

AKTIVITI ^{226}Ra DAN ^{228}Ra PADA PERMUKAAN SEDIMEN BAGAN LALANG, SELANGOR

Che Abd Rahim Mohamed¹, Zaharuddin Ahmad² dan Nioo Siew Yew²

¹*Pusat Pengajian Sains Sekitaran Dan Sumber Alam, Fakulti Sains Dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia*

²*Agensi Nuklear Malaysia, Bangi, 43000 Kajang, Selangor, Malaysia*

Key words: ^{226}Ra , ^{228}Ra , sediment

Abstrak

Sebanyak enam stesen sampel sedimen telah dipilih di Sungai Sepang Kecil, Selangor pada bulan Mac, September dan Oktober 2004. Hasil kajian mendapati bahawa terdapat perbezaan yang bererti antara masa persampelan bagi aktiviti ^{226}Ra dan ^{228}Ra ($P < 0.01$). Purata aktiviti pada bulan Mac mencatatkan nilai tertinggi, iaitu masing-masing dengan aktiviti 161.30 Bq kg⁻¹ dan 466.88 Bq kg⁻¹ bagi ^{226}Ra dan ^{228}Ra . Manakala aktiviti isotop radium pada bulan September dan Oktober pula masing-masing mencatatkan nilai purata 24.77 Bq kg⁻¹ dan 69.22 Bq kg⁻¹ bagi ^{226}Ra serta 73.13 Bq kg⁻¹ dan 1284.58 Bq kg⁻¹ bagi ^{228}Ra . Kesan Monsun Timur Laut mungkin merupakan faktor yang mendorong aktiviti isotop radium yang lebih tinggi ketika persampelan bulan Mac. Hasil kajian memperolehi bahawa sedimen di Bagan Lalang adalah jenis berpasir dan mempunyai variasi saiz yang terhad. Di samping itu, didapati bahawa isotop radium adalah lebih terjerap dengan sedimen yang bersaiz antara 63 – 125 μm yang biasanya mengandungi kandungan feldspar alkali yang tinggi.

Abstract

Six stations had selected from Sungai Sepang Kechil, Selangor during Mac, September and October 2004 for sediment analysis. The results showed a significant difference among the ^{226}Ra and ^{228}Ra activities ($P < 0.01$) with sampling period. The highest activities of ^{226}Ra and ^{228}Ra have obtained during the sampling on Mac, which show the average activities 161.30 Bq kg⁻¹ and 466.88 Bq kg⁻¹, respectively. Meanwhile, ^{226}Ra activities obtained on September and October are in the average of 24.77 Bq kg⁻¹ and 69.22 Bq kg⁻¹, respectively. Average activities of ^{228}Ra are 73.13 Bq kg⁻¹ and 1284.58 Bq kg⁻¹, respectively for September and October. Northeast Monsoon effect might cause the higher activities of radium isotopes during sampling on Mac. Sediments from Bagan Lalang are sandy type with a limited size variation. Furthermore, radium isotopes are more adsorbed on the particles sediments between size 63 – 125 μm , which usually rich in alkaline feldspar.

Pengenalan

Sifat radiologi isotop radium yang membahayakan kesihatan awam merupakan salah satu faktor ia sering kali dikaji oleh para saintis. Di samping itu, setengah hayat isotop radium semulajadi (^{223}Ra , ^{224}Ra , ^{226}Ra dan ^{228}Ra) yang berbeza dari beberapa hari hingga 1600 tahun mencetuskan ia sesuai digunakan sebagai penyurih semulajadi dalam pelbagai bidang seperti proses pencampuran dalam sistem akues serta kajian kronologi dalam lautan dan tasik [1].

Selain itu, hubungan antara isotop-isotop radium juga sesuai untuk mengkaji fluks dan kadar pencampuran air daripada daratan dengan air laut dan estuari serta menyiasat pertukaran antara air bawah tanah dengan air permukaan [2, 3]. Manakala perubahan pekali jerapan (adsorption coefficient) di antara radium dengan air tawar dan air masin telah mengakibatkan radium terikat kuat dengan butiran sedimen dalam air tawar, malah cenderung terlarut dalam air masin. Keadaan ini disebabkan oleh radium lebih cenderung terjerap dalam bahan terampai dengan kekuatan ionik meningkatkan dan kepekatan partikel menurun. Oleh yang demikian, keterlarutan radium adalah lebih tinggi di kawasan estuari dan persisir pantai [4]. Tujuan kajian ini dilakukan adalah untuk melihat taburan aktiviti isotop ^{226}Ra dan ^{228}Ra di permukaan sedimen kawasan Bagan Lalang, Selangor serta mengkaji kesan saiz partikel terhadap isotop radium.

Bahan dan Kaedah

Lokasi kajian dan persampelan

Pantai Bagan Lalang terletak berdekatan dengan kawasan Lembah Kelang dan diperkenalkan oleh Kerajaan Selangor pada tahun 1990-an [5]. Projek “Sepang Gold Coast” dan “Sepang Water City” yang diperkenalkan oleh Permodalan Negeri Selangor Berhad (PNSB) dijangka akan menggunakan tanah seluas 4621 ekar, iaitu pinggir Sungai Sepang Kecil dan Sungai Sepang Besar serta pinggir pantai Bagan Lalang hingga ke Tanjung Sepat [6]. Oleh yang demikian, salah satu sebab kajian ini dilakukan di Sungai Sepang Kecil adalah untuk menghasilkan satu data pangkalan sebelum ia diperbangunkan.

Sebanyak tiga kali persampelan (Jadual 1) dijalankan di enam stesen yang ditentukan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 dan Jadual 1. Sungai Sepang Kecil dipilih sebagai kawasan kajian kerana ia dapat memaparkan sistem aliran yang membezakan antara air payau dengan air laut.

Jadual 1. Stesen-stesen persampelan sedimen di sekitar Sungai Sepang Kecil, Bagan Lalang.

Stesen	Kod	Latitud (U)	Longitud (T)
1	BL1	02°36'55''	101°41'07''
2	BL2	02°36'35''	101°40'20''
3	BL3	02°36'30''	101°39'19''
4	BL4	02°36'05''	101°38'05''
5	BL5	02°36'11''	101°36'56''
6	BL6	02°36'06''	101°35'38''

Sampel sedimen permukaan dasar laut diambil pada setiap stesen kajian dengan *Ponar Grab*. pH setiap sampel diukur dengan pH meter (model 210Aplus, *Thermo Orion*) di lapangan. Seterusnya, sampel sedimen disimpan dalam beg plastik dan dibawa ke makmal untuk analisis lanjutan.

Analisis kajian

Ketika di makmal, sampel sedimen dikeringkan dengan ketuhar pada suhu 60°C. Porositi (Φ) sampel sedimen dicatatkan. Seterusnya ketumpatan sedimen dikira dengan menggunakan persamaan 1(7)



Rajah 1. Stesen kajian di Bagan Lalang, Selangor

$$\text{Ketumpatan sedimen } \rho_s = \frac{2.6}{1 - \Phi} \quad (1)$$

Seterusnya, sampel sedimen kering ditumbuk dengan menggunakan mortar dan diayak dengan pengayak elektronik bagi menentukan partikel saiz sedimen. Diameter (d) sampel sedimen yang bersaiz: $125 < d < 250 \mu\text{m}$, $63 < d < 125 \mu\text{m}$ dan $d < 63 \mu\text{m}$ disimpan untuk analisis yang seterusnya. Pengelasan partikel sedimen dilakukan

menggunakan skala Wentworth. Skala ini digunakan secara meluas dan partikel saiz sedimen ditukar kepada unit phi (Φ) (8).

$$\Phi = -\log_2 \text{mm} \quad (2)$$

Pengukuran statistik yang lazim digunakan dalam skala Wentworth adalah:

$$\text{Purata } \bar{x} = \frac{\Phi 16 + \Phi 50 + \Phi 84}{3} \quad (3)$$

$$\text{Ralat } \sigma = \frac{\Phi 84 - \Phi 16}{4} + \frac{\Phi 95 - \Phi 5}{6.6} \quad (4)$$

$$\text{Skewness (sk)} = \frac{\Phi 16 + \Phi 84 - 2\Phi 50}{2(\Phi 84 - \Phi 16)} + \frac{\Phi 5 + \Phi 95 - 2\Phi 50}{2(\Phi 95 - \Phi 5)} \quad (5)$$

Sampel sedimen kering dicerna dengan asid hidroklorik. Lebih kurang 1 g sampel sedimen dimasukkan ke dalam bikar kaca bersama dengan 1 ml pembawa Ba^{2+} dan 20 ml 8 M asid hidroklorik ditambahkan. Campuran ini ditutup dengan penutup kaca dan dipanaskan atas piring pemanas selama 2 – 3 jam. Seterusnya, hasil hadaman dibiarkan sejuk dan dituras dengan kertas turas yang berdiameter 47 mm dengan saiz liang 0.45 μm (G/FC filter, Whatman). Hasil turasan dikeringkan atas piring panas. Bahan yang tertinggal dalam bikar dilarutkan dengan lebih kurang 50 ml asid perklorik 1% untuk proses penulenan radium.

Radium ditulenkan dengan menggunakan turus pemisah kation AG 50W-X4 Resin (200-400 mesh, Bio-rad). Di mana sampel (≈ 50 ml) dialir dalam turus pemisah kation untuk penulenan. Kemudiannya, 200 ml asid hidroklorik 1.5 M dialirkan melalui turus. Efluen disimpan dalam bikar dan dikeringkan atas plat pemanas. Hasil pengeringan dilarutkan dengan asid nitrik 0.5 M (≈ 100 ml). Seterusnya, 2 ml asid sulfurik pekat ditambahkan. Mendakan barium sulfat (BaSO_4) yang terbentuk diturunkan dengan menggunakan kertas turas berdiameter 25 mm (GF/C, Whatman). Berat bersih BaSO_4 dicatatkan untuk mendapatkan perolehan semula kimia sampel. Seterusnya, BaSO_4 diletakkan atas disk *stainless steel* dan dilabut dengan kertas plastik. Disk yang disiap balut dibilang dengan Spektrometer Gross Alfa/Beta (model LB5100-W, Tennelec) setelah keseimbangan sekular radium dengan anak-anaknya dapat dicapai (dibiarkan selama tiga bulan).

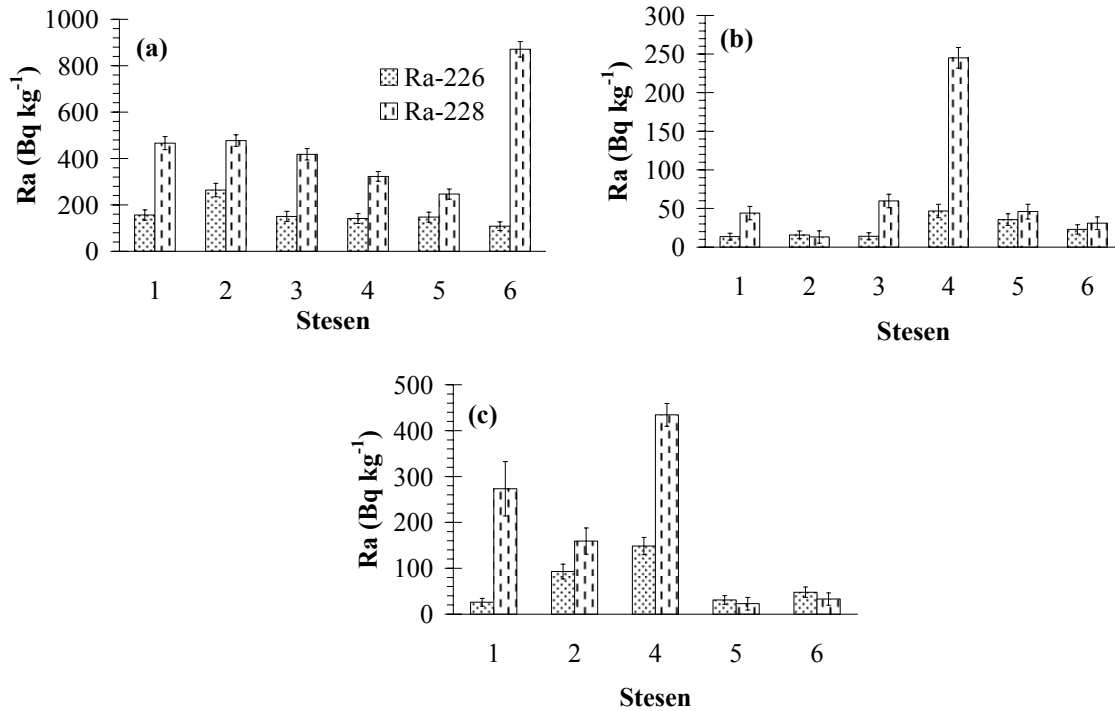
Hasil dan Perbincangan

Taburan isotop radium pada permukaan sedimen

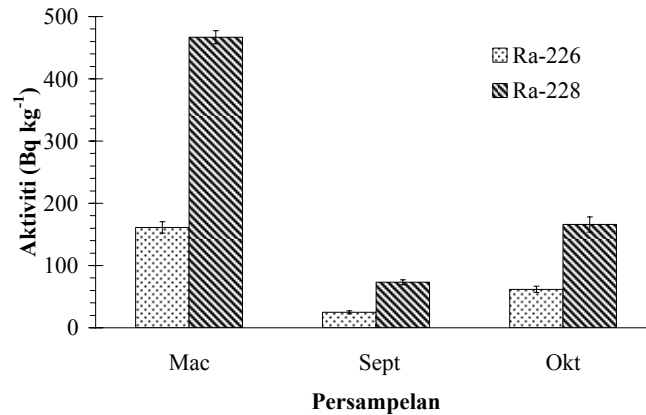
Rajah 2 menunjukkan taburan isotop radium pada permukaan sedimen di Bagan Lalang. Stesen 4 terletak pada mulut muara sungai mencatatkan aktiviti ^{226}Ra dan ^{228}Ra tertinggi pada bulan September dan Oktober. Hal sedemikian mungkin disebabkan oleh pengumpulan partikel sedimen yang dibawa dari sungai (semasa air surut) serta laut (semasa air pasang). Partikel sedimen yang terkumpul mungkin mengalami penjanaaan semula dan mengakibatkan aktiviti radium pada permukaan sedimen yang tinggi di Stesen 4. Oleh sebab ^{228}Ra mempunyai setengah hayat yang pendek (5.75 tahun), jadi penjanaaan semula bagi aktiviti ^{228}Ra adalah lebih cepat (≈ 280 kali) berbanding ^{226}Ra . Maka, nisbah aktiviti $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ di Stesen 4 juga tinggi, iaitu lebih kurang lima.

Manakala taburan aktiviti isotop radium pada permukaan sedimen pada bulan Mac 2004 adalah hampir sekata, kecuali aktiviti ^{228}Ra yang abnormal (870 Bq kg^{-1}) di Stesen 6. Faktor yang menyumbangkan aktiviti ^{228}Ra yang tinggi di Stesen 6 adalah tidak jelas.

Aktiviti isotop ^{226}Ra dan ^{228}Ra ($P < 0.01$) pada permukaan sedimen pula menunjukkan perbezaan yang sangat bererti dengan masa persampelan. Rajah 3 memaparkan taburan aktiviti isotop radium pada permukaan sedimen mengikut masa persampelan. Hasil kajian mendapati bahawa purata aktiviti ^{226}Ra dan ^{228}Ra adalah maksimum pada persampelan bulan Mac, iaitu masing-masing dengan purata aktiviti 161.30 Bq kg^{-1} dan 466.88 Bq kg^{-1} . Manakala aktiviti isotop radium pada bulan September dan Oktober adalah lebih rendah, iaitu dengan masing-masing mencatatkan nilai purata 24.77 Bq kg^{-1} dan 69.22 Bq kg^{-1} bagi ^{226}Ra serta 73.17 Bq kg^{-1} dan 184.58 Bq kg^{-1} bagi ^{228}Ra .



Rajah 2. Taburan ²²⁶Ra dan ²²⁸Ra pada permukaan sedimen ketika persampelan bulan (a) Mac, (b) September, dan (c) Oktober.



Rajah 3 Purata aktiviti ²²⁶Ra dan ²²⁸Ra pada permukaan sedimen mengikut masa persampelan.

Pantai barat Semenanjung Malaysia mengalami musim hujan ketika Monsun Timur Laut (Mac). Partikel sedimen dari daratan dan sungai turut dibawa oleh air hujan ke estuari dan lautan. Justeru itu, terdapat input tambahan bagi aktiviti isotop radium pada permukaan sedimen. Jadi, aktiviti isotop radium pada permukaan sedimen Mac adalah lebih tinggi berbanding dengan persampelan pada bulan September dan Oktober.

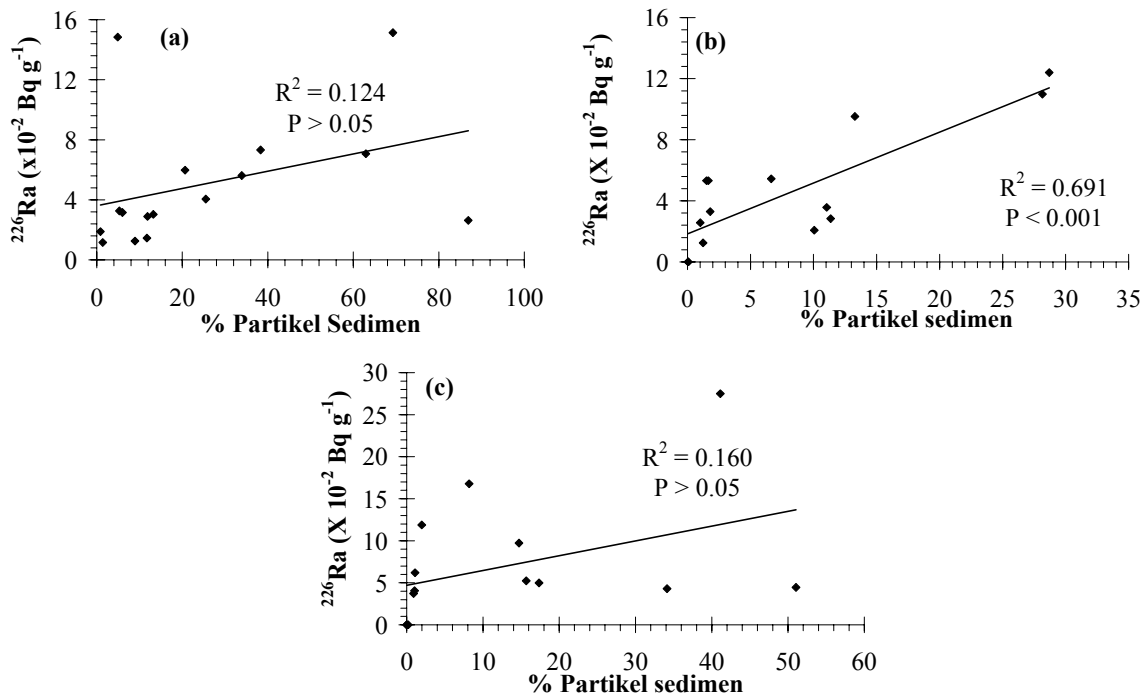
Kesan partikel saiz sedimen terhadap isotop radium

Jadual 2 menunjukkan partikel saiz dan jenis sedimen bagi ketiga-tiga persampelan. Secara keseluruhannya, permukaan sedimen Bagan Lalang dikelaskan dalam kumpulan pasir. Purata saiz sedimen (\bar{X}) adalah daripada saiz -0.83ϕ (pasir sangat kasar) hingga 3.12ϕ (pasir sangat halus). Ralat partikel sedimen (σ) yang besar merujuk kepada pengelasan sedimen Bagan Lalang adalah kurang baik, iaitu variasi partikel saiz sedimen yang diangkut atau termendak adalah kurang.

Jadual 2 Pengelasan sedimen di Bagan Lalang.

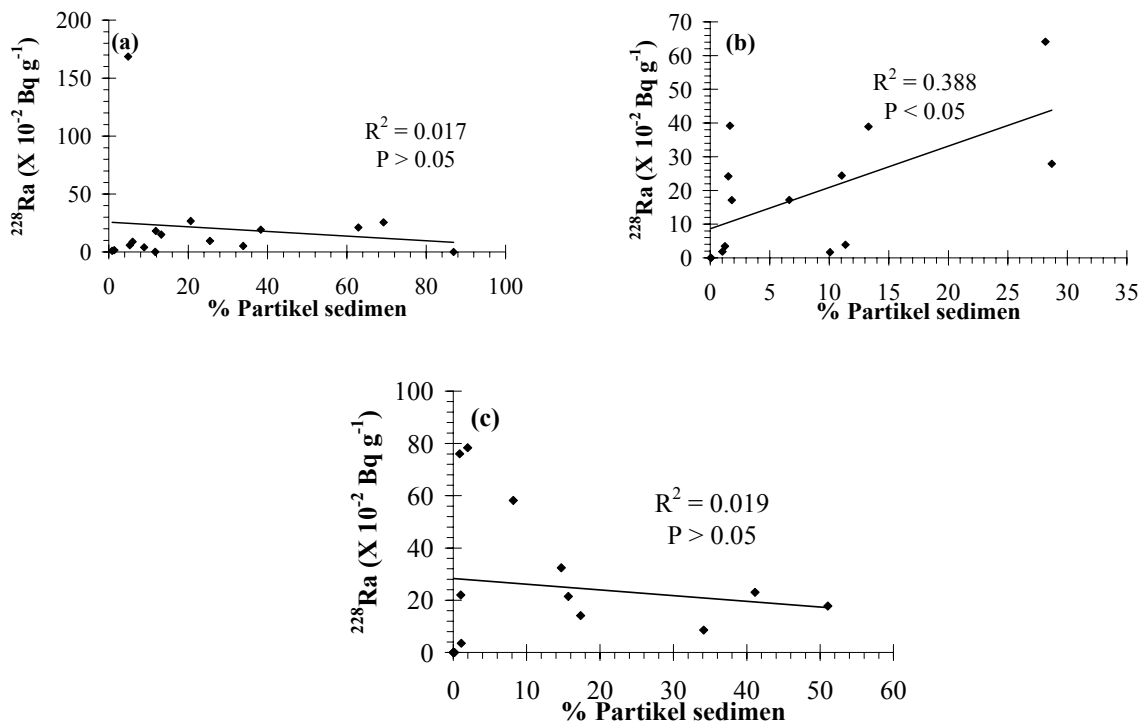
Stesen	Purata saiz (\bar{X}), Φ	Ralat (σ)	Skew (sk)	Porositi (Φ)	pH	Kelas sedimen
Mac						
1	1.95	0.84	0.18	0.41	9.51	Pasir sederhana
2	2.18	1.44	-0.16	0.52	8.65	Pasir halus
3	2.13	0.64	0.07	0.74	8.76	Pasir halus
4	-0.60	1.23	-0.39	0.83	8.36	Pasir sangat kasar
5	0.26	0.63	-0.32	0.81	5.58	Pasir kasar
6	-0.43	0.60	-0.19	0.84	4.11	Pasir sangat kasar
September						
1	1.91	1.98	-0.23	0.54	7.06	Pasir sederhana
2	1.67	0.54	-0.17	0.76	7.18	Pasir sederhana
3	0.32	0.61	0.19	0.81	7.58	Pasir kasar
4	-0.83	0.90	0.21	0.77	7.54	Pasir sangat kasar
5	-0.28	0.90	-0.28	0.81	7.98	Pasir sangat kasar
6	-0.54	0.85	0.55	0.83	7.94	Pasir sangat kasar
Oktober						
1	1.169	1.85	0.39	0.29	6.72	Pasir sederhana
2	1.09	2.20	0.05	0.39	7.22	Pasir sederhana
4	-0.67	1.29	-0.11	0.78	7.60	Pasir sangat kasar
5	-0.54	1.20	0.02	0.84	7.73	Pasir sangat kasar
6	0.01	0.75	-0.18	0.81	7.83	Pasir kasar

Nilai skewness (sk) pula digunakan sebagai penunjuk bagi sejarah taburan partikel saiz sedimen. Sampel yang mempunyai nilai sk yang positif menunjukkan bahawa stesen tersebut mengandungi lebih partikel yang halus. Sumber kemasukan partikel halus ini mungkin disebabkan oleh peningkatannya partikel halus yang termendak ataupun partikel yang kasar telah berpindah daripada stesen tersebut. Manakala bagi sampel yang mempunyai nilai sk yang negatif merujuk kepada pemendakan partikel kasar telah berlaku di kawasan tersebut. Faktor yang mendorong kepada perubahan nilai sk adalah angin dan kesan ombak (8).



Rajah 4: Kolerasi aktiviti ²²⁶Ra dalam sedimen Bagan Lalang dengan peratusan partikel sedimen dengan saiz partikel (a) +2< Φ <+3, (b) +3< Φ <+ 4, dan (c) Φ >+4.

Rajah 4 dan 5 memaparkan kesan saiz partikel terhadap isotop radium. Hasil kajian mendapati bahawa aktiviti ^{226}Ra ($P < 0.01$) dan ^{228}Ra ($P < 0.05$) lebih terjerap dalam partikel sedimen bersaiz $+3 < \phi < +4$ ($63\text{-}125\mu\text{m}$). Menurut Zhang et al (9), logam alkali bumi, iaitu barium dan strontium (mempunyai sifat yang menghampiri dengan radium) juga menunjukkan kolerasi positif dengan partikel saiz yang lebih kasar. Keadaan ini mungkin disebabkan oleh feldspar alkali yang biasanya wujud dalam partikel yang lebih kasar mengandungi unsur barium, strontium, rubidium dan cesium yang tinggi (10).



Rajah 5. Kolerasi aktiviti ^{228}Ra dalam sedimen Bagan Lalang dengan peratusan partikel sedimen dengan saiz partikel (a) $+2 < \phi < +3$, (b) $+3 < \phi < +4$, dan (c) $\phi > +4$.

Kesimpulan

Secara kesimpulannya, aktiviti isotop radium pada permukaan sedimen adalah lebih tinggi ketika musim hujan. Air hujan merupakan agen pembawa partikel sedimen yang mengandungi isotop radium dari daratan dan sungai ke estuari dan lautan. Sampel sedimen di Bagan Lalang dikelaskan sebagai jenis berpasir dengan mengandungi variasi saiz yang kurang. Di samping itu, aktiviti isotop radium juga boleh disimpulkan bahawa ia lebih terjerap dalam partikel yang bersaiz $63 - 125 \mu\text{m}$ yang biasanya mengandungi kandungan feldspar alkali yang tinggi.

Penghargaan

Terima kasih kepada MINT dan ahli makmal yang memberi bantuan dalam kajian ini.

Rujukan

- Kim, Y.J., Kim, C.K., Kim, C.S., Yun, J.Y., Rho, B.H. 1999. Determination of ^{226}Ra in environmental samples using high-resolution inductively coupled plasma mass spectrometry. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **240**: 613-618.
- Nour, S., El-Sharkawy, A., Burnett, W.C., Horwitz, E.P. 2004. Radium-228 determination of natural waters via concentration on manganese dioxide and separation using Diphonix ion exchange resin. *Appl. Radiat. Isot.* **61**: 1173-1178.
- Eikenberg, J., Tricca, A., Vezzu, G., Stille, P., Bajo, S., Ruethi, M. 2001. $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}/^{224}\text{Ra}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotope relationships for determining interactions between ground and river water in the upper Rhine Valley. *J. Environ. Radioact.* **54**: 133-162.
- Rama, Moore, W.S. 1996. Using the radium quartet to estimate water exchange and ground water input in salt marshes. *Geochim. Cosmochim. Acta.* **60**: 4645-4652.
- Dharmender, S. 2003. Rare sights at Bagan Lalang. <http://www.allmalaysia.info/news/story>. (17 Januari 2005).
- Sepang Gold Coast dan Sepang Water City. (atas talian) http://www.pnsb.com.my/n_jan03.htm. (17 Januari 2005).
- DiToro, D.M. 1999. *Sediment Flux Modelling*. New York: John Wiley & Sons.

8. Pethick, J. 1984. *An introduction to coastal geomorphology*. London: Edward Arnold.
9. Zhang, C., Wang, L., Li, G., Dong, S., Yang, J., Wang, X. 2002. Grain size effect on multi-element concentrations in sediments from the intertidal flats of Bohai Bay, China. *Appl. Geochem.* **17**: 59-68.
10. Gotze, J. 1998. Geochemistry and provenance of the Atlandrof feldspathic sandstone in the Middle Bunter of the Thuringian basin (Germany). *Chemical Geol.* **150**: 43-61.