

Kajian Kes: Kajian Kualiti Air antara Air Bukit, Air Paip, dan Air Bawah Tanah untuk Kegunaan Harian

Adriana Syafiqah Saiful Nizam¹, Ahmad Fahim Qayyum Faizul¹, Nurqistina Balqis Ibrahim¹, Masiri Kaamin^{1*}

*1 Department of Civil Engineering, Centre for Diploma Studies
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh, 84600, Malaysia*

*Pengarang Utama: masiri@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2026.07.01.014>

Maklumat Artikel

Diserah: 1 Oktober 2025

Diterima: 30 November 2025

Diterbitkan: 15 Januari 2026

Kata Kunci

sumber air, air paip, air bukit, air bawah tanah, kualiti air, musim tengkujuh, piawaian kualiti air

Abstrak

Sumber air seperti air paip, air bukit dan air bawah tanah sangat penting untuk menyokong aktiviti harian seperti pertanian, kegunaan domestik dan perindustrian. Namun, pelbagai aktiviti manusia telah menyumbang kepada pencemaran sumber-sumber ini, sekali gus menjejaskan kualiti air secara semula jadi dan mewujudkan risiko kepada kesihatan serta alam sekitar. Kajian ini dijalankan bagi menilai tiga sumber air tersebut yang digunakan oleh penduduk Kampung Lubok Bongor khususnya pada musim tengkujuh. Sampel air dikumpulkan dan dianalisis menggunakan empat parameter utama iaitu pH, DO, COD, dan AN berdasarkan Piawaian Kualiti Air Negara. Hasil kajian menunjukkan bahawa air paip mencatatkan kualiti air yang tertinggi dengan klasifikasi "cemerlang", manakala air bukit dan air bawah tanah berada dalam kategori "baik" kerana mencatat nilai COD yang melebihi standard. Secara keseluruhan, keputusan kajian menunjukkan bahawa semua sumber air masih sesuai digunakan tetapi perlu dipantau secara berkala bagi memastikan kualitinya terpelihara.

Keywords

water sources, piped water, hill water, groundwater, water quality, monsoon season, water pollution

Abstract

Water sources such as piped water, hill water, and groundwater are essential for supporting daily activities such as agriculture, domestic use, and industrial purposes. However, various human activities have contributed to the pollution of these sources, thereby affecting the natural quality of water and posing risks to health and the environment. This study was conducted to assess the three water sources used by the residents of Kampung Lubok Bongor, particularly during the monsoon season. Water samples were collected and analyzed based on four main parameters: pH, DO, COD, and AN, following the National Water Quality Standards. The findings revealed that piped water recorded the highest water quality with an "excellent" classification, while hill water and groundwater fell under the "good" category due to COD values exceeding the standard. Overall, the findings indicate that all water sources are still suitable for use but require regular monitoring to ensure their quality is maintained.

1. Pengenalan

Air merupakan komponen asas kepada semua kehidupan di bumi dan memainkan peranan penting dalam menyokong sistem ekologi global [1]. Ia digunakan secara meluas oleh manusia, haiwan dan tumbuh-tumbuhan dalam pelbagai aktiviti harian seperti pertanian, perindustrian dan keperluan domestik [2]. Di Malaysia, terdapat pelbagai sumber air yang digunakan oleh masyarakat. Namun, setiap sumber ini mempunyai perbezaan dari segi kandungan mineral, tahap pencemaran dan kualiti mikrobiologi [3]. Walaupun air bukit sering dianggap semula jadi dan bersih, ia berisiko dicemari bahan kimia, bakteria dan virus ketika mengalir melalui kawasan yang tercemar [4]. Begitu juga dengan air bawah tanah yang mudah terjejas akibat aktiviti manusia seperti pertanian dan perindustrian [5], manakala air paip walaupun dirawat, mungkin masih mengandungi sisa bahan kimia jika tidak dipantau dengan teliti [6].

Isu pencemaran air di Malaysia semakin membimbangkan, terutama apabila melibatkan perubahan musim seperti musim tengkujuh yang mengakibatkan peningkatan kandungan logam berat dan bahan organik dalam air mentah [7]. Aktiviti manusia seperti penggunaan baja, pembuangan sisa domestik dan industri turut menyumbang kepada penurunan kualiti air [8]. Keadaan ini menjadikan pemantauan kualiti air semakin kritikal, terutamanya di kawasan luar bandar seperti Jeli, Kelantan, di mana penduduk bergantung kepada pelbagai sumber air semula jadi [9]. Ketika musim hujan, perubahan parameter kimia dan fizikal air boleh mempengaruhi kesesuaiannya untuk digunakan [10].

Empat parameter utama yang digunakan dalam kajian ini iaitu pH, Dissolve Oxygen (DO), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Ammoniacal Nitrogen (AN) adalah mencukupi untuk menilai kualiti air secara menyeluruh. Parameter pH penting bagi menentukan tahap keasidan atau kealkalian air. DO pula menunjukkan tahap ketersediaan oksigen dalam air yang diperlukan untuk kelangsungan ekosistem akuatik dan mencerminkan tahap pencemaran organik. COD mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan pencemar organik dan bukan organik, menjadikannya petunjuk utama kehadiran sisa kimia. Sementara itu, AN menandakan kehadiran bahan buangan berasaskan nitrogen yang lazimnya berpunca daripada sisa domestik, pertanian atau kumbahan, dan berpotensi menjejaskan kesihatan manusia serta ekosistem pada kepekatan tinggi. Oleh itu, keempat-empat parameter ini dipilih kerana ia mewakili penunjuk utama dari segi fizikal, kimia dan biologi untuk menilai kualiti air mengikut piawaian National Water Quality Standards (NWQS) [11][12].

National Water Quality Standards (NWQS) merupakan satu garis panduan rasmi yang digunakan di Malaysia untuk menilai sama ada sumber air berada dalam keadaan selamat dan sesuai digunakan oleh manusia serta alam sekitar. NWQS menetapkan julat nilai bagi pelbagai parameter penting seperti pH, Dissolve Oxygen (DO), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Ammoniacal Nitrogen (AN) bagi memastikan kawalan dan pemantauan kualiti air dapat dilaksanakan dengan berkesan [12]. Manakala, Water Quality Index (WQI) pula merupakan satu pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk menilai kualiti air secara menyeluruh berdasarkan nilai sub-indeks setiap parameter dan pemberat kepentingannya. Kaedah ini mula diperkenalkan oleh Brown et al. [11] dan membolehkan pelbagai bacaan parameter ditukarkan kepada satu nilai indeks yang menggambarkan tahap kualiti air seperti cemerlang, baik, sederhana, teruk atau sangat teruk. Pendekatan menggunakan WQI bersama pemberat yang diubah suai turut disokong oleh kajian Zainal dan Abustan [13], yang menyatakan bahawa penilaian kualiti air masih boleh dijalankan secara tepat meskipun hanya menggunakan empat parameter utama sekiranya pemberat dan formula disesuaikan.

2. Bahan dan Kaedah

2.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dijalankan secara manual di tiga lokasi berbeza yang mewakili setiap jenis sumber air. Sebanyak kira-kira tiga liter air telah dikumpulkan bagi setiap lokasi menggunakan bekas steril, dan ujian dilakukan dalam tempoh masa yang singkat bagi memastikan kejituan data. Lokasi spesifik bagi pengambilan sampel air adalah sampel air bukit diambil daripada aliran semula jadi di kawasan berbukit, sampel air paip diperoleh daripada sistem bekalan air berbayar yang disalurkan terus ke rumah dan manakala sampel air bawah tanah dikumpulkan daripada sumber perigi atau telaga milik penduduk setempat (Rajah 1).



Rajah 1 Sumber Air (a) Air bukit (b) Air paip (c) Air bawah tanah

2.3 Pengujian Sampel

Pengujian sampel air dilakukan berdasarkan empat parameter utama yang penting dalam menentukan tahap kualiti air iaitu pH, Dissolve Oxygen (DO), Ammoniacal Nitrogen (AN), dan Chemical Oxygen Demand (COD). Setiap parameter diuji menggunakan kaedah standard bagi memastikan ketepatan dan kejitian data yang diperoleh.

2.3.1 Ujian pH

Nilai pH diukur menggunakan pH meter digital dengan elektrod yang dicelup ke dalam 300 ml sampel air. Bacaan dicatatkan dan ujian diulang sebanyak tiga kali bagi setiap sampel untuk mendapatkan nilai purata yang lebih tepat (Rajah 2).



Rajah 2 Ujian pH

2.3.2 Ujian DO

Tahap oksigen terlarut (Dissolve Oxygen, DO) diukur menggunakan DO meter. Sebanyak 300 ml sampel air digunakan dan elektrod dikendali dengan baik agar tidak menyentuh dasar bekas semasa pengukuran. Bacaan DO direkodkan sebanyak tiga kali untuk memastikan ketepatan dan data yang konsisten (Rajah 3).



Rajah 3 *Ujian DO*

2.3.3 Ujian AN

Ammoniacal Nitrogen (AN) diuji dengan menggunakan 25 ml sampel air yang dicampurkan dengan reagen khas melalui kaedah Nessler. Bacaan dilakukan menggunakan spektrofotometer selepas campuran reagen, bagi mengenal pasti kandungan sebatian ammonia dalam sampel air (Rajah 4).



Rajah 4 *Ujian AN*

2.3.4 Ujian COD

Permintaan oksigen kimia (Chemical Oxygen Demand, COD) diukur dengan memasukkan 2 ml sampel air ke dalam vial COD yang dipanaskan menggunakan DRB200 reactor pada suhu 150 °C selama dua jam. Selepas sampel disejukkan, bacaan COD dilakukan menggunakan spektrofotometer DR6000 untuk mengukur jumlah bahan organik yang boleh diuraikan secara kimia dalam air (Rajah 5).



Rajah 5 Ujian COD

2.4 Pengiraan Indeks Kualiti Air (WQI)

Pengiraan Indeks Kualiti Air (WQI) telah diubah suai dengan hanya menggunakan empat parameter utama iaitu pH, Dissolve Oxygen (DO), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Ammoniacal Nitrogen (AN). Kaedah pengiraan ini menggunakan formula asas WQI, namun pemberat setiap parameter telah diubah suai mengikut keperluan kajian. Oleh itu, klasifikasi yang digunakan dalam kajian ini telah disesuaikan berdasarkan nilai sub-indeks (Q_i) dan pemberat (W_i) untuk keempat-empat parameter yang dipilih. Pengiraan WQI menggunakan kaedah Brown et al. (1970), iaitu:

$$WQI = \sum (Q_i \times W_i) \quad (1)$$

dengan sub-indeks (Q_i) merujuk kepada nilai setiap parameter yang ditukar kepada skala 0–100, dan pemberat (W_i) menunjukkan kepentingan relatif parameter [13]. Jadual 1 di bawah menunjukkan pemberat yang digunakan dalam kajian ini.

Jadual 1 Pemberat

Parameter	Pemberat (%)
pH	20
DO	35
AN	20
COD	25

Klasifikasi WQI juga diubah suai, mengekalkan skala 0 hingga 100, di mana nilai lebih tinggi menunjukkan kualiti air lebih baik. $WQI \geq 90$ dikategorikan sebagai cemerlang, manakala < 25 dianggap sangat teruk [13][14].

3. Data dan Analisis

Berikut ialah data yang menunjukkan nilai keputusan ujian bagi setiap sumber air iaitu air bukit, air bawah tanah dan air paip bagi parameter pH, Dissolved Oxygen (DO), Ammoniacal Nitrogen (AN) dan Chemical Oxygen Demand (COD). Jadual 2 menunjukkan nilai yang diperolehi daripada tiga sampel air. Semua parameter dianalisis termasuk indeks kualiti air bagi menentukan tahap kualiti.

Jadual 2 Keputusan Analisis Ujian

Sampel	Parameter								Indeks Kualiti Air
	pH		DO		COD		AN		
	Standard	Hasil Ujian	Standard	Hasil Ujian	Standard	Hasil Ujian	Standard	Hasil Ujian	
Air Paip	6.5 - 8.5	7.73	≥ 4	8.41	≤ 4 - 10	7	≤ 0.5	0.00	97.5, Cemerlang 74.9, Baik
Air Bawah Tanah	6.5 - 8.5	7.67	≥ 4	8.37	≤ 20	27	≤ 1	0.01	
Air Bukit	6.0 - 8.5	7.63	≥ 4	8.77	≤ 10	14	≤ 1	0.00	88.75, Baik

Ujian ke atas ketiga-tiga jenis sumber air menunjukkan bahawa semua sampel mencatatkan nilai pH yang berada dalam lingkungan selamat, iaitu antara 7.63 hingga 7.73. Ini membuktikan bahawa air tersebut tidak bersifat terlalu berasid atau terlalu beralkali dan menepati piawaian kualiti air. Penemuan ini sejajar dengan kajian oleh Kumpulan Penyelidikan Alam Sekitar (ERG, 2002), yang turut merekodkan julat pH stabil antara 7 hingga 8 bagi air bawah tanah di Terengganu pada musim hujan [14].

Bagi parameter Dissolved Oxygen (DO), ketiga-tiga sampel menunjukkan bacaan melebihi 8.3 mg/L, yang jauh melebihi nilai minimum 4 mg/L yang diperlukan. Ini menunjukkan bahawa oksigen terlarut dalam air mencukupi untuk menyokong kehidupan akuatik dan selamat untuk digunakan oleh manusia. Kajian Telis-Romero et al. (2000) turut menyatakan bahawa bacaan DO yang tinggi lazimnya berlaku di kawasan yang kurang tercemar dan mempunyai aliran air aktif, khususnya ketika musim hujan [15].

Untuk parameter Nitrogen Ammonia (AN), bacaan yang diperolehi sangat rendah, di mana air paip dan air bukit menunjukkan 0.00 mg/L manakala air bawah tanah hanya 0.01 mg/L. Kesemua nilai ini berada dalam julat selamat, menandakan hampir tiada pencemaran ammonia dikesan. Penemuan ini adalah sejajar dengan laporan Wong et al. (2016) yang mendapati kawasan luar bandar tanpa pencemaran industri menunjukkan paras AN yang rendah [16].

Namun begitu, terdapat perbezaan yang ketara bagi bacaan Chemical Oxygen Demand (COD). Walaupun air paip mencatatkan nilai 7 mg/L yang masih dalam tahap piawaian, air bukit (14 mg/L) dan air bawah tanah (27 mg/L) melebihi had standard, menunjukkan kehadiran bahan organik atau pencemaran dalam air tersebut. Keputusan ini menyokong kajian Mohd Azizi et al. (2013) yang melaporkan bahawa sumber air semula jadi terdedah kepada pencemaran daripada limpahan air hujan yang membawa bahan tercemar dari permukaan tanah ke dalam sistem air [17].

Akhir sekali, pengiraan Indeks Kualiti Air (WQI) mendapati air paip memperoleh skor tertinggi iaitu 97.5 (cemerlang), diikuti oleh air bukit (88.75) dan air bawah tanah (74.9) yang masing-masing berada dalam kategori baik. Ini menunjukkan bahawa air paip adalah paling selamat untuk digunakan, manakala sumber air semula jadi masih boleh dimanfaatkan namun memerlukan pemantauan berkala, khususnya dari segi nilai COD. Corak ini turut disokong oleh dapatan Jamil et al. (2019), yang menyatakan bahawa air paip menunjukkan kestabilan kualiti yang lebih tinggi berbanding sumber air semula jadi terutamanya ketika musim hujan [18].

4. Kesimpulan

Kajian ini berjaya menilai dan mengklasifikasikan kualiti bagi ketiga-tiga sampel air. Hasil ujian menunjukkan air bawah tanah, air bukit, dan air paip masih berada dalam julat selamat berdasarkan Indeks Kualiti Air Jabatan Alam Sekitar Malaysia, walaupun terdapat bacaan COD yang agak melebihi had piawaian dalam beberapa sampel iaitu air bawah tanah dan air bukit. Air bawah tanah dan air bukit memerlukan rawatan tambahan seperti sistem rawatan biologi atau kolam pengendapan bagi mengawal paras COD. Air paip pula mencatat keputusan terbaik dan memenuhi piawaian kebangsaan, dan boleh dikekalkan kualitinya dengan penambahbaikan infrastruktur serta pemantauan berkala.

Dari segi cadangan, pengujian menggunakan sampel air pada musim kemarau disyorkan untuk membandingkan perbezaan kualiti air antara kedua-dua musim. Selain itu, kajian pada masa hadapan juga disarankan untuk menambah parameter seperti warna, Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan jumlah kiraan bakteria (TBC) bagi mendapatkan penilaian kualiti air yang lebih komprehensif.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) atas sokongan yang diberikan.

Konflik Kepentingan

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada sebarang konflik yang berlaku sepanjang proses penulisan dijalankan.

Sumbangan Penulis

Jurnal ini memerlukan semua penulis mengambil tanggungjawab secara terbuka terhadap kandungan karya yang dihantar untuk tujuan semakan. Sumbangan setiap penulis mestilah dinyatakan dengan cara berikut:

Para penulis mengesahkan sumbangan mereka terhadap kertas kerja ini seperti berikut: **perancangan awal dan reka bentuk kajian:** Masiri bin Kaamin, Adriana Syafiqah binti Saiful Nizam, Ahmad Fahim Qayyum bin Faizul, Nurqistina Balqis binti Ibrahim; **pengumpulan data:** Adriana Syafiqah binti Saiful Nizam, Ahmad Fahim Qayyum bin Faizul, Nurqistina Balqis binti Ibrahim; **analisis dan tafsiran keputusan:** Masiri Bin Kaamin, Adriana Syafiqah binti Saiful Nizam, Ahmad Fahim Qayyum bin Faizul, Nurqistina Balqis binti Ibrahim; **penyediaan draf manuskrip:** Adriana Syafiqah binti Saiful Nizam, Ahmad Fahim Qayyum bin Faizul, Nurqistina Balqis binti Ibrahim. Semua penulis telah menyemak keputusan dan meluluskan versi akhir manuskrip.

Rujukan

- [1] LAUT, "Kepentingan kualiti air yang baik untuk kesihatan dan kesejahteraan penduduk," *Journal Kajian Sumber Alam*, vol. 14, no. 3, pp. 98–112, 2021.
- [2] S. Y. Rikta, M. A. Hossain, and T. Islam, "Global water demand and its implications: A focus on agriculture and industry," *International Journal of Water Resources*, vol. 8, no. 3, pp. 112–126, 2016.
- [3] H. Ibrahim, N. Ahmad, and R. Yusuf, "Kualiti air bawah tanah dan implikasi terhadap kesihatan," *Journal Hidrologi dan Alam Sekitar*, vol. 12, no. 3, pp. 67–78, 2015.
- [4] M. Wa'iz, "Pernah nampak orang kumpul air daripada tepi bukit? Boleh minum terus ke?," *HelloDoktor*, Sep. 2020. [Online]. Available: <https://hellodoktor.com>
- [5] L. P. Wong, C. Y. Tan, and K. S. Lim, "Kesan aktiviti manusia terhadap pencemaran air bawah tanah di Malaysia," *Malaysian Journal of Environmental Research*, vol. 9, no. 4, pp. 45–61, 2018.
- [6] Jabatan Sumber Air Negeri Kelantan, Laporan Tahunan, 2024. [Online]. Available: <https://jsank.kelantan.gov.my>
- [7] L. Chen, S. Y. Tan, and C. H. Lim, "Pengaruh perubahan cuaca terhadap kualiti air di Malaysia: Kajian musim hujan dan musim panas," *Malaysian Journal of Environmental Studies*, vol. 11, no. 2, pp. 75–89, 2018.
- [8] N. Ahmad, H. Ibrahim, and M. Zakaria, "Perubahan kualiti air semasa musim tengkujuh dan musim panas di Malaysia," *Journal Kajian Hidrologi Malaysia*, vol. 15, no. 1, pp. 45–58, 2020.
- [9] M. Z. Zainal and I. Abustan, "Modified Water Quality Index using only four parameters," *International Journal of Environmental Science and Development*, vol. 3, no. 3, pp. 231–235, 2012.
- [10] R. M. Brown, N. I. McClelland, R. A. Deininger, and R. G. Tozer, "A water quality index—Do we dare?," *Water and Sewage Works*, vol. 117, no. 10, pp. 339–343, 1970.
- [11] Jabatan Alam Sekitar Malaysia, *Kajian Standard Kualiti Air Tanah Kebangsaan*, 2024.
- [12] M. Z. Zainal and I. Abustan, "Modified Water Quality Index using only four parameters," *International Journal of Environmental Science and Development*, vol. 3, no. 3, pp. 231–235, 2012.
- [13] Kumpulan Penyelidikan Alam Sekitar (ERG), "Kajian kualiti air bawah tanah di Pulau Kapas, Terengganu semasa musim hujan," *Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia (KUSTEM)*, 2002.
- [14] J. Telis-Romero, F. Sanchez, and L. Martinez, "Dissolved oxygen dynamics in natural water systems during rainy seasons," *Journal of Environmental Hydrology*, vol. 8, no. 3, pp. 45–52, 2000.
- [15] C. M. Wong, K. S. Tan, and Y. H. Lim, "Assessment of ammonia nitrogen in rural groundwater sources in Malaysia," *Malaysian Journal of Environmental Management*, vol. 17, no. 2, pp. 25–34, 2016.
- [16] A. R. M. Azizi, S. Z. Zulkifli, and M. N. A. Rahman, "Impacts of surface runoff on chemical oxygen demand in hill and groundwater sources during monsoon," *Water Quality Research Journal*, vol. 48, no. 4, pp. 310–319, 2013.
- [17] N. Jamil, N. Hashim, and M. T. Latif, "Comparative analysis of treated and natural water sources during wet seasons in Malaysia," *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 191, no. 10, p. 623, 2019.