Organization</i>
UMS	Universiti Malaysia Sabah
Cl <sup>-</sup>	Klorida
TDS	Jumlah pepejal terlarut
Fe	Ferum
Pb	Plumbum
Zn	Zink
Al	Aluminium



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Air adalah suatu keperluan asas kepada semua jenis hidupan yang terdapat di muka bumi ini. Air juga merupakan suatu hasil semulajadi alam yang paling tinggi nilainya. Tanpa kewujudan air, sudah pasti hidupan tidak akan wujud dan aktiviti-aktiviti yang dilakukan oleh manusia juga tidak mampu untuk beroperasi. Namun sejak kebelakangan ini, bekalan air bersih dan berkualiti yang menjadi kegunaan manusia khususnya, dianggarkan semakin berkurangan dan jumlah isipadunya membimbangkan.

Air yang bersih dan berkualiti juga turut memainkan peranan yang penting dalam proses pertumbuhan komuniti. Hal ini kerana, setiap hari lebih kurang 25 000 orang mati di seluruh dunia akibat daripada penggunaan air yang tidak bersih dalam kehidupan seharian mereka (Mason, 1996). Konsep air yang dianggap sebagai suatu bahan semulajadi yang perlu diuruskan dengan baik, harus dipandang serius kerana setiap hari akan berlakunya pertambahan penduduk dan secara tidak langsung keadaan tersebut akan sentiasa mempertingkatkan permintaan ke atas air bersih.



Statistik telah menunjukkan sekurang-kurangnya 250 juta kes penyakit bawaan air dilaporkan berlaku di seluruh dunia setiap tahun. Ini telah mengakibatkan kehilangan 10 juta nyawa setiap tahun akibat daripada penggunaan air yang tercemar. Melihat akan situasi ini, suatu cetusan idea diperolehi untuk mencipta suatu mesin rawatan air minuman yang dapat membantu manusia memperolehi bekalan air minuman yang bersih. Mesin ini juga dipercayai mampu merawat dan menyimpan air minuman yang bersih untuk diminum oleh manusia pada bila-bila masa dengan mudah dan cepat.

Hasil tinjauan yang dilakukan telah menunjukkan hampir di setiap kawasan tumpuan orang awam seperti kawasan perumahan, di sekitar kawasan rekreasi, dan gedung-gedung membeli belah telah terdapat banyak mesin rawatan air minuman ini sebagai kemudahan kepada orang ramai. Selain itu, mesin ini juga turut digunakan secara meluas di bangunan-bangunan kerajaan termasuklah di bahagian pejabat pentadbiran kerajaan, di sekitar kawasan institusi pengajian tinggi seperti di universiti-universiti, maktab-maktab dan juga di peringkat sekolah-sekolah.

Kewujudan fasiliti ini juga, sedikit sebanyak telah memudahkan para kakitangan yang berkerja di sesebuah pejabat memperolehi bekalan air minuman mereka dengan cepat dan mudah tanpa perlu mendidihkan air sebelum diminum. Kewujudan mesin rawatan air minuman ini turut membolehkan orang awam yang datang untuk berurusan di pejabat tersebut memperolehi air minuman dengan mudah sekiranya mereka memerlukannya ketika sedang berurusan.

Sebagai sebuah universiti awam, mesin rawatan air ini juga sangat diperlukan oleh para pelajar dan kakitangan di UMS termasuklah pelawat yang berada di sekitar kampus.





Justeru itu, hampir di setiap bangunan sekolah, kafeteria yang terdapat di kolej kediaman serta tempat yang menjadi tumpuan para pelajar telah diletakkan sekurang-kurangnya sebuah mesin rawatan air minuman. Ia bertujuan memudahkan para pelajar dan kakitangan memperolehi sumber air minuman yang bersih dan berkualiti pada bila-bila masa sahaja.

Sehubungan itu, di sekitar kawasan kampus induk Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu, terdapat dua jenis mesin rawatan air minuman yang telah digunakan. Antaranya ialah mesin *Water Dispenser* (WD) dan *Reverse Osmosis Water Machine* (ROWM). Kedua-dua mesin rawatan air minuman jenis ini mampu merawat dan menyimpan air dalam dua keadaan yang berbeza iaitu sejuk dan panas. Air yang dihasilkan juga turut mempunyai tahap kebersihan serta kualiti yang mengikut tahap piawaian yang telah ditetapkan berdasarkan daripada maklumat yang dinyatakan oleh pihak syarikat pengedar mesin tersebut.

Walaupun, sebagai langkah memastikan air tersebut mengikut piawaian kualiti air minuman yang telah ditetapkan, maka satu analisis kualiti air minuman ke atas sampel-sampel air daripada mesin tersebut dilakukan dengan mengambil beberapa parameter iaitu nilai pH, turbiditi, kandungan ion klorida, jumlah pepejal terlarut dan tahap kepekatan logam berat yang terkandung dalam air. Ini bertujuan memastikan supaya air yang diminum oleh para pengguna adalah benar-benar selamat, bersih serta berkualiti untuk diminum.

Selain itu, keputusan analisis yang diperolehi akan dibandingkan diantara tahap kualiti air minuman yang dihasilkan oleh mesin rawatan air WD dan ROWM yang terdapat



di UMS, Kampus Kota Kinabalu dengan tahap piawaian yang dibenarkan mengikut Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983.

## 1.2 Kepentingan Kajian

Kajian ini dijalankan adalah untuk mengetahui dan mengesahkan tahap kualiti air minuman yang diminum oleh para pengguna khususnya para mahasiswa dan seluruh warga universiti di sekitar kampus induk Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu. Kajian ini juga dilakukan bertujuan menghilangkan keraguan dikalangan pengguna mengenai kualiti air tersebut dengan melakukan perbandingan diantara kualiti air minuman yang akan dikaji dengan piawaian kualiti air minuman yang telah ditetapkan di dalam Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983.

## 1.3 Objektif Kajian

Terdapat beberapa objektif penting yang ingin dicapai didalam menjalankan kajian ini. Antara objektif tersebut ialah seperti berikut :

- 1.3.1 Mengkaji fiziko-kimia parameter air iaitu klorida, pH, turbiditi dan jumlah pepejal terlarut yang terdapat dalam air minuman di UMS, KK.
- 1.3.2 Mengkaji tahap kepekatan logam berat Zink(Zn), Ferum(Fe), Plumbum(Pb), dan Aluminium(Al) yang terdapat dalam air minuman di UMS, KK.
- 1.3.3 Membandingkan parameter kualiti air minuman yang akan dikaji dengan Piawaian Air Minuman yang terdapat di dalam Akta Makanan dan Minuman Malaysia 1983 serta sampel air paip daripada UMS, Kampus Kota Kinabalu sebagai kawalan.



## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Pengenalan

Keperluan fisiologi asas seseorang manusia yang normal kepada air ialah kira-kira 2.5 liter sehari meskipun bebanan kerja dan keadaan iklim di persekitarannya mampu meningkatkan angka ini disebabkan mengganti semula air yang telah hilang daripada tubuh manusia melalui rembesan peluh pada kulit. Pada masa kini, kemajuan teknologi dan taraf kehidupan manusia semakin meningkat dari semasa ke semasa. Jesteru itu, semestinya kadar keperluan terhadap air turut meningkat untuk menjalankan pelbagai aktiviti kehidupan termasuklah aktiviti perindustrian, aktiviti pertanian dan sebagainya.

Bagi negara-negara maju, permintaan terhadap air berada pada tahap statik dan langkah-langkah asas pengawalan mutu air telah terbentuk dengan baik serta teratur. Memandangkan pada masa kini pelbagai aktiviti serta projek pembinaan dijalankan serta kesan-kesan segala bentuk pencemaran alam sekitar telah membimbangkan para pengguna mengenai kualiti bekalan air minum mereka. Misalnya, kini terdapat kebimbangan mengenai kesan bahaya karsinogen yang dipercayai berpunca daripada kehadiran beberapa sebatian organik yang berkepekatan kecil dalam air. Maka, pelbagai aspek pengawalan mutu air telah dilakukan secara teratur dan berterusan oleh pihak berkuasa yang berkenaan.



Selain itu, berdasarkan kepada fungsi utama air bersih kepada manusia sebagai air minuman, maka seseorang individu normal memerlukan lebih kurang satu hingga tujuh liter air bersih sehari untuk diminum bagi memastikan keadaan tubuhnya berfungsi dengan sempurna. Kekurangan air di dalam tubuh seseorang individu akan menyebabkan berlakunya dehidrasi. Walaubagaimanapun, jumlah air yang diperlukan ini berbeza-beza bagi setiap individu bergantung kepada jenis aktiviti yang dilakukan, suhu, dan kelembapan serta beberapa faktor lain (Wikipedia, 2006). Tanpa kandungan air yang mencukupi dalam badan, maka operasi yang berlaku pada sel-sel badan manusia juga turut terjejas.

Sehubungan itu, lebih kurang 7 % daripada jisim bumi ini adalah terdiri daripada air. Namun, sekiranya pengagihan secara seimbang berlaku antara air dengan manusia di muka bumi ini, maka permasalahan kekurangan air bersih dan berkualiti tidak akan wujud. Sains hidrologi yang terlibat dalam pengurusan kitaran hidrologi dan sumber-sumber air memainkan peranan dalam menampung keperluan air di seluruh dunia membangun yang sentiasa meningkat. Justeru itu, perlu diketahui bahawa dalam pemilihan sebarang sumber air, penilaian perlu dibuat ke atas dua elemen berikut iaitu kualiti dan kuantiti.

Oleh yang demikian, pihak yang bertanggungjawab dalam memastikan air yang berkualiti bagi kegunaan manusia telah mengariskan bahawa, air yang berkualiti hendaklah mengikuti piawaian kualiti air yang telah ditetapkan. Terdapat beberapa pihak yang telah dipertanggungjawabkan dalam penentuan ini antaranya, badan-badan kerajaan seperti Agensi Perlindungan Alam Sekitar (EPA) Amerika Syarikat dan Jabatan Alam Sekitar (JAS) Malaysia serta badan bukan kerajaan seperti Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO).



Sebagai usaha menentukan sesuatu kualiti air, terlebih dahulu tahap kualiti air tersebut hendaklah ditentukan berdasarkan kepada parameter yang diukur dan keputusannya kemudian dibandingkan dengan piawaian kualiti air yang telah ditetapkan (Mohd. Noor Ramlan, 1998). Selain itu, kualiti air juga turut bergantung kepada keadaan fizikal, kimia, biologikal dan radiologikal air tersebut yang dipengaruhi oleh proses semulajadi dan juga aktiviti manusia misalnya perlombongan dan sebagainya.

Kini, Malaysia sebagai sebuah negara yang sedang membangun telah mempunyai suatu piawaian kualiti air minumannya yang tersendiri iaitu Piawaian Kualiti Air Minuman Kebangsaan Malaysia 1983 (Low, 2003) dan Interim Piawaian Indeks Kualiti Air Malaysia yang kedua-duanya berperanan dalam memastikan kebolehterimaan air minuman di Malaysia, interim ini dapat ditunjukkan pada Lampiran A.

Sehubungan itu, air yang digunakan oleh manusia perlulah menepati kriteria tertentu dan telah menjalani proses rawatan sistematik terlebih dahulu sebelum disalurkan kepada pengguna. Kualiti air tersebut hendaklah mengikuti piawaian kualiti air minuman yang telah ditetapkan oleh jabatan atau agensi kerajaan dan bukan kerajaan seperti WHO yang dibentuk sebagai garis panduan bagi kegunaan negara-negara membangun dan sedang membangun. Garis panduan tersebut merupakan asas bagi negara-negara membangun dan sedang membangun dalam membentuk piawaian kualiti air minuman mereka sendiri agar kesihatan pengguna tidak terjejas dan kualiti air minuman adalah ditahap yang terkawal dan selamat (WHO, 2004).

Walaupun bagaimanapun, penyakit yang berkaitan dengan air jarang-jarang berlaku di negara-negara maju. Ini kerana, di negara-negara tersebut sistem pembekalan airnya



dijalankan secara efisien. Setelah proses penyediaan air yang mencapai kualiti dan kuantiti yang sesuai melalui pembinaan proses rawatan, air yang telah dirawat dihantar kepada para penggunanya melalui sistem pengagihan yang kompleks. Dengan cara ini, kualiti air yang disalurkan lebih menyakinkan dan lebih selamat untuk digunakan oleh manusia. Meskipun demikian, air tersebut hanyalah selamat untuk diminum selepas dididihkan sehingga ke takat didih air iaitu 100 °C (EPA, 2006).

Namun, perkembangan teknologi pada masa kini membolehkan para pengguna atau orang awam memperolehi air minuman melalui mesin air yang telah memproses air secara osmosis songsangan tanpa perlu mendidihkannya. Meskipun demikian, air yang diperolehi untuk diproses tersebut diperolehi daripada pili yang telah disambungkan kepada komponen mesin tersebut. Oleh itu, air yang diperolehi daripada pili akan sentiasa mengandungi garam terlarut seperti magnesium dan bahan-bahan kimia organik seperti nitrat (EPA, 2006). Keadaan ini juga turut berlaku kepada air yang terdapat di dalam botol minuman.

Berdasarkan keadaan ini, punca bahan-bahan kimia tersebut hadir dalam air pili adalah disebabkan oleh tindakan beberapa faktor yang telah menghakis permukaan bahagian dalam paip air tersebut. Salah satu faktor tersebut ialah tahap kandungan klorida dan garam atau ion-ion lain dalam air tersebut yang mampu meningkatkan kekonduktivitian air serta berkeupayaan untuk bertindakbalas dalam proses penghakisan. Selain itu, nilai pH yang terlalu rendah atau tinggi, suhu yang tinggi serta mengandungi jumlah zarah terampai yang tinggi mampu meningkatkan lagi kadar penghakisan ini (Wilkes University, 2006). Apabila keadaan ini berlaku, maka sudah pasti bahan cemar seperti logam berat akan wujud dalam air minuman manusia akibat terhakis daripada permukaan bahagian dalam paip tersebut.



Antara logam berat yang wujud adalah seperti ferum, plumbum, kadmium, kuprum, aluminium, nikel dan zink.

Menurut satu kajian yang telah dijalankan, keputusan menunjukkan bahawa sesetengah bahan cemar hanya mampu memberi kesan buruk kepada kesihatan manusia pada kepekatan yang tinggi sahaja (Skipton & Hay, 2006). Meskipun pada kepekatan rendah, sekiranya keadaan ini berlaku dalam jangka masa yang panjang, bahan cemar ini mampu memberi kesan yang serius. Ini kerana tubuh seseorang manusia mampu mengumpul bahan cemar tersebut terutamanya di bahagian tisu lemak badan, sebelum bertindak merosakkan organ-organ dalaman badan dan sekaligus menyebabkan individu tersebut menghadapi penyakit (Botkin & Keller, 2003).

Dalam satu kajian yang telah dilakukan ke atas sampel air, bahan yang terdapat dalam air misalnya logam berat berkemampuan tinggi untuk memberikan kesan sampingan yang negatif kepada kesihatan penggunanya. Oleh itu, satu langkah terbaik telah diambil dengan menghadkan kadar kepekatan logam berat dalam air dan juga beberapa kandungan bahan yang mampu mempengaruhi kebolehterimaan air seperti nilai pH dan suhu sesuatu sampel air (Singh & Kamaruzaman, 1994). Hal ini kerana, nilai pH dan suhu mampu meningkatkan kadar pengakisan logam pada paip air.

Namun, menerusi kemajuan serta kecanggihan teknologi yang kita kecapai pada masa kini telah berjaya mereka cipta sebuah mesin rawatan air minuman yang lebih efisien, mudah digunakan dan bermutu tinggi. Mesin rawatan tersebut lebih dikenali sebagai *Reverse Osmosis Water Machine* (ROWM). ROWM ini berupaya memproses dan merawat air minuman melalui enam peringkat rawatan yang utama.



Di antara enam peringkat rawatan tersebut ialah pada peringkat pertama dan kedua, air terlebih dahulu ditapis melalui penapis micro (*Micron Filter*). Pada peringkat ketiga pula, air tersebut akan ditapis melalui penapis karbon (*Carbon Filter*) sebelum dirawat melalui membran R.O (*R.O Membrane*) di peringkat rawatan yang keempat. Seterusnya, di peringkat rawatan yang kelima pula, air tersebut dirawat menggunakan pos penapis karbon (*Post Carbon Filter*) dan akhir sekali di peringkat rawatan yang keenam air dirawat menggunakan sinaran ultraungu (*UV Light*) sebagaimana yang telah ditunjukkan pada Lampiran B.

Oleh yang demikian, bagi menentukan kandungan air minum tersebut, terdapat beberapa parameter yang perlu dianalisis dalam kajian ini bagi memastikan kualiti air minuman tersebut berada pada tahap yang selamat digunakan. Antaranya ialah nilai pH air, turbiditi, tahap kandungan ion klorida, jumlah pepejal terlarut serta tahap kandungan logam berat yang terdapat pada sampel air.

### 2.1.1 Nilai pH

Keasidan atau kealkalian sesuatu air mampu disukat dengan memeriksa terlebih dahulu nilai pH atau tahap kepekatan ion hidrogennya. Oleh itu, nilai pH air perlulah diperiksa sebelum proses rawatan air dijalankan kerana nilai pH tersebut mempengaruhi komposisi kimia yang terdapat dalam air. Bagi air minuman yang mengikut piawaian yang ditetapkan mestilah mempunyai nilai pH diantara 6.5 dan 9.0 (SRC, 2005).

Nilai pH bagi air yang normal ialah di antara 4 hingga 9. Bagi air yang mempunyai nilai pH kurang daripada 6.5 adalah dikategorikan sebagai berasid, lembut, dan mampu



## RUJUKAN

- Alley E.R., 2000. *Water Quality Control Handbook*. McGrawHill, Inc. United States Of America.
- APHA (American Public Health Association). 1995. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. Ed. Ke-19. American Public Health Association, Washington.
- Arnold, E. G., Trussell R.R., Clesceri L. S., 1985. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. Ed. Ke-16. American Public Health Association (APHA), America.
- Botkin, D. B., & Keller, E. A. 2003. *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. Ed. ke-4. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Chrosniak L. D., Smith L. N., McDonald C. G., Jones B. F. & Flinn J. M. 2006. Effects of Enhanced Zinc and Copper in Drinking Water on Spatial Memory and Fear Conditioning. *Journal of Geochemical Exploration* **88**, ms. 91-94
- Dorman, D. 1994. Your Drinking Water: Lead. Extension Housing Specialist. <http://www.engr.uga.edu/service/extension/publications/c819-14c.html>.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1992. National Secondary Drinking Water Regulations: Guidance for Nuisance Chemicals. <http://www.epa.gov/safewater/consumer/2ndstandards.html>.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1994. Part 1: Lead in Drinking Water Overview. [http://www.epa.gov/safewater/consumer/pdf/lead\\_plsl\\_04-12.pdf](http://www.epa.gov/safewater/consumer/pdf/lead_plsl_04-12.pdf).
- EPA (Environmental Protection Agency). 2002. National Primary Drinking Water Regulations. <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>.



- EPA (Environmental Protection Agency). 2006. List of Drinking Water Contaminants & MCLs. <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>.
- EPA (Environmental Protection Agency). 2006. Is There Lead in My Drinking Water? <http://www.epa.gov/safewater/lead/leadfactsheet.html>.
- Flinn J. M., Hunter D., Linkous D. H., Lanzirotti A., Smith L. N., Brightwell J. & Jones B. F. 2005. Enhanced Zinc Consumption Causes Memory Deficits and Increased Brain Levels of Zinc . *Physiology and Behavior* **83**, ms. 793-803.
- Gaines, B. J. 1993. *Applied Water and Spentwater Chemistry: A Laboratory Manual*. Van Nostrand Reinhold, USA.
- Gurzau E. S., Neagu C. & Gurzau A. E. 2003. Essential Metals – Case Study on Iron. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **56**, ms. 190-200.
- Hitachi, 1997. *Flame Atomization Analysis Guide for Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrometry*. Hitachi Ltd, Japan.
- JAS (Jabatan Alam Sekitar). 2005. DOE Water Quality Index Classes. <http://www.doe.gov.my/index.php>.
- JAS (Jabatan Alam Sekitar). 2005. INTERIM National Water Quality Standards. [http://www.doe.gov.my/index.php?option=com\\_content&task=view&id=244&Itemid=296&lang=en](http://www.doe.gov.my/index.php?option=com_content&task=view&id=244&Itemid=296&lang=en).
- Korrick, S. A., Hunter, D. J., Rotnitzky A., Hu, H., & Speizer F. E., 1999. Lead and hypertension in a Sample of Middle-Aged Women. *American Journal of Public Health* **89** (3).
- Low, Y. S. 2003. *Pemantauan Kualiti Air Bumi di Pulau Tioman*. Disertasi Sarjana muda Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai.



- Mameli, O., Caria, M. A., Melis, F., Solinas, A., Tavera, C., Ibba, A., Tocco, A., Flore, C., & Sanna Randaccio, F. 2001. Neurotoxic Effect of Lead at low Concentration. *Brain Research Bulletin* **55** (2).
- Mason, C.F. 1996. *Biology of Freshwater Pollution*. Third Edition, Singapore, Logman.
- Merian, E. (pnyt). 1991. *Metals and Their Compounds in the Environment: Occurrence, Analysis and Biological Relevance*. VCH Publishers Inc., New York.
- Mohd. Noor Ramlan. 1998. *Logam Berat di Alam Sekitar: Punca dan Kesan Pencemaran*, Biroteks, Selangor.
- Morrill Industries, Inc. 2005. Galvanized Pipe Fittings. [http://www.morrillinc.com/m\\_galvanized\\_fittings.aspx](http://www.morrillinc.com/m_galvanized_fittings.aspx).
- Munter, P., He, J., Vupputuri, S., Coresh, J. & Batuman, V. 2003. Blood Lead and Chronic Kidney Disease in the general United States Population. *Kidney International* **63**.
- OSHA (Occupational Safety & Health Administration), 1991. *Regulations (Standards-29 CDR) Substances Data Sheet for Occupational Exposure to Lead-1910.1025 App A*. U.S. Department of Labor, USA. [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_id=10031&p\\_table=STANDARDS](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=10031&p_table=STANDARDS).
- Oxford Plastics Inc., 2007. A History of Polyethylene Pipe. <http://www.oxfordplasticsinc.com/polyethylene.htm>.
- Queiroz, E. K. & Waissmann, W. 2006. Occupational Exposure and Effects on the Male Reproductive System. *Cad. Saude Publica* **22** (3), ms. 485-493.
- Radojevic, M., Mohd. Harun Abdullah, & Ahmad Zaharin Aris, 2007. *Analisis Air*. Scholar Press (M) Sdn. Bhd., Selangor.



- Rajaratnam, G., Winder, C., & Min, A. 2002. Metals in Drinking Water from New Housing Estates in the Sydney Area. *Environmental Research Section A* **89**, ms.165-170.
- Singh, G. & Kamaruzaman, I. (ptrj.). 1994. *Bekalan Air*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Skipton, S. & Hay, D. 2006. *Drinking Water : Lead*. University of Nebraska-Lincoln Extension, <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1333/build/g1333.pdf>.
- SRC (Saskatchewan Research Council). 2005. Water Quality. Saskatchewan Research Council.[http://www.src.sk.ca/html/labs\\_facilities/analytical\\_labs/water\\_quality/print.cfm](http://www.src.sk.ca/html/labs_facilities/analytical_labs/water_quality/print.cfm).
- Virkutyte, J. & Sillanpaa, M. 2006. Chemical Evaluation of Potable Water in Eastern Qinghai Province, China: Human Health Aspects. *Environmental International* **32**, ms. 80-86.
- Water Resources Division, 2000. Water Wise: Chloride. Fisheries, Aquaculture and Environment, Prince Edward Island. <http://www.gov.pe.ca/photos/original/chloride.pdf>.
- WHO, 2003. Chloride in Drinking Water. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chloride.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chloride.pdf).
- WHO, 2004. Guidelines for Drinking-Water Quality. Ed. ke-3. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3/en/.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3/en/.pdf).
- Wikipedia, 2006. Water. <http://en.wikipedia.org/wiki/Water>.
- Wilkes University, 2005. pH of Water. Wilkes University Center for Environmental Quality. <http://www.water-research.net/ph.htm>.



Xuan, Z., Holl W. H., Guichun, Y. 2002. Elimination of Cadmium Trace Contamination from Drinking Water. *Water Research* **36**, ms. 851-858.

