

ANALISIS PARAMETER KUALITI AIR TUAIAN HUJAN KAJIAN KES: CAMERON HIGHLANDS, PAHANG

ANALYSIS OF RAIN HARVEST WATER QUALITY PARAMETERS CASE STUDY: CAMERON HIGHLANDS, PAHANG

Roslaini Abdul Jalil¹, Nordin Sakke², Adi Jafar³, Mohamad Pirdaus bin Yusoh⁴

¹Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
Universiti Malaysia Sabah
rosse234@gmail.com

²Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
Universiti Malaysia Sabah
dinums@ums.edu.my

³Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
Universiti Malaysia Sabah
adi.jafar@ums.edu.my

⁴Institut Kajian Orang Asal Borneo (BorIIS)
Universiti Malaysia Sabah
pirdaus@ums.edu.my

Corresponding Author: Nordin Sakke (email: dinums@ums.edu.my)

Tarikh Diserah: 09 Oktober 2023
Tarikh Diterima: 30 Oktober 2023

ABSTRACT

Research on the adequacy of raw water resources is an important aspect of ensuring the continued well-being of community life. The harvesting system is also an alternative that is recommended as a measure to ensure that there is a reservoir of raw water supply for community use either for external use or internal use when the supply of treated water stops. Accordingly, the supply of quality rainwater harvesting needs to be given attention. Rainwater harvesting can be interpreted as rainwater that is collected and stored in a container for external use such as washing and watering plants. However, the unbalanced development that takes place nowadays has had a great impact on the quality of rainwater harvesting which will be detrimental not only to the community but also to the country in the long term. Previous studies have shown that there is a need to study and examine the quality of rainwater harvested to determine the suitability of this rainwater before it can be used. Therefore, this study was carried out to examine and evaluate the quality of rainwater harvesting based on the Water Quality Index (IKA) issued by the Department of Environment for the Cameron Highlands area, Pahang. Water quality parameters namely NH³N, BOD, and some Heavy Metal parameters (Cd, Pb, Fe, and Mn) are used in this analysis. This study has used two main methods, namely by taking rainwater samples in three different areas in the study area, namely urban areas, settlements, and agriculture. Second, surveys and questionnaires were conducted involving 70 respondents from the local community. Analysis of water quality parameters for NH³N found that all rainwater samples taken in the wet

season are indeed unsafe to use because of the very high NH_3N content ($>1.5mg/l$) compared to samples taken in the dry season. As for the BOD analysis, it was found that the level of BOD content in the water sample was high and not suitable for use as a source of drinking water in both seasons ($>6 mg/l$). Meanwhile, the results of the analysis of the community's perception related to the quality of rainwater found that residents agree with unbalanced development that can affect the quality of rainwater. Therefore, controlled and planned development can help to ensure that rainwater harvesting in the future will be of better quality.

Keywords: Rain Harvesting, Alternatives, Parameters, IKA, NH_3N , BOD, Heavy Metals

ABSTRAK

Penelitian terhadap kecukupan sumber air mentah merupakan satu aspek yang penting dalam memastikan kesejahteraan kehidupan masyarakat yang berterusan. Sistem penuaian juga merupakan satu alternatif yang disarankan sebagai langkah untuk memastikan terdapat takungan bekalan air mentah bagi kegunaan masyarakat sama ada bagi kegunaan luaran mahupun kegunaan dalaman ketika bekalan air terawat terhenti. Sehubungan itu, bekalan air tuaian hujan yang berkualiti perlu diberikan perhatian. Air tuaian hujan dapat ditafsirkan sebagai air hujan yang dikumpul dan ditadah dalam sesuatu bekas untuk kegunaan luaran seperti membasuh dan penyiraman tanaman. Namun, pembangunan secara tidak seimbang yang berlaku pada masa kini telah memberikan impak yang besar terhadap tahap kualiti air tuaian hujan yang akan merugikan bukan sahaja kepada masyarakat tetapi juga negara untuk jangka masa panjang. Kajian lepas menunjukkan wujud keperluan untuk mengkaji dan meneliti tahap kualiti air tuaian hujan bagi menentukan tahap kesesuaian air hujan ini sebelum boleh digunakan. Oleh itu, kajian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk meneliti dan menilai tahap kualiti air tuaian hujan berdasarkan kepada Indeks Kualiti Air (IKA) yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar bagi kawasan Cameron Highlands, Pahang. Parameter kualiti air iaitu NH_3N , BOD dan beberapa parameter Logam Berat (Cd, Pb, Fe, dan Mn) digunakan dalam analisis ini. Kajian ini telah menggunakan dua kaedah utama iaitu dengan mengambil sampel air hujan di tiga kawasan berbeza di kawasan kajian iaitu kawasan bandar, penempatan, dan pertanian. Kedua, tinjauan dan soal selidik telah dijalankan dengan melibatkan 70 orang responden yang terdiri daripada masyarakat setempat. Analisis parameter kualiti air bagi NH_3N mendapati kesemua sampel air hujan yang diambil pada musim lembap sememangnya tidak selamat digunakan kerana kandungan NH_3N yang sangat tinggi ($>1.5mg/l$) berbanding sampel yang diambil pada musim kering. Bagi analisis BOD pula, mendapati tahap kandungan BOD dalam sampel air adalah tinggi dan tidak sesuai digunakan sebagai sumber air minuman pada kedua-dua musim ($>6 mg/l$). Manakala, hasil analisis terhadap persepsi masyarakat berkaitan kualiti air hujan mendapati penduduk setempat bersetuju dengan pembangunan yang tidak seimbang mampu menjejaskan kualiti air hujan. Justeru itu, pembangunan yang terkawal dan dirancang mampu membantu untuk memastikan air tuaian hujan pada masa akan datang akan lebih berkualiti.

Kata Kunci: Penuaian hujan, alternatif, parameter, IKA, NH_3N , BOD, logam berat

Pendahuluan

Kisah rentetan penuaian hujan di Malaysia bermula pada awal tahun 80-an apabila mantan Perdana Menteri pada masa tersebut iaitu Dato Abdullah Ahmad Badawi telah menyarankan sistem ini diaplikasikan pada struktur bangunan kerajaan sebagai salah satu langkah menghadapi musim kemarau yang berlaku sekitar tahun 80-an (Sharifah, 2011). Pada tahun 1999, Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) telah mengambil inisiatif untuk mengeluarkan garis panduan awam sebagai pelan awal kepada masyarakat untuk mempraktikkan sistem penuaian hujan ini dalam kehidupan seharian. Tambahan lagi, sistem ini adalah tidak asing bagi masyarakat yang menetap di kawasan luar bandar, berikutan sistem penuaian hujan ini telah digunakan secara tradisional di kalangan meraka sejak berabad lama. Hal ini, bukan sahaja tertumpu pada masyarakat Malaysia sahaja malah dapat diteliti, bahawa masyarakat seantero dunia juga telah didedahkan dengan sistem ini dari awal seperti masyarakat dari Negara China, India, Turki dan sebagainya. Laporan *Texas Water Development Board 2005* menyatakan sistem penuaian hujan ini telah wujud sejak 6000 tahun dahulu lagi di Negara China berdasarkan sumber arkeologi. Idea penakungan ir hujan ini mula dilihat berkembang ke negara-negara lain seperti India, Jepun, Africa, Indonesia dan sebagainya.

Dapat dilihat, secara asasnya sistem penuaian hujan ini mampu dimanfaatkan dalam kehidupan manusia berikutan kebolehan sistem ini yang mempunyai kekuatan dalam menyediakan jaringan takungan air untuk kegunaan masyarakat. Sistem ini yang dilengkapi rangka asas seperti catchment, gutter, tapisan, saluran, takungan dan paip sebagai titik terakhir adalah satu sistem lengkap dalam menyalurkan laluan air daripada permukaan tadahan terus kepada “kepentingannya”. Elemen-elemen asas yang di seharusnya ada bagi melengkapi sistem penuaian hujan ini adalah seperti kawasan tadahan, saluran, tapisan, dan takungan. Hasil positif daripada penakungan air hujan ini dapat dilihat melalui kepentingan sistem penuaian hujan ini yang memberikan alternatif terhadap kekurangan sumber bekalan air domestik kepada masyarakat untuk kegunaan luaran seperti siraman tanaman, bekalan air haiwan ternakan, perikanan dan sebagainya. Sebagai contoh, kajian ke atas masyarakat di Syrian Desert dapat menikmati keperluan air yang mencukupi untuk kegunaan penduduk pada musim kering (Mohammad Bakir & Liang, 2004) dan melalui langkah ini, masyarakat setempat dapat menggunakan air yang disediakan bagi tujuan domestik di samping untuk mengairi tanaman dan keperluan binatang ternakan (Bakir & Ren, 2004).

Dalam menrekommendasikan air takungan hujan ini untuk kegunaan dalaman terutamanya untuk tujuan minuman, banyak faktor yang harus diteliti dan dianalisis terutamanya faktor kualiti air tuaian hujan tersebut. Malah kajian berkaitan air hujan yang dijalankan di Malaysia lebih tertumpu kepada kualiti air hujan sahaja tanpa disertakan dengan saranan penggunaan air hujan sebagai minuman. Antara negara yang sedang giat menjalankan kajian dan penyelidikan penggunaan semula air ini sebagai bekalan air minuman seperti Singapura dan Sweden (Wardah Tahir et al., 2009). Christopher et al. (2009), dalam kajiannya menyatakan bahawa penduduk di sebahagian kawasan Philadelphia dibenarkan menggunakan air hujan sebagai air minuman selepas rawatan UV dan klorin dijalankan. 47 peratus daripada air hujan yang ditakung oleh penduduk di Virginia digunakan untuk memasak dan minuman (Tamim & Gowland, 2008). Dalam kajian di Malaysia pula, masyarakat yang masih menggunakan air hujan dalam kehidupan ini mendiami kawasan luar bandar yang sukar dihubungkan dengan bandar utama seperti pedalaman Sabah ataupun Sarawak (NAHRIM, 2012).

Kawasan Kajian

Kawasan kajian bagi kajian ini ialah di Daerah Cameron Highlands yang terletak di kordinat 4.5° U 101.4° T bagi Negeri Pahang. Kawasan ini yang terletak pada putara ketinggian 1,829 meter dari aras laut menyebabkan kawasan ini mengalami suhu yang agak sejuk dan nyaman iaitu antara 13°C hingga 18°C. Dinyatakan bahawa bilangan penduduk di Cameron Highlands pada tahun 2010 ialah seramai 34,510 orang dan telah meningkat kepada 35,075 orang pada tahun 2012 (MDCH, 2013). Secara umumnya, Cameron Highlands mempunyai kawasan seluas 71,218 hektar yang terdiri daripada kawasan hutan simpan, kawasan perindustrian, kawasan penempatan, kawasan komersial, kawasan pertanian dan sebagainya. Sektor pertanian adalah penyumbang utama kepada peningkatan ekonomi dan pembangunan bagi kawasan kajian melalui tanaman teh, sayuran, bunga dan buah-buahan yang dieksport ke negara luar seperti Singapura dan China.

Bagi mendapatkan data yang relevan kawasan pengambilan sampel telah dibahagikan kepada tiga bahagian utama iaitu kawasan bandar, penempatan dan kawasan pertanian. Bekas tadahan di tempatkan di kawasan Brinchang bagi memperolehi sampel bagi mewakili kawasan bandar. bagi mewakili kawasan penempatan pula, bekas tadahan ditempatkan di bahagian Tanah Rata yang mempunyai kawasan tumpuan penduduk yang lebih tinggi. Seterusnya, bekas tadahan juga ditempatkan di kawasan Kampung Raja yang mempunyai pelbagai jenis tanaman dalam kuantiti yang banyak bagi mewakili kawasan pertanian. Manakala, bagi mendapatkan sampel untuk menunjukkan perbezaan sela masa, tadahan di kawasan lapang (padang sekolah) telah dijalankan. Hal ini bertujuan untuk mengurangkan pengaruh bahan/benda sekeliling terhadap sampel kajian. Pengambilan sampel kajian telah dijalankan pada tahun 2013 dan 2014 iaitu pada musim kering dan musim lembap. Jadual 1 menunjukkan kedudukan lokasi sampel kajian diambil menggunakan nilai latitud dan longitud daripada *Google Map* bagi Daerah Cameron Highlands dan kawasan cerapan.

Jadual 1: Lokasi Stesen-stesen Persampelan Penuaian Hujan

Stesen	Lokasi Persampelan		
	Latitud	Longitud	Lokasi
Bandar	4.492645	101.389238	Balai Bomba, Brinchang
Penempatan	4.465809	101.383989	Puncak Arabella Apartment, Tanah Rata
Pertanian	4.503363	101.407030	Pusat Jualan, Kea Farm
Sela Masa	4.470706	101.379055	Taman Awam, Tanah Rata

Sumber: Kajian Lapangan 2013

Metodologi Kajian

Data – Kajian ini melibatkan pengumpulan data primer yang diperolehi melalui analisis sampel air hujan juga akan dijalankan bagi menilai tahap kualiti air hujan yang diterima oleh kawasan kajian. Seterusnya, pengedaran borang soal selidik juga dijalankan bagi mengenalpasti dan menilai pendapat dan pandangan penduduk kawasan kajian terhadap tahap kualiti air tuaian hujan.

Manakala, data sekunder pula adalah data yang diperolehi daripada jabatan kerajaan dan agensi swasta, rujukan perpustakaan, jurnal dan prosiding yang dijadikan sebagai data tambahan dalam kajian ini. Diantaranya adalah data berkaitan jumlah penduduk Cameron Highlands, data hujan bulanan dan harian, data kualiti air, data kapasiti penggunaan air oleh penduduk, data punca sumber air dan sebagainya.

Dapatan Kajian

Ammonia Nitrogen

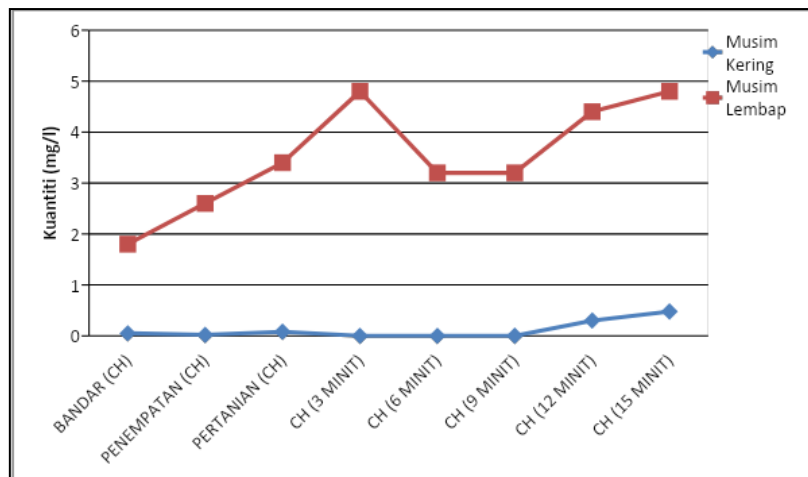
Penggunaan baja bukan organik seperti *Urea*, *Christmas Island Rock Phosphate* (CIRP), *Kieserite*, dan *Muriate of Potast* (MOP) yang meluas dalam aktiviti pertanian di kawasan kajian adalah antara faktor yang meningkatkan kandungan NH_3N dalam sumber air di kawasan kajian. Pelepasan baja ini dengan cara semburan atasan akan menyebabkan bahan NH_3N ini melitupi permukaan daun tumbuhan serta bangunan selain akan meninggalkan kesan keasidan pada tanah. Tambahan lagi, penggunaan baja ini dalam jangka masa panjang boleh mencemarkan bekalan air bawah tanah (Spellman, 2008).

Jadual 2 menjelaskan bahawa kandungan NH_3N berada pada aras yang tinggi apabila tiba musim lembap berbanding pada musim kering. Bagi kawasan kajian, sampel kawasan bandar dan kawasan pertanian dengan nilai masing-masing 0.1 mg/l bagi NH_3N pada musim kering dan meningkat kepada 1.8 mg/l (bandar) dan 3.4 mg/l (pertanian) pada musim lembap. Manakala, sampel kawasan penempatan pula adalah *over-range* (melebihi 0.50 mg/l) pada musim kering dan nilai NH_3N ini masih juga tinggi pada musim lembap iaitu 26 mg/l. Bagi sampel sela masa pula, hanya sampel pada minit ke-12 (0.3 mg/l) dan minit ke-15 (0.5 mg/l) sahaja yang rendah pada musim kering berbanding sampel sela masa yang lain. Sampel sela masa pada minit ke-3 dengan nilai 4.8 mg/l adalah nilai NH_3N yang tertinggi bagi hasil analisis NH_3N pada musim lembap.

Keadaan panas terik (sebelum hujan) telah menyebabkan lebih banyak kandungan NH_3N yang terhasil daripada baja dan racun tanaman ini terbebas dan terapung di udara dan seterusnya akan terpeluap bersama wap-wap air dan turun bersama hujan. Menurut Spellman (2008), keadaan suhu sekeliling turut memberi pengaruh kepada nilai NH_3N yang terdapat pada badan air. Apabila suhu tinggi, aras NH_3N akan menurun. Tambahan lagi, kawasan pertanian, pembangunan dan perumahan yang dibina berhampiran sungai juga menjadi faktor semakin banyak terdapatnya kandungan NH_3N dalam badan air. Hal ini kerana, pelepasan sisa-sisa tercemar daripada aktiviti ini terus kepada badan air tanpa rawatan sememangnya telah memusnahkan dan mengganggu kualiti sumber air.

Berdasarkan Standard Kualiti Air Minuman Kebangsaan yang perlu dipatuhi bagi bekalan air minuman, nilai NH_3N yang selamat dalam badan air adalah kurang dari 1.5 mg/l bagi bekalan air mentah dan air yang telah dirawat. Daripada hasil analisis, kesemua sampel air hujan yang diambil di kawasan kajian pada musim lembap sememangnya tidak selamat digunakan untuk kegunaan air mentah mahupun air terawat kerana kandungan NH_3N yang sangat tinggi. Bekalan air hujan ini perlu dirawat terlebih dahulu sebelum boleh dijadikan sebagai sumber bekalan air. Namun, sampel air hujan yang diambil pada musim kering boleh digunakan sebagai sumber bekalan air kerana aras NH_3N tidak melepasi tahap yang ditetapkan kecuali sampel yang diambil di kawasan penempatan dan sampel sela masa bagi minit ke-3, minit ke-6 dan minit ke-9 yang mendapat hasil analisis NH_3N - *over-range* (Jadual 2 dan Rajah 1).

Rajah 1: Nilai Analisis NH_3N Bagi Sampel Kajian Berdasarkan Musim Kering dan Musim Lembap



Sumber: Kajian Lapangan (2014)

Jadual 2: Nilai NH_3N Air Hujan Bagi Musim Kering dan Musim Lembap

Kawasan cerapan	Musim Kering	Musim Lembap
Bandar (CH)	0.1	1.8
Penempatan (CH)	Over-range*	2.6
Pertanian (CH)	0.1	3.4
CH (3 minit)	Over-range*	4.8
CH (6 minit)	Over-range*	3.2
CH (9 minit)	Over-range*	3.2
CH (12 minit)	0.3	4.4
CH (15 minit)	0.5	4.7

*OVER-RANGE: melebihi "limit specified" bagi analisis

Sumber: Kajian Lapangan (2014)

Pemintaan Oksigen Biokimia (BOD)

Pemintaan Oksigen Biokimia (BOD) digunakan bagi menentukan jumlah oksigen relatif yang diperlukan oleh organisma hidup khususnya bakteria bagi menguraikan bahan-bahan organik secara semula jadi di dalam air. Semakin banyak oksigen yang digunakan oleh mikroorganisma untuk mengurai bahan organik di dalam air, semakin tinggi nilai BOD yang diperolehi (Gerald et al., 1995). Hal ini memperlihatkan bahawa tahap pencemaran air tersebut juga adalah tinggi (Mohd Nor, 2003). Kandungan NH_3N yang tinggi di dalam air juga akan mempengaruhi aras BOD air tersebut di mana kandungan NH_3N akan menyebabkan nilai BOD semakin tinggi.

Analisis BOD ini hanya dilakukan semasa sampel cerapan pada musim lembap. Daripada analisis yang telah dijalankan mendapati tahap kandungan BOD dalam sampel air adalah tinggi dan tidak sesuai digunakan sebagai sumber air minuman. Antara faktor yang turut mempengaruhi kandungan BOD ini adalah pembuangan sampah sarap dan sisa tanaman oleh pihak tidak bertanggungjawab ke dalam sungai. Pembinaan perumahan setinggan di kawasan pinggir sungai juga dapat dilihat dengan jelas di kawasan Cameron Highlands. Sisa-sisa tercemar daripada perumahan setinggan dilepaskan ke dalam sungai tanpa rawatan telah menjejaskan tahap kebersihan air sungai. Perumahan setinggan ini yang dibina di kawasan pedalaman menyebabkan pemantauan oleh pihak berkuasa sukar dijalankan.

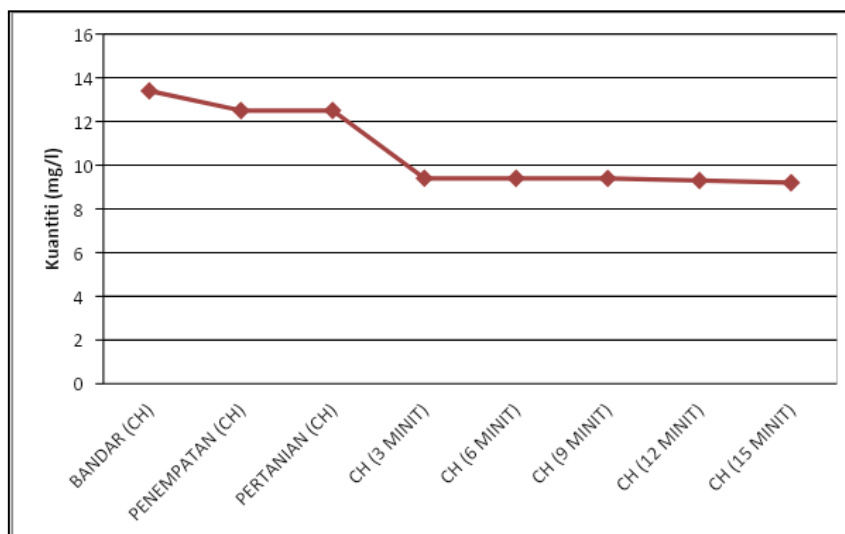
Berdasarkan Jadual 3, nilai BOD dalam semua sampel kajian adalah tinggi. Bagi kawasan fokus, sampel kawasan bandar telah menjadi nilai tertinggi iaitu 13.4 mg/l berbanding kawasan penempatan dan kawasan pertanian yang masing-masing adalah 12.5 mg/l. Manakala, nilai BOD dalam sampel sela masa pula tidak menunjukkan perbezaan yang ketara antara sela masa yang diambil. Nilai BOD bagi kesemua sampel ini hanyalah dalam lingkungan 9.2 mg/l hingga 9.4 mg/l. Nilai ini dilihat menurun dari minit ke-3 (9.4 mg/l) menjadi 9.2 mg/l pada minit ke-15 dan dianggarkan kandungan BOD ini terus menurun pada minit hujan yang seterusnya.

KKM telah menetapkan bahawa aras BOD dalam sumber air mentah adalah antara 0 hingga 6 mg/l dan kandungan BOD tidak seharusnya ada dalam bekalan air yang telah dirawat. Hasil analisis menunjukkan, kesemua sampel kajian telah memperoleh nilai BOD yang tidak sesuai dijadikan air mentah dan air terawat. Air hujan yang diambil haruslah mendapatkan rawatan susulan bagi membolehkan air hujan ini digunakan dalam kehidupan.

Jadual 3: Nilai BOD Air Hujan Bagi Musim Lembap

Kawasan cerapan	Musim Lembap
Bandar (CH)	13.4
Penempatan (CH)	12.5
Pertanian (CH)	12.5
CH (3 minit)	9.4
CH (6 minit)	9.4
CH (9 minit)	9.4
CH (12 minit)	9.3
CH (15 minit)	9.2

Sumber: Kajian Lapangan (2014)

Rajah 2: Nilai Analisis BOD Sampel Kajian Bagi Musim Lembap

Sumber: Kajian Lapangan (2014)

Logam Berat

Beberapa parameter logam berat seperti Cd, Pb, Fe, dan Mn turut dianalisis dalam kajian ini bagi membolehkan sampel kajian ini dinilai berdasarkan standard yang digunakan bagi tujuan air minuman. Bagi menentukan kandungan logam berat ini, sampel telah dianalisis menggunakan ICP-OES menggunakan standard 1 hingga 5. Hasil analisis mendapati tidak terdapat sebarang kandungan logam berat yang diperoleh daripada sampel musim kering. Namun, hasil yang berbeza telah diperoleh daripada sampel musim lembap. Parameter Fe dan Mn telah dikesan berada dalam sampel musim lembap. Sampel air hujan pada sela masa minit ke-3 adalah 0.024 ppm bagi parameter Fe dan nilai 0.004 ppm bagi parameter Mn. Seterusnya nilai 0.009 ppm bagi parameter Fe juga diperoleh daripada sampel air hujan bagi sela masa pada minit ke-6. Hasil bagi sampel yang selebihnya juga tidak mendapati sebarang kandungan logam berat dalam sampel tersebut.

Analisis Kesan dan Punca Penurunan Kualiti Air di Camaeron Highlands

Bagi pandangan dan persepsi responden terhadap kesan dan punca yang boleh memberikan pengaruh terhadap sumber air di kawasan kajian hanya menggunakan analisis frekuensi (analisis peratusan).

Berdasarkan Jadual 4 menunjukkan dapatan kajian terhadap pandangan responden berkaitan kesan yang boleh mempengaruhi sumber air yang berlaku di kawasan kajian serta faktor-faktor utama yang menyumbang kepada kesan yang dinyatakan. Daripada empat kesan utama yang diberikan, responden telah menyatakan bahawa kesan hakisan tanah adalah impak utama yang akan mempengaruhi sumber air dengan peratusan sebanyak 71 peratus. Hakisan tanah yang berlaku boleh menyebabkan gangguan kepada punca sumber air ataupun dikenali sebagai mata air seperti punca sumber air menjadi kering di samping takungan air di kawasan empangan menjadi keruh disebabkan kepekatan sisa terampai dalam takungan air tersebut. Manakala, 67 peratus daripada responden menyatakan kesan tanah runtuh yang sering kali terjadi di sekitar Cameron Highlands adalah punca utama yang mengganggu sumber air bagi kawasan kajian. Kejadian tanah runtuh yang berlaku kadang kala akan

menyebabkan runtuh tanah yang merangkumi sebahagian besar kawasan lereng bukit dan akan mengangkut bahan-bahan di lereng bukit seperti tanaman, tanah, batu dan sebagainya masuk ke kawasan takungan air. Sisa bawaan yang bersaiz besar ini boleh menyebabkan paip bekalan air tersumbat dan menyebabkan halangan bagi bekalan air berlaku. Sisa tanaman ini turut menyebabkan tahap kebersihan bekalan air menurun.

Seterusnya, kesan yang juga boleh mempengaruhi sumber air berdasarkan pendapat penduduk ialah pencemaran air dan pendedahan sungai dengan peratusan yang sama iaitu 52 peratus. Aliran air yang berhubung antara satu sama akan menyebabkan pencemaran air yang berlaku di sebatang sungai akan merebak kepada sungai yang lain di samping turut memberikan kesan kepada kawasan empangan air. Tambahan lagi, kejadian pencemaran air sungai sememangnya merupakan kejadian yang telah berlaku sejak awal tahun 20-an lagi di Cameron Highlands akibat daripada penggunaan baja tanaman dan racun serangga dalam aktiviti pertanian di sana (PPCH, 2010). Manakala, penolakan tanah ke dalam kawasan sungai bagi pembinaan infrastruktur ataupun pembukaan tanah pertanian juga merupakan antara masalah yang sering berlaku sehinggakan menjejaskan sumber air. Berdasarkan tinjauan yang dilakukan sepanjang kajian, Sungai Ikan di kawasan Kampung Raja merupakan antara sungai yang semakin terjejas akibat pendedahan sungai kesan daripada pembinaan blok-blok kediaman yang sedang dibangunkan.

Bagi punca kepada pencemaran air, responden telah memilih sisa terampai yang terdiri daripada pasir, tanah, lumpur dan sebagainya sebagai punca utama yang mencemarkan sumber air dengan peratusan sebanyak 36 peratus. Manakala punca seterusnya iaitu sampah dan sisa tanaman adalah sebanyak 34 peratus serta baja dan racun serangga sebagai punca sebanyak 30 peratus. Seterusnya, punca kepada hakisan tanah telah didominasi oleh aktiviti pembukaan tanah yang berleluasa di sekitar kawasan kajian sebagai punca utama dengan jumlah 63 peratus. Isu ini juga telah dibincangkan oleh Mohd Suhaily Yusri et al., (2001) yang menyatakan bahawa aktiviti pembukaan tanah sama ada dari aktiviti pembinaan rumah/hotel mahupun tanah pertanian telah menyebabkan Tasik Habu kehilangan keupayaan bagi menampung air akibat pendedahan bahan hakisan tanah ke dalam tasik tersebut. Punca kedua pula ialah masalah pembalakan dengan peratusan sebanyak 37 peratus.

Punca kepada masalah tanah runtuh di kawasan kajian berlaku kerana masalah pembukaan tanah bagi aktiviti pertanian ataupun aktiviti pembinaan bangunan yang baru dibina dengan nilai 48 peratus. Punca seterusnya ialah pembangunan yang sedia ada dengan nilai 24 peratus diikuti oleh faktor hujan berterusan di kawasan kajian dengan nilai 28 peratus. Masalah pendedahan sungai pula disebabkan oleh sisa terampai dan sisa tanaman yang banyak memasuki sungai dengan peratusan yang sama iaitu sebanyak 34 peratus. Punca seterusnya iaitu sampah sarap pula adalah sebanyak 33 peratus. Permukaan kawasan terdedah dan ditambah dengan keadaan hujan yang berterusan telah menyebabkan proses hakisan lebih mudah berlaku iaitu 5 hingga 15 kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan musim kering dan ini seterusnya akan menambahkan enapan di dalam sungai dan tasik di sekitarnya (Liang, 2011).

Jadual 4: Kesan dan Punca Mempengaruhi Sumber Air

Pembolehubah Kesan	Punca	Peratus (%)
Pencemaran Air	Sisa Terampai	52
	Sampah/ Sisa tanaman	36
	Baja/ Racun	34
		30
Hakisan Tanah		71
	Pembalakan	37
	Pembukaan Tanah	63
Tanah Runtuh		67
	Pembangunan	24
		48
Pemandapan Sungai	Hujan Berterusan	28
		52
	Sampah	33
	Sisa terampai	34
	Sisa tanaman	34

Sumber: Kajian Lapangan, 2014

Kesimpulan

Peningkatan dalam pelbagai aktiviti seperti pertanian, pembangunan, hospitaliti dan sebagainya di kawasan Cameron Highlands sememangnya telah memberikan kesan yang tidak baik terhadap alam sekitar. Pembangunan yang dijalankan ini nyata telah memberikan faktor tambahan terhadap masalah pembahagian sumber bekalan air di kawasan Cameron Highlands berikutan terdapat kawasan tadahan hujan yang diceroboh untuk tujuan pembangunan. Tambahan lagi, keadaan muka bumi di kawasan kajian yang berbukit juga menyebabkan kesukaran dalam penyelenggaraan sistem perpaipan oleh pihak berkuasa berikutan mereka mengalami kesukaran untuk sampai ke kawasan yang bermasalah. Tambahan lagi, faktor kos penyelenggaraan rawatan air yang tinggi kesan daripada masalah pencemaran sungai oleh sisa racun dan bahan terampai yang terus meningkat dari masa ke semasa menyebabkan masalah ini semakin kritikal. Kesannya, masalah penurunan kualiti sumber air bagi kegunaan penduduk menjadi semakin membimbangkan.

Dalam konteks kajian status kualiti air pula, sumber air hujan yang diterima di kawasan kajian boleh dijadikan sumber bekalan air mentah berdasarkan piawaian yang dikeluarkan oleh KKM. Nilai analisis parameter air yang diperolehi adalah melebihi piawaian yang digariskan. Daripada hasil analisis yang dijalankan, dapat dilihat air hujan bagi kawasan ini masih boleh digunakan untuk kegunaan luaran sahaja seperti membasuh pakaian, membasuh kederaaan, mengairi tanaman dan sebagainya. Justeru itu, galakan dan kempen kesedaran kepada masyarakat harus dijalankan supaya kepentingan dalam menjadikan air hujan sebagai sumber bekalan air alternatif dapat dipraktikkan dalam kehidupan masyarakat. Namun, harus diingatkan bahawa saranan penggunaan air hujan ini sebagai sumber bekalan air minuman tidak boleh diketengahkan kepada masyarakat. Hal ini kerana, tahap kebersihan air hujan di kawasan Cameron Highlands tidak menepati aras yang dibenarkan untuk bekalan air minuman. Air tuaian hujan yang dikumpul perlu mendapatkan rawatan lanjut dengan lebih terperinci supaya dapat dijadikan air minuman. Tambahan lagi, penelitian dan analisis yang

lebih terperinci dan menyeluruh perlu dilakukan terhadap air hujan ini supaya kandungan yang terdapat dalam komposisi hujan tidak mendatangkan kesan terhadap kesihatan pengguna.

Secara kesimpulannya, walaupun 70 peratus bumi dilitupi permukaan air namun, hanya 3 peratus sahaja adalah sumber air tawar yang boleh digunakan oleh manusia. Sumber air tawar ini yang terdiri daripada air bawah tanah, sungai, tasik, termasuklah air hujan. Namun, sejak kebelakangan ini terdapat banyak laporan media sosial yang menyatakan sumber bekalan air ini telah mengalami penurunan tahap kuantiti dan kualitinya berikutan impak-impak negatif yang berlaku di sekitarnya. Oleh itu, kesedaran terhadap kepentingan penjagaan sumber air ini harus dipertingkatkan lagi dalam kalangan masyarakat tanpa membezakan peringkat generasi supaya kesedaran ini dapat diperturunkan dari generasi ke generasi lain berikutan sumber air ini sangat diperlukan pada masa hadapan. Tambahan lagi, peningkatan terhadap jumlah penduduk negara, aktiviti perindustrian yang semakin berkembang, sektor perumahan dan taraf hidup yang semakin tinggi juga membawa kepada permintaan air yang semakin bertambah dari masa ke semasa. Justeru itu, langkah pemuliharaan dan kempen kesedaran harus dijalankan dengan segera dan berterusan.

Rujukan

Artikel Jurnal

- Christoper, D., Farahbakhsh, K., & Leidl, C. (2009). *Assessment of rainwater quality from rainwater harvesting systems in Ontario, Canada*. Journal of water supply: research and technology- aqua, 58(2): 117- 125
- Gerald, J.T., Johnson, R., & Hart, B.T. (1995). *Microbiology: an introduction*. (5th edition). Redwood City, California: The Benjamin Cunming Publishing
- Krishna, H. J. (2005). *The Texas Manual on Rainwater Harvesting*, Texas Water Development Board
- Kumar, M.D, Patel, A., Ravindranath, R., & Singh, O.P. (2008). *Chasing a mirage: water harvesting and artificial recharge in naturally water-scarce regions*. Economic & Political Weekly
- Kumar M.D, Patel A., & Singh O.P. (2009). *Rainwater harvesting in the water-scarce regions of India: potential and pitfalls*. IWMI-TATA Water Policy Programs, Beranas Hindu University: India
- Mohammad Bakir & Liang, R.L. (2004). *Rainwater techniques in the Syrian desert (Badia Basin)*. College of water resources & environment. China: Hohai University
- Mohamad Norhafis Ngamar. (2010). *Impak pembangunan terhadap kualiti air sungai pontian kecil, Daerah Pontian, Johor*. Tesis Geografi Universiti Pendidikan Sultan Idris yang tidak diterbitkan

- Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah, Mazdi Marzuki & Hj. Abdul Jalil Hj. Ishak. (2001). *Projek penyelidikan kajian impak pembangunan terhadap alam sekitar di Cameron Highlands*. Tanjong Malim: Universiti Pendidikan Sultan Idris
- Nasir Nayan, Mohmadisa Hashim, Mohd Hairy Ibrahim & Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah. (2009). *Perubahan gunatanah dan tahap kualiti air sungai di Bandaraya Ipoh, Perak*. Malaysian Journal of Environment Management, 10(2) (2009): 115-134
- Nasir Nayan, Mohmadisa Hashim, Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah, Yazid Saleh & Kamarul Ismail. (2014). *Analisis kualiti air tasik di Negeri Perak bagi aktiviti rekreasi sukan air*. Tanjong Malim: Universiti Pendidikan Sultan Idris
- Nor Rohaizah Jamil, Mohd Ekhwan Toriman, Mushrifah Idris & Lim Wei Jing. (2010). *Pengaruh kanopi hutan sekunder terhadap kadar pintasan bagi kitaran hidrologi di Tasik Chini, Pahang, Malaysia*. Journal Sains Malaysia 39 (2) (2010): 181-187. Fakulti Sains & Teknologi. Bangi: UKM
- Sharifah Haslinda. (2011). *Analisis keberkesanan sistem penapaian air hujan di zoo Negara, Hulu Kelang, Selangor*. Fakulti Kejuruteraan Awam: Universiti Teknologi Malaysia
- Spellman, F. R. (2008). *The science of water: Concepts and applications*. New York: CRC Press (Spellman, F.R)
- Tamin, Y. & Gowland, D. (2008). *Feasibility of rainwater harvesting BMP for stormwater management*. Virginia: Final Report, Virginia Water Resources Research Center
- Wardah Tahir, Zaidah Ibrahim & Suzana Ramli. (2009). *Geostationary meteorological satellite-based quantitative rainfall estimation (GMS-Rain) for flood forecasting*. Malaysian Journal of Civil Engineering, Vol 21 (1): 1-16 (2009)
- Zainal Abidin Md Yusof. (2005). *Impak aktiviti guna tanah ke atas kualiti air di lembangan sungai Batu Pahat, daerah Batu Pahat, Johor*. Projek penyelidikan Ijazah Sarjana Pengurusan Persekitaran Universiti Kebangsaan Malaysia yang tidak diterbitkan
- Zhang, Z. & Xu, Z. (2009). Rough set method to identify key factors affecting precipitation in Lhasa. *Stochastic environmental research and risk assessment*, Vol 23: 1181-6