

ANALISIS UNSUR DAN KERADIOAKTIFAN DALAM SAMPEL SEDIMEN TASIK CHINI, PAHANG DARUL MAKMUR

Amran Ab.Majid*, Siti Rahimah Umar, Redzuwan Yahaya, Muhamad Samudi Yasir dan Mohd Suhaimi Othman

Program Sains Nuklear, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan

Keywords: Sedimen, radionuklid tabii, logam berat.

Abstrak

Kajian taburan unsur dan keradioaktifan dalam sampel sedimen dari 12 lokasi Tasik Chini telah dilakukan menggunakan teknik spektrometri gama dan analisis pendarfluor sinar-X (XRF). Sebanyak dua belas unsur surih iaitu As, Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Zn, Zr, tiga unsur radionuklid tabii iaitu ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th dan satu unsur radionuklid buatan iaitu ^{137}Cs telah dapat dikesan dalam sampel sedimen. Keputusan yang diperolehi menunjukkan nilai kepekatan unsur surih adalah berbeza mengikut lokasi persampelan dan ketiga-tiga radionuklid tabii menunjukkan hampir semua stesen mempunyai kepekatan melebihi had purata dunia dalam tanah. Radionuklid ^{137}Cs telah ditemui di lima stesen tetapi secara kualitatif sahaja. Secara umumnya, kepekatan unsur di setiap stesen berkait rapat dengan aktiviti yang terdapat di stesen masing-masing. Kajian menunjukkan bahawa stesen Laut Jemberau yang terletak berhampiran dengan bekas kawasan perlombongan dan pelbagai gunatanah menunjukkan lokasi yang mengandungi kepekatan unsur As, Co, Cr, Cu, Pb, V dan Zn tertinggi berbanding lokasi lain.

Pengenalan

Tasik Chini merupakan tasik semulajadi yang kedua terbesar di Malaysia, di mana ia berada dalam persekitaran asal. Ianya terletak di Mukin Penyur, Pekan, Pahang Darul Makmur pada kedudukan $3^{\circ}26'-102^{\circ}55'$. Jaraknya dari Kuantan adalah lebih kurang 100 km. Tasik Chini merupakan tasik yang berpola dendritik (berbentuk ranting) dengan keluasan 150 hektar atau 12 km^2 . Sekitaran Tasik Chini ini dikelilingi oleh hutan tropika. Namun kebanyakan kawasan telah dibalok dan kini ia telah menjadi hutan sekunder dan terdapat juga banyak berlakunya gunatanah di kawasan sekitar Tasik Chini seperti sebagai pusat pelancongan dan pertanian komersil. Malahan terdapat juga bekas kawasan perlombongan di sekitar Tasik Chini. Tasik Chini dijadikan lokasi kajian kerana ia merupakan tasik semulajadi yang menjadi kawasan penempatan penduduk orang asli di mana kawasan tersebut menjadi sumber bekalan air [1,2]. Oleh yang demikian, terdapat satu inisiatif untuk mengkaji kesan aktiviti yang berlaku ini dengan menganalisis unsur dan keradioaktifan di kawasan sekitar Tasik Chini. Ia bertujuan melihat samada pembangunan yang dijalankan ini boleh mengakibatkan pencemaran di kawasan sekitar Tasik Chini ataupun tidak. Jadi dengan menganalisis sedimen dapat memberi gambaran tahap pencemaran air yang boleh mengakibatkan pencemaran logam berat dan dapat mengkaji perkaitan antara kepekatan unsur dengan lokasi persampelan. Sedimen merupakan dasar atau tapak bagi sesebuah tasik di mana ia merupakan perhentian terakhir unsur dan radionuklid serta pemberi "maklumat" terbaik mengenai lokasi kajian. Dalam kajian ini, sedimen Tasik Chini dari pelbagai lokasi telah dianalisis kandungan unsur dan keradioaktifannya menggunakan dua teknik analisis iaitu analisis pendarfluor sinar-X (XRF) dan spektroskopi sinar gama.

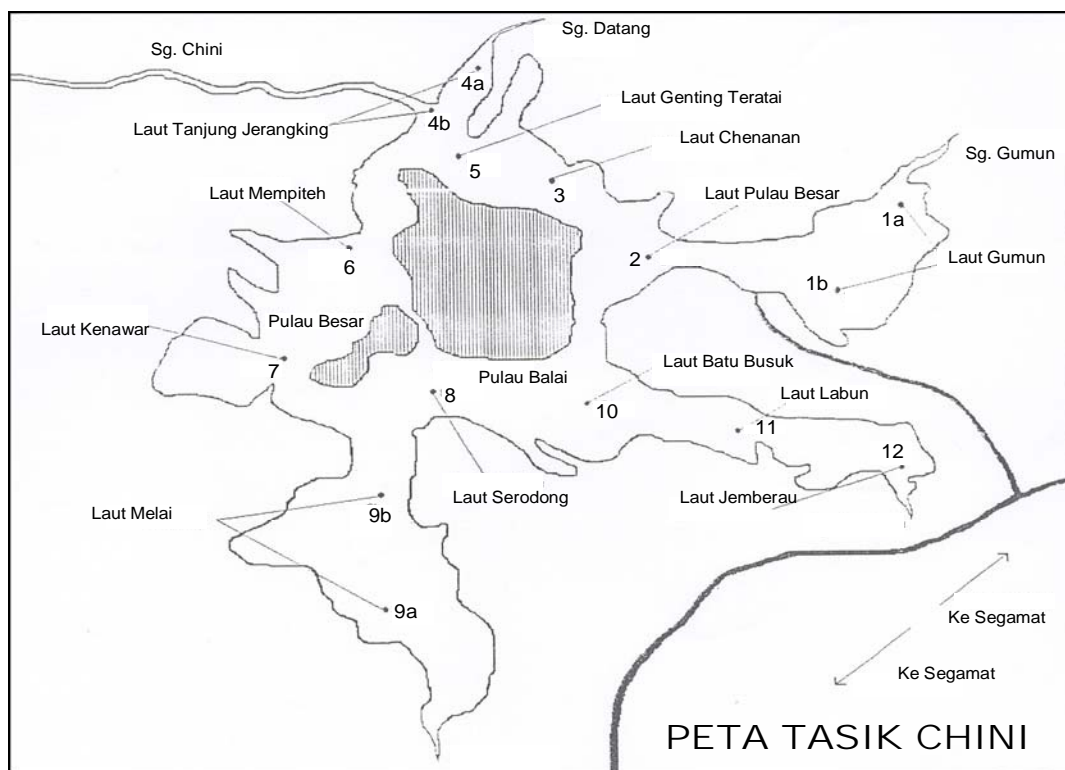
Eksperimen

Lokasi Kajian

Sebanyak 15 sampel sedimen telah diambil dari 12 lokasi persampelan di sekitar Tasik Chini pada bulan Mei 2004 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.

Pengumpulan Sampel

Sampel sedimen di setiap stesen diambil menggunakan pensampel sediment secara kaut (Ekman). Alat pensampel sediment diturunkan perlahan-lahan menggunakan tali dari bot dengan mulut pengautnya terbuka. Apabila sampai di dasar tasik, satu alat penghentak dilurutkan turun melalui tali dan menyebabkan mulut pengaut ini tertutup dan memerangkap sedimen di dasar.



Rajah 1: Peta lokasi persampelan sediment Tasik Chini

Penyediaan dan Rawatan Sampel.

Semua sampel dimasukkan ke dalam dulang dan dibersihkan dari bendasing yang nyata dan berat basahanya dicatat. Sampel sediment kemudian dikeringkan pada suhu 105°C semalaman. Setelah sampel sejuk berat keringnya ditentukan. Sampel kemudiaannya dihancurkan dengan menggunakan mortar dan ditapis menggunakan penapis bersaiz 0.5 mm.

Penyediaan Sampel untuk Teknik Pendarfluor Sinar-X

Semua sampel sedimen yang telah dihancurkan dan ditapis, perlu ditumbuk halus dan dihomogenkan. Sebanyak 1.00 g sampel sedimen dimasukkan ke dalam radas pembuat pelet dengan ditambahkan asid borik sebanyak 6.00 g sebagai pengikat pelet. Setelah itu, sampel bersama asid borik yang dicampurkan tadi diberi tekanan sebanyak 5 tons dan 15 tons untuk mendapatkan palet tertekan yang baik. Pada bahagian belakang palet dilabelkan mengikut stesen masing-masing. Palet seterusnya dimasukkan ke dalam alat pendarfluor sinar-X iaitu Spektrometer PW 1480 (Philips) untuk dianalisis kandungan unsurnya. Bahan piawai yang digunakan adalah basalt.

Penyediaan Sampel untuk Teknik Analisis Keradioaktifan.

Sebanyak 15 sampel yang diketahui berat masing-masing dimasukkan ke dalam botol pembilang kedap udara dan disimpan selama 30 hari bagi mencapai keseimbangan sekular. Analisis keradioaktifan dalam sampel sedimen ditentukan dengan menggunakan sistem spektrometri gama yang terdiri daripada pembilang gama HPGe (Tennelec) dan penganalisis multialurann berasaskan komputer peribadi untuk analisis keradioaktifan. Kandungan keradioaktifan dalam sampel ditentukan secara kaedah bandingan menggunakan Bahan Rujukan Piawai (SRM) Soil-375 (IAEA) sebagai piawai. Masa pembilang sampel dan piawai adalah selama 12 jam.

Hasil Dan Perbincangan

Keputusan Analisis Unsur

Keputusan analisis kandungan unsur dalam sampel sedimen Tasik Chini menggunakan teknik pendarfluor sinar-X ditunjukkan dalam Jadual 1. Daripada keputusan analisis, sebanyak 12 unsur telah dikesan dalam sampel sedimen Tasik Chini yang terdiri daripada As, Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Zn dan Zr.

Jadual 1 : Keputusan analisis unsur bagi setiap stesen persampelan

	Stesen	Kepekatan (ppm)											
		As	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Zn	Zr
1a	Laut Gumun	21	571	20	92	43	125	67	119	75	134	326	226
1b	Laut Gumun	14	888	26	87	57	128	50	136	18	134	1145	290
2	Laut Pulau Balai	15	557	LOD	90	60	157	76	132	101	130	147	208
3	Laut Chenanan	13	553	LOD	99	66	78	65	105	59	142	260	190
4a	L. Tanjung Jerangking	12	714	22	95	11	143	48	128	99	139	693	225
4b	Laut Tanjung Jerangkin	17	603	26	87	44	149	39	133	100	130	329	235
5	Laut Genting Teratai	15	630	LOD	96	60	101	38	119	78	127	321	201
6	Laut Mempiteh	13	714	15	96	60	141	44	131	93	147	645	227
7	Laut Senawar	11	824	26	96	20	189	37	138	113	126	655	249
8	Laut Serodong	13	944	24	98	49	145	46	129	98	148	948	274
9a	Laut Melai	17	582	LOD	85	68	186	56	149	127	117	488	230
9b	Laut Melai	15	831	35	82	LOD	151	61	120	88	117	1130	284
10	Laut Batu Busuk	13	651	25	83	55	146	83	131	92	105	1097	211
11	Laut Labun	18	555	8	87	54	193	59	146	104	93	1032	209
12	Laut Jemberau	50	782	46	113	68	67	156	109	23	156	1679	221
	Min	17± 10	693 ±132	18± 14	92± 8	48± 21	140± 37	62± 30	128± 2	85± 31	130± 17	726± 434	232± 0
	Had pengesanan (LOD)	0.5	2	1	2	1	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5

LOD – di bawah had pengesanan

Keputusan kajian menunjukkan bahawa setiap unsur mempunyai kepekatan yang berbeza bagi setiap lokasi persampelan. Secara amnya keputusan mendapati Laut Jemberau mempunyai kepekatan yang paling tinggi bagi unsur As, Co, Cr, Cu, Pb, V dan Zn dengan kepekatan masing-masing unsure sebesar 50, 46, 113, 68, 156, 156 dan 1679 ppm. Dua bekas lombong besi dan barit serta kedudukannya yang berdekatan dengan Laut Gumun dan terdapatnya kawasan pelancongan Tasik Chini, pembukaan FELDA, penempatan dan yang terbaru ialah Pusat Latihan Khidmat Negara dipercayai menyumbang terhadap kandungan unsur yang tinggi ini. Hal ini menunjukkan sememangnya perlombongan dan pembangunan yang terdapat di sekitar lokasi persampelan mempengaruhi kepekatan unsur dan keputusan ini mempamerkan sedimen boleh bertindak sebagai sinki kepada pencemaran akuatik sebagaimana yang dilaporkan oleh Mouhi et.al [3].

Kajian para penyelidik Kanada di Tasik Killarney, Canada mendapati sampel dari kawasan perindustrian mempunyai unsur-unsur kadmium, kuprum, plumbum, nikel dan zink manakala pada kawasan yang masih lagi terpelihara terdapat unsur-unsur ferum, mangan, arsenik dan kobalt [4]. Kajian lain pula melaporkan arsenik biasanya ditemui dalam sedimen tasik dengan kepekatan 1-15 ppm [5]. Menurut Fytianos dan Laurantou [6] dalam kajiannya terhadap sampel sedimen di Tasik Volvi dan Koronia di Greece terdapat tujuh unsur yang dapat dikesan iaitu kadmium, plumbum, kromium, kuprum, mangan, zink dan ferum. Sampel ini diambil di dua keadaan cuaca yang berbeza dan kedua-dua tasik ini merupakan tasik yang masih belum tercemar.

Krumgalz dan Fainshtein (1991) [7] pula melaporkan sedimen bagi kawasan Haifa Bay yang berdekatan dengan kawasan perindustrian dan perbandaran menunjukkan terdapat pengumpulan merkuri, plumbum, zink, kadmium, ferum dan kuprum. Kuprum, zink, plumbum dan kadmium juga ditemui dalam sedimen Kenyan Coast. Kajian oleh Mouhi et.al [3] juga mendapati kawasan persampelan sediment Makupa yang berdekatan dengan kawasan perindustrian dan pelupusan sampah tinggi kandungan unsur. Sebagai contoh mereka mendapati kepekatan (ppm) masing-masing kuprum, zink, plumbum dan kadmium adalah setinggi 102.0 ± 46.0 , 1017.0 ± 840.0 , 103.0 ± 35.8 , dan 51.0 ± 14.3 manakala kepekatan (ppm) unsur kawasan Port Reitz Creek yang kurang tercemar adalah kuprum, 21.6 ± 7.1 ; zink, 57.1 ± 17.9 ; plumbum, 26.2 ± 11.6 dan kadmium, 1.38 ± 14.3 .

Menurut Kamaruzzaman et. al (2004) [8], kepekatan logam berat dalam sedimen dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti ciri sedimen, jenis, kualiti bahan organik dan saiz partikel sedimen itu sendiri. Kajian oleh Suhaimi-Othman & Tan (2004) [9] pula mendapati saiz butiran sedimen memainkan peranan penting dalam menentukan keupayaan sedimen menjerap logam di mana pengurangan saiz sedimen didapati meningkatkan keupayaan memerangkap logam.

Analisis keradioaktifan tabii

Selain kandungan unsur, analisis keradioaktifan juga telah ditentukan menggunakan spektrometri gama seperti yang diberikan dalam Jadual 2. Keputusan analisis menunjukkan kepekatan radionuklid tabii bagi masing-masing uranium-238, torium-232 dan kalium-40 pada hampir semua stesen mencatatkan bacaan melebihi had purata dunia.

Jadual 2: Kepekatan radionuklid tabii sampel sedimen Tasik Chini

Stesen	Kepekatan radionuklid					Nisbah Th:U
	K-40 (Bq/kg)	Th-232 (Bq/kg)	Th-232 (ppm)	U-238 (Bq/kg)	U-238 (ppm)	
Laut Gumun: 1a	599	126.8	32.0	215.6	16.0	2 : 1
Laut Gumun: 1b	757	109.8	28.0	130.7	10.0	3 : 1
L. Pulau Balai: 2	549	189.7	48.0	225.8	17.0	3 : 1
Laut Chenanam: 3	674	206.7	52.0	268.4	20.0	3 : 1
L. Tanj. Jerangking: 4a	713	139.3	35.0	142.1	11.0	3 : 1
L. Tanj. Jerangking: 4b	594	143.7	36.0	114.0	9.0	4 : 1
L. Genting Teratai: 5	690	178.8	45.0	170.2	13.0	4 : 1
Laut Mempiteh: 6	656	152.2	39.0	135.9	10.0	4 : 1
Laut Kenawar: 7	760	152.1	39.0	90.5	7.0	6 : 1
Laut Serodong: 8	818	105.9	27.0	151.3	12.0	2 : 1
Laut Melai: 9a	537	160.3	41.0	54.5	4.0	10 : 1
Laut Melai: 9b	741	170.5	27.0	153.5	12.0	2 : 1
L. Batu Busuk: 10	435	168.3	43.0	400.5	31.0	1 : 1
Laut Labun: 11	475	221.4	56.0	292.8	22.0	3 : 1
Laut Jemberau: 12	277	178.8	45.0	319.3	24.0	2 : 1
Min	618.3	160.3	39.5	191.0	14.5	3:1
	± 1454	± 32.8	± 8.9	± 94.7	± 7.2	
UNSCEAR (tanah) [14].	400	-	6.3	-	2.0	3:1

Kajian menunjukkan purata kepekatan uranium-238 adalah 191.0 ± 94.7 Bq/kg (14.5 ± 7.2 ppm) manakala bagi torium-232 pula ialah 160.3 ± 32.8 Bq/kg (39.5 ± 8.9 ppm) iaitu 5 atau 6 kali lebih tinggi berbanding kepekatan purata dunia. Walau pun kepekatan Th-232 dan U-238 lebih tinggi, tetapi nisbah Th:U masih lagi 3:1. Ini menunjukkan pertambahan U-238 dan Th-232 berpunca dari sumber tabii. Bagi kawasan kajian Tasek Chini

ini, aktiviti perlombongan serta jenis batuan yang terdapat di sini dijangka banyak mempengaruhi nilai keradioaktifan tabii yang tinggi ini. Peningkatan kepekatan uranium-238, torium-232 dan kalium-40 di kerak bumi secara umumnya semakin tinggi apabila kandungan SiO₂ dan K₂O dalam kerak bumi semakin tinggi [10,11].

Keputusan kajian ini juga mendapati radionuklid buatan manusia iaitu Cs-137 di lima stesen secara kualitatif iaitu Laut Gumun (1a,1b), Laut Mempiteh (6), Laut Melai (9b) dan Laut Labun (11). Radionuklid buatan Cs-137 memang boleh ditemui dalam sampel yang tidak terganggu kerana ianya berpunca dari radionuklid guguran. Kajian oleh Muhamad Omar [12] melaporkan kehadiran Cs-137 antara 0.2 – 10.0 Bg/kg bagi beberapa sampel tanah di Malaysia.

Kesimpulan

Kajian penentuan unsur dalam sampel sedimen Tasik Chini menggunakan teknik pendarfluor sinar-X telah dapat mengesan 12 unsur. Unsur-unsur tersebut ialah As, Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Zn dan Zr. Kesemua unsur ini mempunyai kepekatan yang berbeza di setiap lokasi kajian iaitu As (11-50 ppm), Ba (553-944 ppm), Co (8-46 ppm), Cr (82-113 ppm), Cu (11-68 ppm), Ni (67-193 ppm), Pb (37-156 ppm), Rb (105-149 ppm), Sr (18-127 ppm), V (93-156 ppm), Zn (147-1679 ppm) dan Zr (190-290 ppm). Walaupun persekitaran Tasik Chini dikatakan masih lagi terpelihara, namun terdapat juga kepekatan unsur yang tinggi terutamanya di Laut Jemberau. Sebanyak tujuh jenis unsur di laut ini mempunyai kepekatan paling tinggi jika dibandingkan dengan lokasi kajian yang lain. Unsur tersebut ialah As (50 ppm), Co (46 ppm), Cr (113 ppm), Cu (68 ppm), Pb (156 ppm), V (156 ppm) dan Zn (1679 ppm). Kawasan Laut Jemberau ini dikelilingi oleh banyak aktiviti manusia seperti berdekatan dengan kawasan carigali barit (mineral) pembalakan dan pembukaan tanah untuk pembinaan FELDA dan kawasan rekreasi serta berdekatan dengan kawasan pelancongan Tasik Chini di Laut Gumun dan lombong besi di bahagian selatan Laut Jemberau.

Hasil kajian juga menunjukkan bahawa kepekatan radionuklid tabii uranium-238, torium-232 dan kalium-40 dalam sediment Tasik Chini melebihi nilai purata kepekatan dunia tetapi bersumberkan secara tabii. Selain itu radionuklid guguran Cs-137 turut ditemui di lima lokasi kajian secara kualitatif sahaja.

Rujukan

1. ERINCO. 1992. *Kuala Sungai Chini Gateway Development Plan Vol 1*. Petaling Jaya: ERINCO.
2. ERINCO. 1993. *Tasik Chini Eco Tourism Development Study Environment Impact Assesment Vol II*. Petaling Jaya: ERINCO.
3. Muohi, A.W., Mavuti, K.M., Omondi, J.G. & Onyari, J.M. 2003. Heavy metals in sediments from Makupa and Port-Reitz Creek systems: Kenyan Coast. *Environment International*. **28**: 639-647.
4. Nelson, B., Chen, Y.W., Gunn, J. M. and Dixit, S.S. 2004. Sediment Trace Metal Profiles in Lakes of Killarney Park, Canada from Regional to Continental Influence.
5. Lollar, B. S. 2004. *Treatise on Geochemistry Environmental Geochemistry*. Ed. ke-9. Oxford: Elsevier Pergamon.
6. Fytianos, K. & Lourantou, A. 2004. Speciation of elements in sediment samples collected at lakes Volvi and Koronia, N.Greece. *Environment International*. **30**(1):11-17.
7. Krumgalz, B. S. & Fainshtein, G. 1991. Trace Metal and Organic Matter in Nearshore Sediment Cores from the Eastern Mediterranean (Haifa Bay of Israel). *Marine Environmental Research*. **31**: 1-15.
8. Kamaruzzaman, B. Y., Ong, M. C. & Willison, K. Y. S. 2004. *Taburan Kepekatan Elemen-elemen Kimia di dalam Teras Sedimen di Hutan Paya Bakau Paka, Terengganu*. Prosiding Simposium Kimia Analisis Malaysia Ke 17.
9. Suhaimi-Othman, M. & Tan, B. F. 2004. *Kajian Kandungan Logam Berat (Cu, Cd, Zn dan Pb) di dalam Air, Sedimen dan Udara Air Tawar Macrobrachium lanchesteri di Sungai Langat*. Prosiding Simposium Kimia Analisis Malaysia Ke 17.
10. International Atomic Energy Agency (IAEA). 1990. *The Use of Gamma Ray Data To Define The Natural Radiation In Environment*. IAEA-TECDOC_566, Vienna: IAEA.
11. Khursyid Alam Butt, Amanat Ali & Aziz Ahmad Qureshi. 1998. Estimation of Environmental Gama Background Radiation Levels in Pakistan. *Health Physics*. **75**(1): 63-66.
12. Muhamad Omar (1991), Environmental Radiation and Its Relation with Man. *Nuclear Buletin of Malaysia*. **1**(2). 16-18.