

## **Keberkesanan Penggunaan Bahan Dari Sumber Alam Sebagai Penyaring Dalam Sistem Penapisan Air**

**Mohd Sobri Hassan<sup>1\*</sup>, Nik Saifudin Nik Md. Salleh<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin, Dungun 21700, Terengganu

**\*Corresponding author E-mail:** eirbos@gmail.com

### **Abstrak**

Penggunaan air tidak terawat memberi kesan negatif kepada kesihatan pengguna. Kebergantungan kepada bekalan air terawat menyebabkan bekalan air bersih sentiasa tidak mencukupi terutama di kawasan bencana atau darurat. Ini menyebabkan sumber air mentah dari telaga dan sungai mengandungi bahan cemar dijadikan sumber minuman serta keperluan pembersihan. Terdapat air mentah dirawat menggunakan bahan kimia dan ada juga menggunakan bahan semulajadi. Oleh itu, kajian ini dilakukan untuk mengetahui keberkesanan pemilihan beberapa bahan daripada alam semulajadi sebagai penyaring dalam sistem penapisan air. Ianya bertujuan memberi alternatif kepada pengguna mendapatkan bahan dari sumber alam yang mudah diperolehi untuk dijadikan bahan penyaring dalam sistem penapisan air mentah semasa keadaan memerlukan. Empat bahan penyaring dari sumber alam dipilih iaitu batu, arang, cengkerang dan pasir sungai. Penyaring ini disusun bertingkat dalam model penapis air berukuran 50cm tinggi x 15cm lebar x 15cm panjang. Sampel air diambil dari kolam ikan dan sungai sebanyak 10 liter setiap satu. Setiap sampel air dibahagikan kepada 5 liter air ditapis menggunakan model dan 5 liter lagi tidak ditapis. Ujian kualiti air dibandingkan di antara keadaan sebelum dan selepas penapisan. Kualiti air diuji melalui ujian kekeruhan, ujian warna, ujian pH, ujian kehadiran bakteria e-coli, ujian koliform dan ujian kehadiran logam aluminium, besi serta mangan. Nilai purata diperolehi daripada tiga sampel ujian. Hasil ujian mendapati kesemua bahan penyaring yang digunakan berjaya menapis bahan larut atau bakteria yang wujud dalam kedua-dua sampel air. Ianya dapat dilihat berdasarkan pengurangan kuantiti bahan cemar apabila perbandingan keadaan sebelum dan selepas air ditapis. Ini bermakna penggunaan bahan penyaring seperti batu, arang, cengkerang dan pasir sungai telah memberi kesan kepada peningkatan kualiti air tersebut. Oleh yang demikian, dapat dibuat kesimpulan bahawa gabungan keempat-empat bahan penyaring tersebut berkesan dalam meningkatkan kualiti air sampel dan boleh digunapakai dalam sistem penapisan air mentah.

**Kata Kunci:** keberkesanan penggunaan; bahan penyaring semulajadi; sistem penapisan air

### **1.0 Pengenalan**

“Air merupakan sumber alam semulajadi ciptaan Allah S.W.T untuk setiap makhluk ciptaan-NYA di atas muka bumi ini”. -Al-Baqarah : 164. “...dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu air itu dia hiduskan bumi sesudah matinya (kering) dan dia sebarkan di bumi segala jenis haiwan dan pengisaran angin dan awam yang dikendalikan di antara langit dan bumi, sesungguhnya terdapat tanda-tanda kebesaran dan keesaan Allah bagi kaum yang berfikir”. Menjadi tanggungjawab manusia untuk menguruskan sumber alam ini supaya dapat dimanfaatkan sebaik mungkin untuk kehidupan lestari.

Bagi menjamin kelestarian ini, salah satu aspek yang perlu dijaga adalah keperluan air yang bersih dan berkualiti. Air berfungsi sebagai menjaga kelangsungan hidup bagi makhluk yang menggunakan cairan dalam badan sebagai pelengkap sistem kesihatan.

## 1.1 Penyataan Masalah

Berdasarkan Mohd Rusdan (2016), dalam artikel rawatan air dan bekalan air. Beliau menyatakan terdapat 97% daripada air bumi adalah air masin, manakala hanya 3% sahaja merupakan air tawar. Air tawar digunakan oleh manusia dan haiwan. Daripada 3% air tawar yang terdapat di bumi, dua pertiga daripadanya adalah di dalam bentuk ais, manakala bakinya adalah air dalam tanah dan hanya sebahagian kecil sahaja air permukaan. Air digunakan dalam pelbagai aktiviti, seperti sektor pemakanan, pembersihan, perkilangan, pengangkutan, penyelenggaraan dan banyak lagi. Malaysia sebuah negara yang sedang membangun memerlukan banyak bekalan air bagi menjamin proses pembangunan ini tidak terbantut. Kebergantungan bekalan air bersih yang dirawat oleh pihak berwajib sedikit sebanyak akan memberi kesan apabila berlaku pertambahan pendudukan dan keperluan. Oleh yang demikian, wajarlah bagi setiap individu mempunyai inisiatif tersendiri bagi membantu dalam memperbanyakkan bekalan air bersih paling tidak untuk kegunaan ahli keluarga. Rentetan daripada itu, menyebabkan telah ramai mengambil langkah tersendiri dengan menggunakan air dari telaga dan sungai sebagai sumber bekalan air untuk diminum, pembersihan dan kegunaan hiliran berasaskan air.

Air yang dirawat adalah air yang telah menjalani proses pembersihan dari bahan-bahan pencemar untuk tujuan digunakan oleh manusia termasuk untuk diminum. Sumber air yang dirawat ini mungkin dari air mentah atau pun air yang telah digunakan oleh manusia. Penggunaan sumber air yang tidak dirawat akan memberi kesan yang lebih teruk kepada pengguna akibat kandungan bendasing yang wujud. Antara bendasing yang seringkali terdapat dalam air adalah seperti bakteria e-coli, mikroganisma, logam berat seperti plumbum serta bahan kimia buangan industri (Ang, 2015).

Justeru itu, pengguna sumber air ini harus mengetahui serta mempunyai medium sistem penapisan yang terbaik jika ingin meneruskannya. Pengkaji cuba memberikan alternatif dengan mendedahkan bahan-bahan dari sumber alam yang boleh dijadikan sebagai bahan penyaringan dalam sistem penapisan air. Ianya mungkin boleh dijadikan dalam pelbagai bentuk skala yang mungkin dapat digunakan apabila berlaku kecemasan seperti bencana banjir atau darurat. Seperti sedia maklum, apabila berlaku kejadian sebegini, sumber air akan tercemar daripada sisa buangan, keladak, lumpur dan tumpahan minyak. Merujuk laporan Utusan Melayu oleh Haris (2016), air berlumpur telah mengalir masuk ke Sungai Besen yang menjadi sumber alternatif bekalan air, ia menyebabkan air yang disalurkan ke rumah penduduk berkeladak. Ianya berpunca daripada pencerobohan hutan yang memusnahkan sumber air bukit, hakisan tanah, banjir kilat, gangguan projek ternakan akuakultur serta kemusnahan hutan Lipur Lata Meraung dan Lata Besen.

Sementara itu, dalam siaran media oleh Syarikat Bekalan Air Selangor Sdn. Bhd oleh Amin (2016), syarikat ini telah menutup logi rawatan air Sungai Semenyih akibat pencemaran sungai pada 1.30pm pada hari yang sama. Punca pencemaran disiasat bagi mengetahui kandungan enap cemar yang terdapat di dalam air sungai tersebut.

Berdasarkan kes yang dinyatakan, pencemaran yang berlaku ke atas sumber bekalan air sentiasa berlaku dan kebiasaannya adalah dalam konteks kecemasan. Apabila berlaku kecemasan menyebabkan pengguna kebanyakannya tidak bersedia untuk mengahadapinya. Bagi membantu pengguna dalam mencari jalan penyelesaian ini, pengkaji membangunkan sebuah model sistem penapisan air yang ditapis menggunakan bahan sumber dari alam semulajadi sebagai penyaring. Penyaring ini sudah semestinya mudah diperolehi dari alam sekeliling dan tidak membebankan kepada pengguna.

Pelbagai bahan dari alam semulajadi yang boleh dijadikan sebagai penyaring dalam sistem penapisan air. Akan tetapi pengkaji memilih batu, pasir, arang kayu dan cengkerang sebagai penyaring alternatif untuk dijadikan bahan kajian. Ianya dimuatkan dalam beberapa lapisan yang terdiri daripada elemen yang berbeza pada setiap lapisan. Model ini diketengahkan dengan harapan untuk memberi pilihan kepada pengguna untuk menapis air mentah sendiri jika berlaku kecemasan. Dengan kata lain, air mentah yang ditapis melalui beberapa lapisan penyaring ini sekurang-kurangnya dapat mengurangkan bahan cemar yang terdapat di dalam air mentah seterusnya menghasilkan air yang lebih selamat.

Bagi membuktikan keupayaan penggunaan bahan penyaring ini mampu untuk menapis bahan cemar yang terdapat dalam air, beberapa ujian kualiti air dilakukan terhadap air hasil tapisan menggunakan bahan penyaring ini. Keputusan ujian dibandingkan antara keadaan sebelum dan selepas tapisan dilakukan, berpandukan piawaian kualiti air yang sedia ada.

## **1.2 Objektif Kajian**

Pengkaji menetapkan beberapa objektif dalam kajian ini, antaranya ialah untuk:

- i. Membangunkan prototaip sistem penapisan air menggunakan bahan dari sumber alam semulajadi sebagai penyaring.
- ii. Membandingkan keputusan ujian kualiti terhadap dua sampel air yang diuji pada keadaan sebelum dan selepas tapisan dilakukan.
- iii. Mengetahui keberkesanan penggunaan bahan penyaring batu, pasir sungai, cengkerang dan arang kayu dalam sistem penapisan air.

## **1.3 Skop Kajian**

Terdapat beberapa skop ditetapkan berdasarkan kemampuan dan kekangan yang wujud bagi menyiapkan keseluruhan kajian. Antaranya ialah :

- i. Sampel air sungai hanya diperolehi dari Sungai Pengkalan Berangan, Kuala Terengganu dan sampel air dari kolam ikan pula diperolehi dari kolam ikan Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin.
- ii. Ujian kualiti terhadap air sampel hanya melibatkan ujian seperti ujian kekeruhan, ujian warna, ujian pH, ujian kehadiran bakteria e-coli, ujian koliform, ujian kehadiran logam aluminium, besi dan mangan sahaja.
- iii. Bahan–bahan penyaring dalam model sistem penapisan air ini hanya terhad kepada arang kayu, batu sungai, pasir sungai dan kulit cengkerang sahaja.
- iv. Pasir dan batu diperolehi dari dasar sungai Pengkalan Berangan dan menganggap model penapisan telah bersih sepenuhnya setiap kali bilasan air bersih dilakukan.

#### **1.4 Kepentingan Kajian**

Kepentingan kajian ini adalah seperti berikut :

- i. Merupakan medium pendedahan kepada pengguna air mentah yang tidak terawat bagi mencari alternatif kaedah menapis air bagi mengurangkan kesan menggunakan air tidak berkualiti. Hasil dapatan kajian sekurang-kurangnya boleh digunapakai untuk mencari bahan penyaring dari sumber alam semulajadi untuk dijadikan penapis dalam sistem penapisan air.
- ii. Jika berlaku krisis air tercemar, ia sekurang-kurangnya memberi pilihan kepada pengguna untuk membangunkan sendiri sistem penapisan air yang sesuai menggunakan bahan dari alam semulajadi dengan skala saiz yang dikehendaki.
- iii. Bahan penyaring yang dikaji mudah didapati dan tidak mustahil ianya juga mempunyai bekalan yang berpanjangan untuk dikomersialkan.

#### **1.5 Definasi Istilah**

##### **1.5.1 Keberkesanan Penggunaan**

Kamus Pelajar Edisi ke-4, 2017 menyatakan keberkesanan bahawa sebagai perihal terkesan, keberkesannya diukur kepada hasil sesuatu tindakan atau perubahan setelah ianya dilakukan. Oleh yang demikian, bagi mencapai maksud dalam kajian ini, pengkaji menggunakan istilah keberkesanan penggunaan adalah merujuk kepada hasil yang diperolehi setelah sampel air ditapis menggunakan bahan penyaring yang terdapat dalam model sistem penapisan air. Keberkesanan juga merujuk kepada keputusan yang positif diperolehi setelah ujian kualiti dibuat terhadap sampel air yang ditapis tersebut.

##### **1.5.2 Bahan Penyaring**

Bahan penyaring merupakan bahan yang dipilih dari alam semulajadi. Terdapat banyak bahan penyaring yang boleh digunakan bagi tujuan menapis air mentah. Akan tetapi, dalam kajian ini pengkaji hanya memilih empat bahan penyaring sahaja dari alam semulajadi untuk diuji keberkesanan dalam sistem penapisan air. Bahan tersebut ialah batu sungai, pasir sungai, arang kayu dan kulit cengkerang.

### **1.5.3 Sistem Penapisan Air**

Sistem penapisan air ialah sebuah model yang dibangunkan khusus untuk menapis sampel air. Di dalamnya mengandungi empat bahan penyaring yang dipilih daripada alam semulajadi. Ianya bertujuan untuk menyaring atau menapis sampel air seterusnya mendapatkan air yang ditapis untuk diuji kualiti air.

## **2.0 KAJIAN LITERATUR**

Berdasarkan tinjauan, pelbagai perkembangan terbaru yang wujud dalam industri penapisan air. Ada yang menghasilkan penapis berkonsepkan Ultra-Filtration (UF) seperti yang dibangunkan oleh Harry et.-al. (2003), Reverse Osmosis (RO) oleh Glater (1998) dan Nano-Filtration (NO) oleh Baker et.-al. (2007). Apapun kajian dan inovasi yang wujud tentang penapisan air, objektifnya adalah sama iaitu untuk menukar sumber air mentah menjadi lebih selamat untuk digunakan.

### **2.1 Pasir Sungai**

Pasir boleh dikategorikan sebagai bahan bahan berbutir yang terbentuk secara semulajadi, terdiri daripada batu dan zarah galian kecil yang halus. Menurut Urquhart et. al (1959), takrifan yang digunakan oleh pakar kaji bumi, bijiran pasir bersaiz ukur lilit antara 0.0625mm (atau 1/16 mm, atau 62.5  $\mu\text{m}$ ) hingga 2 milimeter.

Manakala pasir sungai yang dimaksudkan adalah pasir yang tidak berkelodak dan wujud dalam bentuk butiran di persisiran datau di dasar sungai. Pasir sungai digunakan sebagai pembantu dalam proses penjernihan air. Ini kerana molekul-molekul pasir mempunyai saiz yang tidak sekata. Saiz yang kecil membolehkan mengisi runag udara yang terdapat di antara molekul yang besar. Dengan ini, ruang udara yang wujud adalah minimum. Ruang yang kecil yang boleh dilalui oleh air tetapi tidak bagi bendasing yang. Pasir sungai sangat bermanfaat untuk membasmi mikro organisma yang berada di dalam air. Pasir sungai boleh didapati daripada kawasan berhampiran sungai.

### **2.2 Arang Kayu**

Arang ialah bahan bakar fosil. Arang kayu merujuk kepada kayu yang telah dibakar tetapi belum hangus sepenuhnya. Arang kayu merupakan sisa pembakaran yang terhasil daripada kesan pembakaran terhadap bahan bakar seperti kayu yang mengandungi unsur karbon. Kebiasaan ianya berwarna hitam. Arang merupakan bahan yang diperlukan dalam sistem penapisan air kerana ianya berfungsi menyerap bau dan menjernihkan air. Arang yang mempunyai karbon aktif mempunyai daya serap yang lebih tinggi serta berkecenderungan menjernihkan air. Menurut Malinda (2011), beliau juga menyatakan bahawa serbuk arang boleh dijadikan agen penstabilan dan penyulingan dalam industri air mineral.

### 2.3 Kulit Cengkerang

Cengkerang ialah bahagian keras pada badan haiwan seperti siput, kura-kura dan sebagainya. Fungsi cengkerang adalah untuk melindungi haiwan tersebut. Apabila haiwan mati, cengkerang masih lagi kekal. Kewujudan cengkerang kerangan laut yang banyak di pesisir pantai menjadi sumber ekonomi kepada yang pengusahanya. Kulit cengkerang laut seperti siput mempunyai unsur berasaskan kapur yang kaya dengan bahan kalsium karbonat.

Berdasarkan nilai pH piawaian air minuman yang ditetapkan oleh Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) pada tahun 2016, pH yang disyorkan antara 6.5 hingga 9.0.

### 2.4 Batu Sungai

Batu adalah bahan semulajadi, agregat pepejal satu atau lebih mineral. Wilson et.-al. (1995), menyatakan batu sejenis granit mempunyai kombinasi mineral kuarza, feldspar dan biotit. Oleh yang demikian, pengkaji menganggap batu sungai adalah sejenis granit. Manakala batu sungai yang digunakan merujuk kepada anak batu yang sering digunakan dalam dalam sistem penapisan air komersial bersaiz 2mm hingga 75mm. Ianya berfungsi sebagai perangkap partikel yang lebih besar yang terdapat dalam air. Batu sungai adalah jasad pepejal yang mudah menyebarkan perubahan haba, yang mana sifat asal batu sungai adalah sejuk. Oleh yang demikian, batu yang berkualiti akan membantu menstabilkan suhu air terutama menjadikan lebih sejuk ketika air melaluinya.

### 2.5 Piawaian Kualiti Air

Beberapa piawai kualiti air perlu dipatuhi antaranya seperti World Health Organization, WHO (WHO, 2017) seperti jadual 2.1 dan piawaian bagi air minuman oleh KKM seperti jadual 2.2.

**Jadual 2.1:** Piawaian air mentah untuk dirawat oleh WHO

Parameter	Tahap Yang Dikehendaki
Kekeruhan	Tidak melebihi 1000 unit NTU
Warna	Tidak melebihi 300 unit HAZEN
Nilai pH	6.5 – 9.2
Keperluan oksigen Biologi ( BOD )	6 ppm
Jumlah pepejal terlarut	1500 ppm
Kandungan besi	1 ppm
Kandungan ammonia	0.5 ppm
Bakteria	– 5000 bilangan / 100 ml

**Jadual 2.2:** Piawaian kualiti air minuman oleh KKM

<b>Parameter</b>	<b>Group</b>	<b>Recommended raw water quality</b> Acceptable Value (mg/litre) (unless otherwise stated)	<b>Drinking water standards</b> Maximum (mg/litre) (unless otherwise stated)	<b>water quality</b> Acceptable Value
<b>Total Coliform</b>	1	5000 MPN / 100 ml		0 in 100 ml
<b>E.coli</b>	1	5000 MPN / 100 m		0 in 100 m
<b>Turbidity</b>	1	1000 NTU		5 NTU
<b>Color</b>	1	300 TCU		15 TCU
<b>pH</b>	1	5.5 - 9.0		6.5 - 9.0
<b>Ferum/Iron</b>	2	1.0		0.3
<b>Aluminium</b>	2	-		0.2
<b>Manganese</b>	2	0.2		0.1

## 2.6 Kekeruhan Air

Kekeruhan air merupakan ketidakjernihan atau kekaburan sesuatu bendalir disebabkan oleh zarah pepejal terampai yang biasanya tidak dapat dilihat oleh mata kasar. Pengukuran kekeruhan ialah merujuk kepada mutu sesuatu air. Ujian kekeruhan sesuatu air dinilai dalam *Nephelometric Turbidity Unit (NTU)*. Kekeruhan terjadi pada sesuatu badan air (water body) disebabkan kehadiran bahan-bahan terampai yang dikenali sebagai kelodak atau enap cemar. Bahan ini menjadi tempat perlindungan kepada mikroorganisma khususnya patogen. Menurut laman sesawang Kementerian Kesihatan Malaysia menerangkan dalam program *Drinking Water Quality Surveillance* bahawa kekeruhan bekalan air boleh terjadi semula disebabkan oleh sistem rangkaian bekalan paip yang usang walaupun pada awalnya telah pun jernih.

## 2.7 Warna Air

Perubahan sesuatu warna air berkait rapat dengan kadar kekeruhan sesuatu air. Air yang keruh sudah semestinya mempunyai bendasing di dalamnya. Bendasing ini bukan sahaja wujud mencemarkan air, malah menukar warna asal air kepada warna yang terhasil daripada sifat benda asing tersebut (Ang. 2015). Bagi menjamin kualiti air sentiasa terjamin, ujian warna ke atas air dilakukan sekurang-kurangnya sekali sehari ketika air mengalir keluar daripada logi rawatan air. Penentuan warna boleh menganggarkan jirim-jirim terapung yang ada dalam air. Unit bagi ujian warna adalah Hazen, dengan menggunakan radas *Nessleriser* bersama piring penunjuk larutan asid piawaian Hazen. Kaedahnya adalah dengan membuat perbandingan warna Hazen setelah ujian dilakukan bersama piawaian yang ada.



## 2.8 Keasidan Air

Keasidan sesuatu air diukur dalam skala pH. Larutan dengan pH kurang daripada 7 adalah berasid manakala melebihi 7 adalah beralkali dan pH 7 ialah neutral contohnya air suling. Skala pH ditetapkan berdasarkan piawai antarabangsa dengan ditentukan oleh kepekatan sel galvanik dalam sel elektrokimia. Menurut Covington et.-al. (1985), konsep pH mula diperkenalkan oleh ahli kimia Denmark di Makmal Carlsberg pada tahun 1909 dan diubahsuai pada 1904. Air minuman terbaik adalah air yang boleh memberi kesan positif kepada kesihatan. Umum mengetahui bahawa di dalam sistem pencernaan manusia, asid yang dihasilkan oleh usus membentuk medium yang berasid. Oleh yang demikian, minuman beralkali diperlukan untuk menyeimbangkan paras keasidan supaya badan lebih sihat.

Menurut Otto dalam Brand (2010), punca utama penyakit kronik adalah kerana asid yang terlalu banyak dalam badan. Manakala dalam satu artikel tentang air beralkali keperluan kesihatan, Mona (2017), menyatakan bahawa sel kanser tidak dapat hidup dalam air alkali, sebab itulah semua pesakit kanser perlu meletakkan pH darah sentiasa beralkali supaya kanser tidak dapat hidup.

## 2.9 Bakteria E-coli dan Jumlah Koliform Dalam Air

Air mentah tidak terawat mempunyai benda asing, enap cemar dan juga bakteria. Tahap kandungan bakteria di dalam air mentah boleh digunakan sebagai pengukur jumlah koliform. Jumlah koliform ini terjadi akibat terkumpulnya jumlah bakteria *coli-aerogenes*. Bakteria ini terdiri daripada *feacal* dan *non-feacal*. Apa yang dikatakan bakteria e-coli adalah merupakan terdapat kelompok bakteria *feacal coliform*. Menurut penulis dalam artikel “*The E-coli In You*” iaitu Kamal (2015), menyatakan bakteria e-coli tidak bahaya boleh wujud dalam usus manusia. Tetapi apabila terdapat patogen ini yang menyebabkan jangkitan, akan menyebabkan ketidakelesaan perut, kekejangan, cirit-birit dan boleh mengancam nyawa jika tidak dirawat. Tahap kandungan jumlah koliform yang tinggi membawa erti pencemaran berlaku hasil daripada pembuangan sisa-sisa industri dan perumahan.

## 2.10 Kandungan Logam Berat Dalam Air

Pencemaran air dengan kandungan logam berbahaya akan sentiasa berlaku sekiranya tiada kawalan dilakukan terutama pada zaman perindustrian. Logam berat merupakan istilah yang digunakan untuk menamakan kelompok logam yang ada dalam air berkapasiti lebih besar dari 5g/cm<sup>3</sup>. Bukan sahaja logam saiz ini dikategorikan sebagai logam berat, akan tetapi dikenali juga sebagai logam yang merbahaya kepada kesihatan. Berdasarkan kepada ketoksidan logam ini, ia dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu diperlukan dalam kuantiti kecil dan logam bersifat racun. Antara kesan yang boleh berlaku ialah keadaan ini mengaktifkan sel kanser. Keracunan disebabkan oleh logam ini menghalang pengeluaran enzim yang diperlukan badan dalam meningkatkan metabolisme. Seterusnya terjadilah gejala alahan, mutasi dalam sistem pernafasan dan pencernaan



### **3.0 METODOLOGI KAJIAN**

#### **3.1 Membina Model Sistem Penapisan Air**

Model diperbuat daripada bahan plastik keras lutsinar seperti kaca dengan ukuran 50cm tinggi x 15cm lebar x 15cm panjang. Dasar lapisan penyaringan pertama diperbuat daripada plastik lutsinar keras yang ditebuk lubang berdiameter 1cm setinggi 20cm dari tapak model. Model disokong juga pada bahagian keempat-empat bucu secara menegak dengan menggunakan aluminium shape L setinggi 50cm. Manakala tapak model diletakkan plat rata bersaiz 23cm lebar x 23 cm panjang bagi menstabilkan model daripada tumbang.

Pada ruangan paling bawah merupakan lapisan takungan air yang telah ditapis melalui penyaring. Ruangan ini dipasang seunit pili bagi memudahkan mendapatkan sampel air yang telah ditapis untuk diuji dalam makmal. Pada bahagian tapak boleh ditanggalkan untuk tujuan *house keeping*.

Bahan penyaringan dibahagikan kepada empat lapisan, setiap lapisan setinggi 8cm disusun bermula dari bawah secara bertingkat. Selebihnya dibiarkan kosong pada bahagian paling atas. Lapisan berturutan dari atas iaitu adalah batu, arang, cengkerang dan paling bawah pasir sungai. Model juga diletakkan penutup pada bahagian atas bertujuan menambahkan ciri-ciri keselamatan kepada bahan penyaringan daripada persekitaran luar yang mungkin menjejaskan keputusan kajian. Setiap lapisan bahan penyaringan dipisahkan dengan jaring plastik berlubang dengan keluasan 0.05cm<sup>2</sup> termasuk lapisan paling bawah. Ianya bertujuan mengelak daripada partikel kecil daripada setiap bahan penyaringan telus melalui tapak berlubang.

#### **3.2 Prosedur Ujian Kualiti Sampel Air**

Air yang diuji dalam makmal adalah air yang diperolehi daripada tapisan sampel air yang bertakung dalam ruangan bawah pada model sistem penapisan air. Bagi mendapatkan air ini, beberapa prosedur perlu dituruti supaya memaksimumkan dapatan kajian. Sebelum air sampel dituang ke dalam sistem penapisan, sistem penapisan dibilas terlebih dahulu. Ini bertujuan untuk memastikan sistem penapisan benar-benar bersedia untuk digunakan. Tapak model dibuka supaya aliran dapat dikeluarkan secara maksimum. Air bersih dituang terlebih dahulu pada bahagian lapisan paling atas dan diteruskan sehingga air tersebut telah melalui kesemua lapisan dan keluar dibahagian bawah. Ketika ini terdapat sebahagian penyaring akan terkeluar yang melepasi jaring plastik. Ianya diteruskan sehingga diperhatikan tiada lagi bahan-bahan penyaring terkeluar dan air takungan kelihatan bebas dari partikel bahan penyaring.

Jika keadaan tersebut berlaku, bahan penyaring diandaikan telah mengalami pemadatan dalam lapisan masing-masing. Model dibiarkan mengering pada suhu bilik dan ditutup pada bahagian tapak serta bahagian atas. Ketika ini model penapisan air telah tersedia untuk digunakan sebagai satu sistem penapisan air. Sampel diambil sebanyak 10 liter bagi setiap sampel jenis air. Sampel air diasingkan ke dalam bekas sebanyak 1 liter.

Lima daripadanya dialirkan melalui model alat penapisan. Air tersebut dituang di lapisan paling atas penyaring sehingga habis. Air yang telah ditapis diambil dari bekas takungan dan diuji kualitinya. Model penapis air dibilas sekali lagi dengan menggunakan air bersih sehingga kesemua bahan-bahan yang dibawa oleh sampel air pertama tidak kelihatan. Model dijemur dibawah sinaran matahari sehingga kering. Prosedur yang sama dilakukan bagi penapisan sampel air sungai.

Ujian kualiti sampel air dilakukan di makmal Veolia Loji Air Petronas, Dungun Terengganu. Prosedur ujian dilakukan merujuk kepada piawaian *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater* yang dibekalkan oleh Syarikat Veolia. Ujian tersebut iaitu :

- i. Ujian kekeruhan : menentukan tahap kekeruhan sampel air: *Method 8025*.
- ii. Ujian warna : menentukan kepekatan warna sampel air: *Method 8025*.
- iii. Ujian pH : menentukan tahap keasidan sampel air: *Method 150*.
- iv. Ujian e.coli : mengetahui kehadiran bakteria e.coli dalam sampel air: *Method 1103*.
- v. Ujian jumlah koliform : mengetahui kehadiran alga dalam sampel air: *Method 9222*.
- vi. Ujian kandungan logam berat : mengetahui kewujudan logam aluminium: *Method 8012*, besi: *Method 8008* dan mangan: *Method 8149*.

### 3.3 Bahan Penyaring

Bahan penyaring dan susunan dalam sistem penapisan seperti jadual 3.1.

**Jadual 3.1:** Proses penyediaan penyaring dalam model sistem penapisan air

No	Ketebalan	Bahan Penyaring	Keterangan
1	±8cm	Batu sungai	Dari Sungai Pengkalan Berangan, Kuala Terengganu. Dibasuh, dibersihkan sehingga tiada bau dan kotoran serta dijemur bawah sinaran matahari.
2	±8cm	Arang kayu	Jenis arang kayu. Dibasuh, dikeringkan, dibersihkan daripada kotoran dan dihancurkan sebahagiannya.
3	±8cm	Cengkerang	Cengkerang kulit kerang. Dari persisiran Pantai Teluk Gadung Dungun. Dibasuh, dijemur bawah pancaran matahari, dihancurkan sebahagiannya menjadi separa hancur.
4	±8cm	Pasir	Dari Sungai pengkalan Berangan, Kuala Terengganu. Dibasuh, dibersihkan sehingga tiada bau dan kotoran serta dijemur bawah sinaran matahari.
5	±8cm	Jaring plastik	Sebagai pembahagi setiap lapisan penyaring. Diletak di antara setiap lapisan. Lubang jaring bersaiz 0.05cm <sup>2</sup> .

#### 4.0 ANALISIS DATA DAN KEPUTUSAN

Ujian dibuat terhadap tiga sampel. Setelah ujian kualiti air dilakukan ke atas sampel air sebelum dan selepas ditapis, keputusan adalah seperti dalam jadual berikut.

**Jadual 4.1:** Keputusan kekeruhan, warna dan pH

Parameter	Ujian kekeruhan (NTU)			Ujian warna (hazen)			Ujian pH (pH)		
<b>Air kolam ikan</b>									
Sebelum	3.880	3.950	3.820	82.001	82.003	82.001	6.35	6.20	6.31
							0	0	0
	<b>3.880</b>			<b>82.000</b>			<b>6.320</b>		
Selepas	3.210	3.210	3.210	57.002	57.000	57.001	6.53	6.50	6.65
							5	0	0
	<b>3.210</b>			<b>57.000</b>			<b>6.560</b>		
<b>Air sungai</b>									
Sebelum	187.02	187.00	187.00	1300.00	1300.00	1300.00	5.76	5.76	5.76
	0	0	1	0	1	0	0	1	0
	<b>187.000</b>			<b>1300.000</b>			<b>5.760</b>		
Selepas	18.600	18.600	18.600	297.002	297.003	297.001	6.53	6.50	6.50
							0	0	0
	<b>18.600</b>			<b>297.002</b>			<b>6.510</b>		

Merujuk jadual 4.1, terdapat perbezaan nilai kekeruhan pada kedua-dua sampel yang diuji. Nilai kekeruhan bagi air kolam ikan adalah 3.210NTU berbanding 3.880NTU sebelum ditapis yang menjadikan air lebih jernih. Manakala bagi air sungai nilai kekeruhan sebanyak 187.000NTU berbanding 18.600NTU sebelum tapisan. Ianya juga menjadi lebih jernih. Keputusan ujian warna air kolam ikan menunjukkan 57.000hazen air yang ditapis berbanding 82.000hazen sebelumnya.

Manakala bagi air sungai merekodkan 297.002hazen berbanding 1300.000hazen sebelumnya. Ujian keasidan sampel air bagi kolam ikan menunjukkan pH 6.320 sebelum tapisan dan 6.565 selepas ditapis. Manakala bagi air sungai nilai pH ialah 6.510 selepas ditapis berbanding 5.760 sebelum ditapis.

**Jadual 4.2:** Keputusan ujian e-coli dan jumlah coliform

Parameter	Kehadiran e-coli (MPN/100ml)			Jumlah coliform (MPN/100ml)		
	<b>Air kolam ikan</b>					
Sebelum	1570.013	1570.014	1570.004	1796.003	1796.004	1796.001
	<b>1570.010</b>			<b>1796.003</b>		
Selepas	0	0	0	646.012	646.001	646.002
	<b>0</b>			<b>646.005</b>		
<b>Air sungai</b>						
Sebelum	555.002	555.003	555.001	1590.002	1590.001	1590.001
	<b>555.002</b>			<b>1590.001</b>		
Selepas	135.002	135.002	135.002	593.001	539.002	539.003
	<b>135.002</b>			<b>539.002</b>		

Jadual 4.2 menunjukkan setelah ujian dilakukan, didapati tiada lagi bakteria e-coli setelah air kolam yang ditapis berbanding nilai sebelumnya sebanyak 1570.010 MPN/100ml. Manakala bagi air sungai, didapati sebanyak 555.002MPN/100ml pada sebelumnya berkurang sebanyak 420 unit menjadi 135.002MPN/100ml. Ujian koliform terhadap sampel air kolam menunjukkan nilai 1796.003MPN/100ml menjadi 646.005MPN/100ml. Manakala nilai keputusan terhadap air sungai ialah 539.002MPN/100ml berbanding sebelumnya sebanyak 1590.001MPN/100ml.

**Jadual 4.3:** Keputusan kandungan logam (mg/l)

Situasi	Aluminium			Besi			Mangan		
	<b>Air kolam ikan</b>								
Sebelum	0.017	0.018	0.017	0.260	0.260	0.260	0.045	0.045	0.045
	<b>0.017</b>			<b>0.260</b>			<b>0.045</b>		
Selepas	0.003	0.004	0.003	0.260	0.260	0.260	0.031	0.031	0.031
	<b>0.004</b>			<b>0.260</b>			<b>0.031</b>		
<b>Air sungai</b>									
Sebelum	0.389	0.388	0.387	9.801	9.802	9.801	0.270	0.280	0.260
	<b>0.388</b>			<b>9.801</b>			<b>0.270</b>		
Selepas	0.079	0.079	0.079	1.730	1.730	1.730	0.055	0.056	0.054
	<b>0.079</b>			<b>1.730</b>			<b>0.055</b>		

Jadual 4.3 ujian kehadiran logam. Ujian aluminium air kolam keputusan adalah sebanyak 0.004mg/l masih wujud berbanding 0.017mg/l sebelumnya. Manakala bagi air sungai hanya tertinggal 0.079mg/l berbanding 0.388mg/l sebelumnya. Ujian kandungan besi bagi air kolam menunjukkan tiada perubahan iaitu 0.260mg/l sebelum dan selepas. Manakala bagi ujian terhadap air sungai didapati mengandungi 1.730mg/l berbanding 9.81mg/l sebelum ditapis. Ujian logam mangan terhadap air kolam didapati hanya berbaki 0.031mg/l berbanding 0.045mg/l sebelumnya. Manakala bagi air sungai didapati sebanyak 0.055mg/l berbanding 0.270mg/l keadaan air tidak ditapis.

## 5.0 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

### 5.1 Perbincangan

Ujian ini adalah untuk membuktikan bahawa penggunaan bahan dari sumber alam sebagai bahan penyaring dalam sistem penapisan air adalah praktikal dan memberikan kualiti air lebih bersih. Bahan-bahan ini bukan sahaja mudah didapati, berkemungkinan besar ianya lebih menyihatkan terutama digunakan di kawasan yang mengalami bencana atau darurat terhadap bekalan air bersih. Keputusan ujian warna membuktikan terdapat bahan larut di dalam air sampel yang menjadikan air keruh. Keputusan keasidan pH air juga didapati lebih baik setelah ditapis iaitu lebih beralkali berbanding keadaan asal air sampel. Kandungan bakteria e-coli dalam air kolam dapat disaring 100%, ini dapat dibuktikan berdasarkan dapatan kajian menunjukkan nilai “0”, tetapi tidak bagi air sungai. Manakala kandungan koliform dapat dikurangkan apabila catatan sebanyak 64% air lebih berkualiti bagi air kolam ikan dan 60% bagi air sungai.

Kehadiran logam berat dalam air sangat berbahaya pada kesihatan manusia jika memasuki sistem pencernaan manusia. Berdasarkan dapatan kajian, didapati kesemua sampel air mengandungi logam berat aluminium, besi dan mangan. Kandungannya adalah dalam julat 0.004mg/l hingga 9.801mg/l. Kandungan logam paling tinggi adalah 9.801mg/l iaitu logam besi dalam sampel air sungai. Setelah tapisan dilakukan didapati berlaku penurunan yang ketara iaitu sebanyak 82%. Logam aluminium dan mangan juga mengalami penurunan kandungan setelah tapisan dilakukan dengan kadar peratus yang berbeza.

**Jadual 5.1:** Perbandingan keputusan kualiti air kolam dan air sungai berbanding piawaian Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) bagi kualiti air minuman

No	Parameter	Keputusan				(KKM) Nilai Maksimu m Diterima
		Sampel air kolam ikan		Sampel air sungai		
		Tidak Ditapis	Ditapis	Tidak Ditapis	Ditapis	
1	pH	6.320	<b>6.560</b>	5.760	<b>6.510</b>	6.5-9.0
2	Kekeruhan (NTU)	3.880	3.210	187.00	18.600	5
3	Warna (Hazen)	82.000	57.00	1300	297.00	15
4	Logam Besi (mg/l)	0.260	0.260	9.800	1.730	0.3
5	Logam Mangan (mg/l)	0.045	<b>0.031</b>	0.270	<b>0.055</b>	0.1
6	Logam Akuminium (mg/l)	0.017	<b>0.004</b>	0.390	<b>0.079</b>	0.2
7	Bakteria e-coli (MPN/100ml)	1570.00	<b>Tiada</b>	555.000	135.000	Tiada
8	Total Koliform(MPN/100ml)	1796.00	646.000	1590.00	539.000	Tiada
		00		0		

Setelah berbanding dibuat berdasarkan jadual 5.1, kesemua data menunjukkan terdapat peningkatan kualiti air yang positif. Kesemua ujian kualiti terhadap sampel air yang telah ditapis memberikan nilai kualiti lebih baik daripada sebelum ditapis. Keputusan yang berjaya melepasi piawaian di “bold”. Keputusan daripada ujian kualiti ini masih lagi tidak dapat memenuhi kesemua piawaian walaupun sebahagiannya telah mencapai. Dengan ini, ianya tidak membolehkan air tersebut digunakan sebagai air minuman dan untuk tujuan kebersihan. Bagi tujuan itu, ianya perlu melalui beberapa peringkat penyaringan utama seperti pengudaraan, proses koagulasi, sedimentasi dan banyak lagi.

Bagi kapasiti keperluan yang tinggi sudah semestinya memerlukan jumlah rawatan dalam kuantiti besar. Bagi model penapisan air yang dibangunkan, adalah dikira memadai untuk menguji kualiti air dalam jumlah yang kecil sahaja sebagai panduan. Air menjadi lebih berkualiti sekiranya ianya ditapis berulang kali dan mempunyai kapasiti penapisan yang besar serta kepelbagaian bahan penyaring dalam sesuatu sistem penapisan air.

## 5.2 Kesimpulan

Setelah pemerhatian melalui perbandingan terhadap keputusan yang diperolehi, kesemua ujian kualiti terhadap sampel air yang ditapis memberikan nilai lebih baik berbanding sampel air yang tidak ditapis. Oleh yang demikian, pengkaji dapat mengetahui bahawa penggunaan bahan penyaring seperti batu, arang, cengkerang dan pasir sungai telah memberi kesan kepada kualiti air sampel walaupun masih terdapat ketidakcapaian piawaian yang ditetapkan.

## 6.0 RUJUKAN

- Ang Kean Hua (2015). “Kualiti Sumber Air Di Malaysia: Satu Analisis”. GEOGRAFIA Online Malaysia Journal of Society and Space 11 Issue 6 (104). UPM, Selangor.
- Baker, L.A.; Martin (2007). "Nanotechnology in Biology and Medicine: Methods, Devices and Applications". *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 9: 1–24.
- Brand, R. A. (2010). "Biographical Sketch: Otto Heinrich Warburg, PhD, MD". *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 468 (11): 2831–2832.
- Covington, A. K.; Bates, R. G.; Durst, R. A. (1985). "Definitions of pH scales, standard reference values, measurement of pH, and related terminology" (PDF). *Pure Appl. Chem*. 57 (3): 531–542. Dilayari di <https://ms.wikipedia.org/wiki/PH>.
- Glater, J. (1998). "The early history of reverse osmosis membrane development". *Desalination*. 117: 297–309.
- Harry Futselaar, Henk Schonewille, Harry van Daltsen (2003). *Ultrafiltration Technology For Potable, Process And Waste Water Treatment*. NORIT Membrane Technology. Netherlands.

Urquhart, Leonard Church, (1959). Civil Engineering Handbook. McGraw-Hill Book Company. m/s. 8-2.

Wilson, James Robert (1995), A collector's guide to rock, mineral & fossil localities of Utah, Utah Geological Survey, pp. 1–22, ISBN 1557913366.

### **Lamang Sesawang**

<http://prpm.dbp.gov.my/cari1?keyword=keberkesanan>

<http://www.utusan.com.my/berita/nasional/aktiviti-pembalakan-cemari-sungai-besen-1.187162#ixzz4nd3Zs812>

<https://www.syabas.com.my/press-release/loji-rawatan-air-lra-sungai-semenyih-ditutup-semula-akibat-pencemaran-air-sungai>

[http://ww1.utusan.com.my/utusan/info.asp?y=2011&dt=0329&pub=Utusan\\_Malaysia&sec=Utara&pg=wu\\_01.htm#ixzz4ndPUAjwa](http://ww1.utusan.com.my/utusan/info.asp?y=2011&dt=0329&pub=Utusan_Malaysia&sec=Utara&pg=wu_01.htm#ixzz4ndPUAjwa)

<http://kmam.moh.gov.my/public-user/drinking-water-quality-standard.html#>

<https://dribnusina.blogspot.my/2016/03/proses-rawatan-air-dan-bekalan-air-ke.html>

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/)

<http://patimineralberalkali.com/air-beralkali-keperluan-kesihatan-sepanjang-hayat/>

<http://www.mm Gazette.com/the-e-coli-in-you-dr-kamal-amzan/>