

Menentukan Tahap Kualiti Air Tanah Berdasarkan Tujuh Parameter Sensitif Indeks Kualiti Air Tanah (IKAT) Bagi Sumber Air Berjarak Kurang 30 Meter Dari Bahan Pencemar

Mohd Sobri Bin Hassan^{1, a)},
Che Din Bin Ismail^{2, b)}, Maizatulaswa Binti Ali^{3, c)}

^{1, 2, 3} Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Kota Bharu, Km24 16450 Ketereh Kelantan

^{a)} Corresponding author: eirbos@gmail.com

^{b)} chedin5627@gmail.com

^{c)} maizatulaswa@gmail.com

Received 15 October 2024, Accepted 5 December 2024, Published on 5 February 2025

Abstrak. Penggunaan air tidak terawat memberi kesan negatif kepada kesihatan pengguna. Kebergantungan kepada bekalan air terawat menyebabkan bekalan air ini sentiasa tidak mencukupi. Ianya menyebabkan sumber air mentah bawah tanah seperti perigi atau telaga tiub diguna sebagai alternatif. Akan tetapi sumber air bawah tanah ini diragui tahap kualitinya apabila punca air ini diambil dalam kawasan yang berpotensi dicemari oleh aktiviti manusia di permukaan tanah. Oleh yang demikian, kajian terhadap empat sampel air tanah telah dibuat dalam makmal bagi mengetahui tahap kualiti air ini. Pemilihan sampel ini dibuat berdasarkan kriteria di mana terdapat aktiviti manusia di permukaan tanah yang berpotensi mencemari air tanah tersebut. Aktiviti ini ialah seperti terdapat tapak perkuburan, tapak pembakaran sampah, kandang ternakan lembu dan parit air buangan sisa dapur penduduk. Bahan pencemar yang dikuatiri mencemari sampel air hanya berjarak kurang dari 30 meter. Bagi mengenalpasti status kualiti air ini, ujikaji makmal dilakukan untuk mengetahui tahap kandungan tujuh parameter sensitif disarankan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) dalam penentuan Skor Indeks Kualiti Air Tanah (IKAT). Parameter tersebut ialah, nilai keasidan air (pH), kehadiran bakteria E.coli, jumlah bahan terlarut (TDS), kandungan logam besi, kandungan fenol, fosfat, sulfat dan kandungan nitrat. Skor IKAT memberi panduan kepada status kualiti air tanah yang diuji. Berdasarkan keputusan ujikaji, didapati semua skor sampel air tanah berada dalam julat 71.63 hingga 81.63. Sampel 1 mendapat skor paling rendah iaitu 71.63 dan sampel 2 hingga 4 masing-masing dengan skor 81.58, 71.93 dan 81.63. Berdasarkan skor yang diperolehi, kesemua sampel air dikategorikan sebagai air “baik” berdasarkan rujukan panduan IKAT. Didapati kualiti air sampel tidak dipengaruhi dengan ketara berdasarkan jarak kurang 30 meter bahan pencemar dengan punca sampel air. Oleh itu, air tersebut berpotensi digunakan sebagai kegunaan harian dan minuman dengan mengambil kira rawatan air dan pertimbangan terhadap parameter lain. Pertimbangan ini tertakluk kepada pematuhan parameter yang disenaraikan dalam Piawai Kualiti Air Minuman oleh Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM).

Kata kunci : Kualiti air - air tanah - bahan pencemar - parameter sensitif - skor IKAT

PENGENALAN

“Air merupakan sumber alam semulajadi ciptaan Allah S.W.T untuk setiap makhluk ciptaanNya di atas muka bumi ini”. -Al-Baqarah : 164. Menjadi tanggungjawab manusia untuk menguruskan sumber alam 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 ini di diagihkan kepada pengguna dan digunakan dengan selamat berdasarkan pematuhan paiwaiyan yang ditetapkan.

PENYATAAN MASALAH

Masalah air yang sering membelenggu rakyat di Kelantan terutamanya pada musim perayaan menyebabkan ramai terpaksa mencari alternatif dengan menggali telaga tiub untuk mendapatkan sumber bekalan (9). Apakah perubahan persekitaran memberi kesan terhadap kandungan bahan larut dalam air ditambah pula apabila telaga digali berada dalam zon penampungan seperti tapak perkuburan dan pelupusan sampah?. Bagaimana pula dengan pematuan piawaian kualiti air yang ditetapkan Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) atau *World Health Organization (WHO)*? Bagi memudahkan penilaian tahap kualiti air secara umum, satu piawai dibuat oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) berkenaan dengan Standard Kualiti Air Tanah Kebangsaan (IKAT) untuk kegunaan air minuman yang diadaptasi sepenuhnya dari nilai kualiti air mentah yang disyorkan oleh KKM. Kaedah dibangunkan menggunakan parameter tertentu dikenali sebagai parameter sensitif. Nilai yang diperolehi dalam skor IKAT disebut sebagai Nilai Yang Boleh Diterima, iaitu berkaitan dengan kualiti air mentah yang diperlukan untuk digunakan sebagai sumber air yang boleh diminum dengan penggunaan rawatan konvensional.

Objektif Kajian

Bagi penjawab persolan dalam kajian ini, pengkaji menetapkan beberapa objektif iaitu :

- i. Mengetahui kepekatan kandungan bahan parameter sensitif yang terdapat dalam sampel air tanah tidak terawat di musim kemarau.
- ii. Mengetahui tahap kualiti air tanah tidak terawat berdasarkan skor IKAT sepertimana piawai JAS.

Skop Kajian

Skop kajian ini telah ditetapkan berdasarkan kemampuan dan kekangan yang wujud bagi menyiapkan keseluruhan kajian. Antaranya ialah :

- i. Sebanyak 4 sampel air tanah tidak terawat dijadikan sampel ujikaji.
- ii. Sampel adalah air perigi dipilih dalam kalangan penduduk Kampung Tok Bok Labok Machang yang masih lagi aktif menggunakan airnya sebagai kegunaan seharian.
- iii. Perigi dipilih sebagai berpotensi dicemari oleh bahan pencemar berjarak kurang 30 meter.
- iv. Mengabaikan usia, kedalaman dan kaedah binaan perigi bagi mendapatkan sampel.
- v. Mengabaikan kaedah pengambilan air secara timba atau menggunakan pam air.
- vi. Tempoh musim banjir ditetapkan kajian ini antara bulan oktober sehingga disember tahun yang sama.
- vii. Tempoh musim kemarau ditetapkan kajian ini antara bulan februari sehingga bulan september tahun yang sama.
- viii. Ujian makmal terhadap tujuh parameter sensitif iaitu ujian keasidan pH, kehadiran e-coli, kandungan logam besi, nitrat, sulfat, fenol dan jumlah pepejal terlarut.

KEPENTINGAN KAJIAN

Kepentingan kajian ini adalah seperti berikut :

- i. Menjawab persoalan kajian tentang tahap kualiti air perigi berjarak kurang 30 meter dari bahan pencemar.
- ii. Memberi panduan kepada pengguna air perigi tentang tahap kualiti yang diperolehi apabila menjadikan air perigi sebagai sumber utama seharian.
- iii. Sebagai langkah waspada kepada pengguna air perigi sedia ada supaya sentiasa cakna tentang perubahan persekitaran yang memberi kesan kepada air tanah.

Definasi Istilah : Kualiti Air

Kualiti air merujuk kepada kandungan bahan kimia, fizikal dan ciri-ciri biologi air berdasarkan standard penggunaannya. Ianya diguna dengan merujuk pada satu set piawai yang sesuai untuk dinilai. Piawaian ini digunakan untuk memantau dan menilai kualiti air bagi menunjukkan kesihatan ekosistem, keselamatan hubungan manusia dan keadaan air minuman. Oleh itu, kualiti air dalam kajian ini adalah merujuk kepada air berkualiti yang mana keberadaan bahan larut dalam sampel air tidak terawat dikategorikan mematuhi piawaian yang ditetapkan oleh KKM dan Indeks Kualiti Air Tanah (IKAT).

Air Perigi Tidak Terawat

Air perigi tidak terawat adalah merujuk kepada sampel air perigi yang diambil di lokasi kajian, yang mana perigi tersebut masih lagi aktif digunakan sebagai punca utama bekalan air dalam kediaman mereka. Air perigi tersebut dipastikan tidak menggunakan sebarang rawatan penggunaan bahan kimia atau rawatan penapisan sebelum ianya digunakan.

Musim Kemarau dan Banjir

Kemarau ialah satu tempoh cuaca kering yang berpanjangan dengan terdapat sedikit hujan atau tiada hujan langsung. Musim kemarau kawasan kajian sering dikaitkan terjadi pada awal tahun hingga pertengahan tahun yang sama. Tempoh tersebut ditetapkan antara bulan februari sehingga bulan mei tahun yang sama. Manakala musim banjir dalam kajian ini ditakrifkan sebagai tempoh yang sesuai sampel kajian diambil. Tempoh musim banjir yang ditetapkan dalam kajian ini ialah antara bulan oktober sehingga bulan disember.

Parameter Sensitif

Parameter sensitif merupakan parameter untuk kegunaan spesifik. JAS menerangkan bahawa parameter ini sensitif terhadap indeks, manakala perubahan parameter ini akan mengakibatkan perubahan ketara terhadap indeks (14). Ianya diukur secara berkala dalam program pemantauan air tanah. Parameter sensitif digunakan dalam pengiraan Indeks Kualiti Air Tanah (IKAT). Antara parameter sensitif tersebut ialah

- i. Tahap keasidan pH.
- ii. Kandungan besi
- iii. Jumlah pepejal terlarut
- iv. Kandungan nitrat
- v. Kandungan sulfat
- vi. Kandungan fenol
- vii. Kandungan E-coli

LITERATUR

Piawai Kualiti Air

Kualiti air merujuk kepada ciri-ciri fizikal, kimia, dan biologi air yang menentukan kesesuaiannya untuk kegunaan tertentu. Piawai Kualiti Air Tanah merupakan satu cara penting untuk menilai kesesuaian air tanah untuk kegunaan khusus. Piawai ini terdiri daripada nilai pelbagai parameter kualiti air tanah yang relevan untuk kegunaan yang berfaedah untuk melindungi hidupan akuatik dan kesihatan manusia. Piawai Kualiti Air Tanah juga berperanan sebagai indikator data kualiti air tanah di mana orang awam boleh menggunakannya dengan mudah. Beberapa piawai atau parameter kualiti air perlu dipatuhi, antaranya seperti ketetapan World Health Organization, WHO (6) dan piawaian parameter bagi air minuman oleh KKM seperti JADUAL 2.

JAS mengeluarkan indeks sebagai rujukan umum yang mudah difahami bukan sahaja kepada pihak berkepentingan yang berkaitan, malah kepada orang awam. Indeks tersebut ialah Indeks Kualiti Air (WQI) sebagai satu nilai tunggal yang menggabungkan beberapa parameter kualiti air ke dalam satu nilai ringkas dan Indeks Kualiti Air Tanah (IKAT) yang dibangunkan mewakili status kualiti air tanah (14). JAS hanya menggunakan tujuh paramater sensitif sahaja dalam pengiraan IKAT. Menurutny lagi, pemberat ini dijadikan parameter kerana ianya memberi kesan berbahaya kepada kesihatan pengguna dan mempunyai kekerapan pendedahan yang sangat tinggi. Faktor pemberat 1 akan dikhususkan kepada parameter yang kurang berbahaya dan rendah risiko kadar pendedahannya. Selain daripada impak terhadap kesihatan, kesan parameter terhadap proses rawatan air turut diambil kira dalam penentuan faktor pemberat.

JADUAL 1: Skor IKAT dan kategori air

Indeks	Kategori	Potensi kegunaan
0 – 15	Sangat Tercemar	Kajian diperlukan sebelum digunakan
16 – 39	Tercemar	Pengairan / Pertanian
40 – 69	Sederhana	Air mentah / Kegunaan Industri
70 – 89	Baik	Berpotensi sebagai air minuman, TERTAKLUK kepada pematuhan semua parameter yang disenaraikan dalam piawaian Kualiti Air Minum oleh Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM)
> 90	Sangat Baik	Air berkualiti tinggi bagi semua bentuk kegunaan, TERTAKLUK kepada piawaian kualiti air yang ditetapkan untuk setiap bentuk penggunaan

Bagi menentukan tahap kualiti air tanah menggunakan IKAT, diterjemahkan kepada skala antara 0 hingga 100, di mana skor indeks yang diperolehi tertakluk kepada kategori seperti JADUAL 3.

JADUAL 2 : ParamEter piawai kualiti air oleh KKM

Parameter	<i>Recommended raw water quality</i>	<i>Drinking water quality standards</i>
	<i>Acceptable Value (mg/litre (unless otherwise stated))</i>	<i>Maximum Acceptable Value (mg/litre (unless otherwise stated))</i>
Jumlah koliform	5000 MPN / 100 ml	0/100 ml
E.coli	5000 MPN / 100 ml	0/100 ml
Jum. Pepejal Terlarut		1500
Fenol		0.002
Kekeruhan	1000 NTU	< 5 NTU
Warna	300 TCU	< 15 TCU
pH	6.5 – 8.5	6.5 - 9.0
Klorin bebas	-	0.2-5.0
Klorin baki		>1.0

Ferum	1.0	< 0.3
Aluminium	ref WHO	< 0.2
Mangan	0.2	< 0.1
Ammonia	1.5	< 1.5
Klorida	250	< 250
Plumbum	0.05	< 0.01
Florida	1.5	0.4 - 0.6
Nitrat	10	< 10
BOD	6	-
Sulfat	-	250

**Booklet Standard Kualiti Air Tanah Kebangsaan 2021 (m/s. 4)*

JADUAL 3: Faktor pemberat 1 hingga 5 bagi pembentukan Indeks Kualiti Air Tanah (IKAT)

Consequence ↑	3	4 (E. coli)	5 (Nitrate)	5
	2	3	4 (Ferum)	5
	1	2 (Sulfate)	3 (pH)	4 (Phenol)
	1 (TDS)	1	2	3
	Exposure →			

METODOLOGI KAJIAN

Penetapan Sampel Perigi

Sebanyak 4 sampel perigi dijadikan sampel kajian. Pemilihan sampel perigi dalam kampung ini dibuat berdasarkan jarak elemen yang berpotensi mencemari air dalam perigi. Antara elemen tersebut ialah:

- Tapak perkuburan.
- Sungai utama selalu melimpah dimusim banjir.
- Tapak aktiviti penggunaan racun rumpai.
- Kandang lembu ternakan berkurung.
- Tapak pembakaran sampah sisa dapur pengguna.

Ujian Kualiti Sampel Air

Air tanah yang diuji dalam makmal adalah air yang diperolehi daripada 4 sampel perigi. Pensampelan seperti JADUAL 6. Pengambilan sampel dan prosedur ujian kualiti sampel air tanah mendapat bantuan kepakaran daripada Syarikat Air Kelantan Sdn. Bhd. (AKSB). Ujian tersebut seperti JADUAL 5. Kesemua sampel diambil menggunakan timba kecuali sampel No.4 (Lot532) diambil menggunakan pam dan diisi ke dalam baldi.

JADUAL 5: Parameter dan kaedah ujian makmal

Bil	Ujian Parameter	Tujuan Ujian	Kaedah Ujian
1	pH	menentukan tahap keasidan sampel air	APHA 4500+
2	E-Coli, MPN/100ml	mengetahui kehadiran bakteria e.coli	HACH 8008
3	Ferum, mg/l	mengetahui kewujudan logam besi	Cadmium Reduction
4	Total Dissolved Solid, mg/l	mengetahui jumlah bahan terlarut	SulfaVer 4
5	Nitrate, mg/l	mengetahui kandungan nitrat	4- Aminoantipyrine
6	Sulfate, mg/l	mengetahui kandungan sulfat	Probe
7	Phenois, mg/l	mengetahui kandungan fenol	Idexx Colilert Method

JADUAL 6: Jarak potensi bahan pencemar terhadap sampel air tanah

Sampel	Alamat Kampung Tok Bok 18500 Labok Machang Kelantan	Jarak potensi elemen pencemar terhadap sumber sampel air	Tarikh		Kuntiti Sampel (mililiter)
			Pensampelan	Ujian Makmal	
1	TB16	< 10 meter dari tapak perkuburan (upstream)	03.09.2024	04.09.2024	1500
2	TB17	< 15 meter dari tapak perkuburan (downstream)			1500
3	Lot536	< 20 meter dari kandang lembu aktif (kurungan)			1500
4	Lot532	< 10 meter dari parit air buangan sisa dapur			1500

Tahap Kualiti Air Tanah

Dalam penentuan objektif kedua, iaitu untuk mengetahui tahap kualiti sampel air tanah yang dikaji. Pengkaji menggunakan formula Skor IKAT (1) seperti dibawah:

$$\text{Skor IKAT} = 0.13 \text{ Si(pH)} + 0.17 \text{ Si(Fe)} + 0.17 \text{ Si(E. coli)} + 0.04 \text{ Si(TDS)} + 0.09 \text{ Si(SO}_4^{2-}) + 0.22 \text{ Si(NO}_3^-) + 0.17 \text{ Si(Fenol)} \quad (1)$$

JADUAL 7: Sub Indeks pH [Si(pH)]

pH	Si(pH)	Asid
<3.0	0	
3-4	10	
4-5.5	30	
5.5-9	100	

9-10	30	Alkali
10-11	10	
>11	0	

JADUAL 8: Sub Indeks (Si) Bagi Parameter IKAT

Sub Indeks Besi	Sub Indeks Nitrat
$Si(Fe) = \left[1 - \frac{C_i}{5} \right] \times 100$	$Si(NO_3^-) = \left[1 - \frac{C_i}{100} \right] \times 100$
<i>Si(Fe) = 0, sekiranya C_i melebihi 5.0 mg/l C_i adalah kepekatan besi di dalam sampel air tanah</i>	<i>Si(NO₃) = 0, sekiranya C_i melebihi 100 mg/l C_i adalah kepekatan nitrat di dalam sampel air tanah</i>
Sub Indeks Sulfat	Sub Indeks E.coli
$Si(SO_3^{2-}) = \left[1 - \frac{C_i}{1000} \right] \times 100$	$Si(E.coli) = \left[1 - \frac{C_i}{5000} \right] \times 100$
<i>Si(SO₃²⁻) = 0, sekiranya C_i melebihi 1000 mg/l C_i adalah kepekatan sulfat di dalam sampel air tanah</i>	<i>Si(E.coli) = 0, sekiranya C_i melebihi 5000 MPN/100 l C_i adalah MPN E.coli di dalam sampel air tanah</i>
Sub Indeks Fenol	Sub Indeks Jumlah Pepejal Terlarut
$Si(Fenol) = \left[1 - \frac{C_i}{0.02} \right] \times 100$	$Si(TDS) = \left[1 - \frac{C_i}{3000} \right] \times 100$
<i>Si(Fenol) = 0, sekiranya C_i melebihi 0.02 mg/l C_i adalah kepekatan fenol di dalam sampel air tanah</i>	<i>Si(Fe) = 0, sekiranya C_i melebihi 3000 mg/l C_i adalah jumlah pepejal terlarut di dalam sampel air tanah</i>

KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA

Setelah ujian kualiti dilakukan ke atas ke semua sampel air, keputusan dinyatakan dalam seperti JADUAL 9. Manakala JADUAL 10 skor IKAT dan kategori air berdasarkan hasil ujian makmal.

JADUAL 9: Keputusan ujian

Sampel	Kehadiran E.coli dan Keasidan		Kandungan bahan larut dalam air sampel, mg/l				
	Ujian kehadiran E.coli (MPN/100ml)	Ujian Keasidan (pH)	Jumlah bahan terlarut (TDS)	Besi	Fenol	Sulfat	Nitrat
1	0.000	4.940	24.300	0.210	0.056	3.000	2.300
2	0.000	6.119	77.100	0.010	0.034	7.000	1.000
3	2.000	4.720	19.100	0.180	0.017	0.000	1.500
4	3.100	5.292	21.200	0.070	0.012	1.000	0.400

JADUAL 10: Sub indek (Si) parameter dan kualiti air tanah berdasarkan skor indeks IKAT

Sampel	Sub indeks (Si) parameter air							Skor IKAT/100	Kategori air
	E.coli	pH	Jum. Bahan Larut (TDS)	Besi	Fenol	Sulfat	Nitrat		
1	100.000	30.000	99.190	95.800	0.000	99.700	97.700	71.62	“BAIK”
2	100.000	100.000	97.430	99.800	0.000	99.300	99.000	81.58	“BAIK”
3	99.960	30.000	99.363	96.400	0.000	100.000	98.500	71.93	“BAIK”
4	99.938	100.00	99.293	98.600	0.000	99.900	99.600	81.63	“BAIK”

PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

Perbincangan

Dapatan kajian terhadap 4 sampel air tanah berbanding tujuh parameter sensitif seperti JADUAL 9. Ujikaji makmal dilaksanakan sehari selepas pensampelan diambil oleh pegawai AKSB. Kehadiran bakteria e-coli hanya terdapat dalam sampel 3 dan 4 sahaja berbanding saranan KKM dengan kebenaran 0MPN/100ml. Manakala nilai pH bagi semua sampel dalam julat 4.7 hingga 6.1 kategori asid lemah. Jumlah bahan terlarut dalam air sampel berada dalam saranan KKM dengan dapatan kajian dalam julat 19.1mg/l hingga 77.1 mg/l berbanding 1500mg/l. Manakala kandungan besi bagi kesemua sampel mematuhi piawai ditetapkan iaitu tidak melebihi 0.3mg/l dimana hasil kajian berada dalam julat 0.07mg/l hingga 0.21mg/l. Bagi kandungan fenol, kesemua sampel mengandungi kepekatan melebihi had maksimum dibenarkan JAS iaitu 0.02 mg/l. Oleh itu, sub indeks Si (Fenol) bagi semua sampel adalah 0.000. Kandungan sulfat dalam air sampel pula masih tidak melebihi piawai iaitu dalam julat 1.0mg/l hingga 7mg/l, manakala nitrat juga masih mematuhi piawai dalam julat 0.4mg/l hingga 2.3mg/l berbanding piawai 10mg/l.

Skor sub indeks bagi tujuan pengiraan skor IKAT menggunakan formula JADUAL 8 . Manakala skor IKAT seperti JADUAL 10. Hanya sub indeks fenol sahaja diberi nilai “0” kerana kandungan fenol dalam semua sampel melebihi had yang dibenarkan. Hasil pengiraan didapati skor IKAT bagi semua sampel berada dalam julat 71.63 hingga 81.63, di mana sampel air tanah ini dikategorikan sebagai air “BAIK”.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian terhadap data ujikaji berbanding objektif kajian ini. Didapati objektif pertama kajian telah dicapai, iaitu diketahui bahawa kesemua sampel mempunyai kandungan kepekatan yang berbeza-beza terhadap tujuh parameter yang dikaji sepertimana JADUAL 9. Hanya parameter fenol sahaja dikategorikan sebagai kritikal kerana melebihi had yang dibenarkan bagi pengiraan sub indeks. Manakala objektif kedua, dapat diketahui juga tahap kualiti air tanah dikaji apabila merujuk kepada dengan skor indeks IKAT seperti JADUAL 10 dan JADUAL 1. Didapati kualiti air tanah sampel berada dalam status “BAIK” dan berpotensi boleh digunakan sebagai air minuman, tetapi perlu ada semakan terhadap parameter lain juga dengan had disarankan oleh KKM.

RUJUKAN

1. Akbar, N.A., Aziz, H.A. & Adlan, M.N. Potential use of ozonation with limestone adsorption in ground treatment: A case study at Kelantan Water Treatment Plant. Jurnal Teknologi 74: (2015). 43-50.

2. Covington, A. K.; Bates, R. G.; Durst, R. A. "Definitions of pH scales, standard reference values, measurement of pH, and related terminology" (PDF). *Pure Appl. Chem.* 57 (3): (1985). 531–542. Dilayari di <https://ms.wikipedia.org/wiki/PH>
3. Othman A.Karim, Irene Lee Pei Ngo, Mazlin Mokhtar dan Azami Zaharin "Kajian kulaiti Air Tasik Kejuruteraan UKM ke Arah Mewujudkan Kampus Lestari dan Mesra Alam". *Jurnal Kejuruteraan. Bangi.* 18: (2006). 60-64.
https://www.researchgate.net/publication/242143888_Kajian_Kualiti_Air_Tasik_Kejuruteraan_UKM_ke_arah_mewujudkan_Kampus_Lestari_dan_Mesra_Alam
4. Jishan Wu, Miao Cao, Draco Tong. et al. A critical review of point-of-use drinking water treatment in the United States; *npj Clean Water* 4, 40. (2021).
5. Nasir Nayan, Mohmadisa Hashim, Mohd Hairry Ibrahim & Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah. Perubahan gunatanah dan tahap kualiti air sungai di Bandaraya Ipoh, Perak. *Malaysian Journal of Environment Management*, 10(2) (2009): 115-134.
6. WHO. *Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva: World Health Organization. 2022.
7. Yatimin Abdullah dan Rohana Ismail. 50% Rakyat Kelantan Bergantung Air Telaga. *Utusan Malaysian Online*. (2024, April 14). <https://www.utusan.com.my/nasional/2024/04/50-peratus-rakyat-kelantan-bergantung-air-telaga/>
8. Siti Aminah Mohd Yusof. Penduduk guna telaga, mata air. bhnews@bh.com.my. (2022, Julai 7).
<https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2022/07/974071/penduduk-guna-telaga-mata-air>
9. Hazelen Liana Kamarudin. Raya tanpa air: Penggali telaga tiub terima 50 panggilan sehari. *Sinar Harian Online*. (2024, April 11)
<https://www.sinarharian.com.my/article/659050/edisi/kelantan/raya-tanpa-air-penggali-telaga-tiub-terima-50-panggilan-sehari>
10. Laporan kualiti alam sekitar 2020. <https://www.doe.gov.my/en/national-river-water-quality-standards-and-river-water-quality-index/annex172-175>
11. Dewan Bahasa dan Pustaka (DBP). Perigi. Kamus Dewan Edisi Keempat, DBP online. (2024).
<https://prpm.dbp.gov.my/cari1?keyword=perigi>
12. Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar. The Standard Precipitation Index (SPI). *Department of Irrigation and Drainage Malaysia Online*. (2013).
http://infokemarau.water.gov.my/spi_front.cfm - dilayari pada 17.08.2024
13. Dr Mohd Hariri Arifin dan Dr Norsyafina Roslan. Manfaat air bawah tanah sebagai sumber alternatif. *Berita Harian Online*. (2021, Mac 30).
<https://www.bharian.com.my/kolumnis/2021/03/801686/manfaat-air-bawah-tanah-sebagai-sumber-alternatif>
14. *Booklet standard : Kualiti Air Tanah Kebangsaan* (2021). Jabatan Alam Sekitar Malaysia, JAS (2021).
<https://www.doe.gov.my/wp-content/uploads/2021/09/BOOKLET-STANDARD-KUALITI-AIR-TANAH-KEBANGSAAN.pdf>