

Profil Menegak ^{210}Pb di dalam Teras Sedimen dan Anggaran Kadar Pemandapan Sedimen di Perairan Sarawak

Zal U'yun Wan Mahmood¹, Zaharuddin Ahmad²,
Abd. Kadir Ishak² & Che Abd. Rahim Mohamed^{1*}

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

²Institut Penyelidikan Teknologi Nuklear Malaysia (MINT), Bangi,
43000 Kajang, Malaysia

*E-mail: carmohd@pkrisc.cc.ukm.my

ABSTRAK

Teras sedimen telah diambil di tiga stesen yang berasingan di perairan Sarawak, pada bulan Julai, 2004. Teras sedimen dipotong pada ketebalan 2 cm dan diguna untuk menganggar kadar pemendapan sedimen dengan menggunakan teknik ^{210}Pb . Penentuan keaktifan ^{210}Pb di dalam teras dilakukan melalui pengukuran anaknya, ^{210}Po dengan menggunakan sistem pembilang spektrometri alfa. Keputusan bagi taburan ^{210}Pb menunjukkan profil yang normal iaitu peningkatan dan penurunan di lapisan permukaan, kecerunan yang nyata di bahagian tengah lapisan dan hampir seragam di lapisan bawah sedimen. Kadar pemendapan sedimen di semua stesen telah ditentukan dan didapati agak berbeza, iaitu di dalam julat $0.18 - 0.43 \text{ cmthn}^{-1}$. Keadaan ini dipercayai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti proses percampuran secara fizikal dan biologi serta lain-lain faktor seperti topografi, pendepositan, kedalaman air dan jarak dari pantai.

ABSTRACT

Sediment cores were taken at three stations in the Sarawak coastal waters on July, 2004. The sediment cores were cut at 2 cm interval and were used to estimate the sedimentation rate using the ^{210}Pb technique. The determination of ^{210}Pb activity was performed by measurement of its daughter, ^{210}Po using alpha spectrometry system. The vertical distribution of ^{210}Pb in the sediment cores is normal profile, where fluctuated activities at the surface layer, well-sloped at the middle layer and nearly constant in the deepest layer. The sedimentation rates were calculated and varied with location with the range

from 0.18 – 0.43 cmyr⁻¹. In this case, it is believed that some factors can influenced the variation of sedimentation rate such as physical or biological mixing prossess, topography, deposition, water depth, distance from shore and others.

Kata kunci: Profil menegak; ²¹⁰Pb; teras sedimen; kadar pemendapan

Pendahuluan

Semenjak 200 tahun yang lampau, pemendapan telah menjadi isu utama yang memberi kesan ke atas sekitaran marin. Pemendapan sedimen merupakan suatu proses di mana bahan terampai akan termendak dengan meninggalkan bahagian atas sehingga menyebabkan pengurangan jumlah partikel dan meningkatkan konsentrasi di bahagian bawah. Ia penting untuk mengenal pasti kadar dan coraknya yang berlaku sejak beberapa abad yang lalu. Kadar pemendapan sedimen dan perubahan di dalam kadar pemendapan merupakan dua parameter yang sangat penting untuk menginterpretasikan sejarah pengdepositan dan keadaan persekitaran persisiran pantai (Panayotou 2004).

Penggunaan penyurih radioaktif semula jadi berhayat pendek seperti ²¹⁰Pb dalam penganggaran kadar pemendapan sedimen di persekitaran marin masih lagi kurang diketahui di Malaysia tetapi ia telah digunakan secara meluas di seluruh dunia semenjak beberapa dekad yang lalu. Dalam kajian ini, anggaran kadar pemendapan sedimen di dalam teras sedimen yang diambil di perairan Sarawak telah dilakukan dengan menggunakan teknik ²¹⁰Pb. Penentuan keaktifan ²¹⁰Pb di dalam teras sedimen dilakukan melalui pengukuran anaknya, ²¹⁰Po dengan menggunakan sistem pembilang spektrometri alfa.

²¹⁰Pb adalah radionuklid tabii yang dihasilkan dalam siri pereputan ²³⁸U dan mempunyai separa hayat, $t_{1/2}$ selama 22.3 tahun (Tee 2004; Bacon et al. 1987; Erten 1997). Ia sangat berguna dan sesuai digunakan sebagai penyurih untuk menentukan proses-proses geokimia yang berlaku di lautan (Bacon et al. 1987), iaitu dalam kajian oseanografi (Tee 2004), tasik dan estuari terutamanya dalam kajian percampuran dan pemendapan sedimen di kawasan tersebut (Sanchez-Cabeza et al. 1998) yang telah berlaku lebih dari 100 tahun yang lalu (Tee 2004; Erten 1997). Di persekitaran marin, sumber utama ²¹⁰Pb adalah dari atmosfera melalui pereputan ²²²Rn ($t_{1/2} = 3.8$ hari) yang terbebas daripada ²²⁶Ra yang terdapat di batuan dan tanah (Cochran et al. 1994). Menurut Panayotou (2004), ²¹⁰Pb yang sampai ke sedimen, kemungkinan dalam dua bentuk iaitu i) komponen ²¹⁰Pb tersokong (ia tidak berada dalam atmosfera) yang wujud secara langsung dari sedimen yang terhakis di dalam tadahan (marin) atau wujud dari isotop induknya, ²²⁶Ra yang hadir di dalam sedimen yang terhakis, dan ii) komponen ²¹⁰Pb tidak tersokong (lebih ²¹⁰Pb) dari atmosfera, terdeposit secara langsung ke atas permukaan lautan atau estuari. ²¹⁰Pb mempunyai masa penahanan yang pendek dalam atmosfera, jatuh ke dalam tasik atau lautan seterusnya tertanam di dalam sedimen dan selepas beberapa bulan ia melekat secara kekal ke atas partikel sedimen (Tee et al. 2003). Kenyataan ini disokong oleh laporan yang telah dibuat oleh Zajaczkowski et al. (2002) yang menyatakan pengdepositan ²¹⁰Pb dari atmosfera berlaku dalam jangka masa yang singkat jika dibandingkan dengan separa hayatnya, di mana ia akan terjerap di dalam marin melalui

pepejal terampai dan kadang-kadang bersatu dalam sedimen dasar sebagai radionuklid lebihan (tidak tersokong).

Bahan dan Kaedah

Pengambilan Sampel

Kawasan kajian adalah meliputi perairan Sarawak di Malaysia Timur. Sebanyak 3 stesen persampelan telah dipilih bermula dari Kuching hingga ke Bintulu (Rajah 1 & Jadual 1)). Persampelan teras sedimen dilakukan dengan menggunakan “*gravity box corer*”. Sampel kemudiannya dipotong kepada sejumlah lapisan dengan ketebalan 2.0 cm setiap lapisan. Sampel-sampel tersebut kemudiannya dimasukkan ke dalam bekas polietilena yang telah dibersihkan, sebelum ianya dikeringkan di makmal.



RAJAH 1: Peta Menunjukkan Lokasi Stesen Persampelan

JADUAL 1: Kawasan Persampelan, Koordinat, Kedalaman Air dan Jarak Stesen dari Pantai

Lokasi	Kawasan	Stesen	Latitud, °N	Longitud, °E	Kedalaman air (m)	Jarak dari pantai (Batu Nautika)
Perairan Sarawak	Kuching	SR 02	04° 00.0'	110° 01.9'	82.00	83.00
	Pulau Bruit	SR 03	04° 23.1'	111° 26.3'	94.00	94.00
	Bintulu	SR 04	04° 52.0'	112° 15.3'	92.00	113.00

Penyediaan dan Analisis Sampel

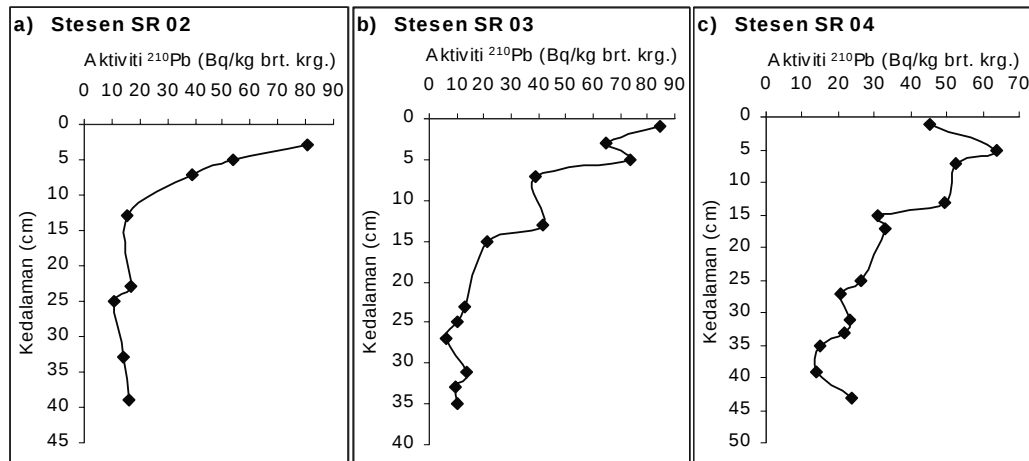
Kesemua sampel sedimen dikeringkan di dalam ketuhar pada suhu 60°C untuk tempoh 72 jam. Sampel-sampel yang telah kering ditimbang dan dihancurkan untuk mendapat butiran yang halus dan homogen.

Sejumlah penyurih ^{209}Po yang diketahui keaktifannya ditambah ke atas 2 gram sampel sedimen kering yang kemudiannya dicernakan secara berurutan dengan asid HNO_3 , HClO_4 dan HCl pekat (Wood et al. 1997). Sedimen yang tidak terlarut dipisahkan melalui proses pengemparan. Isotop polonium yang berada dalam larutan (0.5 M HCl) disadurkan secara spontan ke atas salah satu daripada permukaan kepingan logam perak (Carvalho 1995), asid askorbik ditambahkan bagi menghalang penyaduran Fe . Zarah alfa yang dipancarkan daripada kepingan perak diukur dengan pengesan silikon (sistem spektrometri alfa) yang disambung kepada sistem analisis multi-saluran (MCA). Proses pembilangan ke atas kepingan-kepingan logam perak tersebut dilakukan selama 24 jam. Kemudian, keaktifan ^{210}Pb ditentukan melalui pengukuran ^{210}Po dengan menganggap kedua-dua radioisotop berada dalam keseimbangan sekular dalam lapisan sedimen.

Hasil dan Perbincangan

Profil Menegak ^{210}Pb di dalam Teras Sedimen

Keputusan kajian mendapati profil menegak radionuklid ^{210}Pb yang dicerap dalam sampel teras sedimen yang diambil dari tiga stesen persampelan di perairan Sarawak adalah seperti Rajah 2 (a-c). Secara umumnya berlaku pengurangan yang tidak sekata dengan pertambahan kedalaman di semua stesen persampelan.



RAJAH 2: Profil Menegak Aktiviti ^{210}Pb di dalam Teras Sedimen

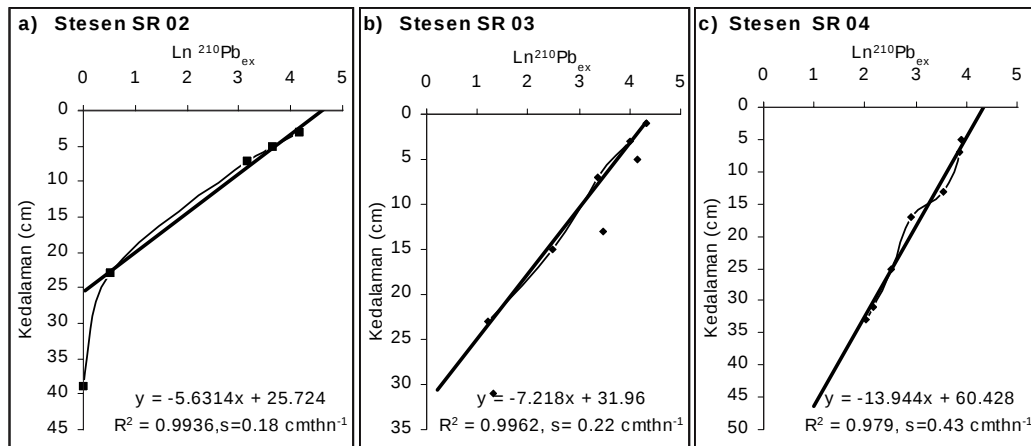
Taburan menegak ^{210}Pb di dalam teras sedimen menunjukkan corak pereputan yang normal, di mana ia terbahagi kepada 3 zon. Zon pertama adalah zon peningkatan dan penurunan aktiviti ^{210}Pb di lapisan permukaan yang disebabkan oleh percampuran biologi (bioturbasi) atau fizikal dan juga proses pengampaian semula ^{210}Pb . Kebiasaannya, keadaan ini berlaku pada kedalaman 0 – 9 cm seperti dapat dilihat dengan jelas di stesen SR 03 dan SR 04 yang telah mengalami percampuran sedimen. Ini menunjukkan bahawa pemendapan strata telah terganggu di stesen tersebut oleh proses percampuran secara fizikal dan/atau biologi (Hoshika & Shiozawa 1984). Menurut Lu dan Matsumoto (2005), ketebalan lapisan percampuran dianggarkan tidak melebihi 15% dari keseluruhan ketebalan profil menegak ^{210}Pb . Dalam hal yang demikian, ia jelas menunjukkan bahawa stesen kajian adalah terletak di kawasan persisiran yang mempunyai impak dalaman dan luaran yang ketara samada akibat kesan dari percampuran biologi atau fizikal. Zon kedua pula adalah zon pengurangan aktiviti ^{210}Pb dengan peningkatan kedalaman seperti mana yang ditunjukkan pada kedalaman 10 – 30 cm dan ia juga dikenali sebagai zon pereputan. Zon yang terakhir adalah zon yang mempunyai aktiviti ^{210}Pb yang hampir seragam yang terletak di lapisan yang paling dalam iaitu pada kedalaman > 30 cm (Gokmen et al. 1996).

Anggaran Kadar Pemendapan Sedimen

Hubungan antara kedalaman teras sedimen dengan logaritma ^{210}Pb lebih dalam setiap lapisan teras sedimen adalah seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3 (a-c) di bawah. Kecerunan graf merupakan fungsi kepada kadar pemendapan sedimen. Nilai kadar pemendapan sedimen di semua stesen persampelan telah diringkaskan di dalam Jadual 2. Secara keseluruhannya, kadar pemendapan sedimen didapati berada antara julat 0.18 – 0.43 cmthn^{-1} untuk kesemua stesen.

Didapati kadar pemendapan di stesen SR 04 adalah tinggi jika dibandingkan dengan stesen SR 02 dan SR 03. Ini adalah kerana stesen SR 04 terletak jauh dari daratan, dengan itu pembekalan ^{210}Pb dari sungai dan daratan adalah kurang jika dibandingkan dengan stesen SR 02 dan SR 03 yang agak hampir dengan daratan. Selain dari itu, ia juga disebabkan oleh kekurangan kemasukan ^{210}Pb lebih ($^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) dari atmosfera dan kemasukan partikulat ^{210}Pb lebih dari sungai (Wood et al. 1997).

Secara umumnya, kadar pemendapan sedimen adalah berbeza di semua stesen. Keadaan ini dipercayai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti proses percampuran secara fizikal (angin, ombak, arus pasang surut) dan biologi (bioturbasi iaitu gangguan oleh organisma benthik) serta lain-lain faktor seperti topografi, pengdepositan dan kedalaman air.



RAJAH 3: Penganggaran Kadar Pemendapan Sedimen di Stesen Persampelan

JADUAL 2: Kadar Pemendapan Sedimen di Stesen Persampelan yang Dipilih

Stesen Persampelan	Kadar Pemendapan Sedimen (cmthn^{-1})
SR 02	0.18
SR 03	0.22
SR 04	0.43

Kesimpulan

Keputusan kajian pada keseluruhannya mendapati taburan menegak ^{210}Pb di dalam teras sedimen adalah mengikut profil yang normal dan kadar pemendapan teras sedimen adalah agak berbeza dalam julat 0.18-0.43 cmthn^{-1} . Fenomena ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya seperti yang telah dibincangkan. Dalam hal yang demikian, ia boleh mengukuhkan lagi bukti-bukti yang membolehkan andaian dibuat bahawa stesen persampelan yang dikaji adalah sangat aktif secara fizikal dan biologi di samping itu juga terdapat kesan sampingan yang menyumbang kearah perubahan tersebut.

Penghargaan

Kajian penyelidikan ini adalah merupakan sebahagian daripada projek Pembangunan Data Asas Keradioaktifan Marin di Malaysia di bawah kerjasama MINT-AELB [kod projek AELB-MINT (ENV-4/2003)]. Kami mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada AELB kerana menyediakan peruntukan bagi melaksanakan projek ini, dan Jabatan Perikanan Malaysia kerana menyediakan kapal untuk ekspedisi persampelan. Jutaan terima kasih juga diucapkan kepada UKM dan semua warga MINT yang banyak membantu dalam persampelan dan analisis sampel.

Rujukan

- Bacon, M.P., Spencer, D. W & Brewer, P. G. 1973. *Earth Planet. Sc. Lett.*, **32**: 277-.
- Carvalho, F. P. 1995. ^{210}Pb and ^{210}Po in sediments and suspended matter in the Tagus estuary, Portugal. Local enhancement of natural levels by waters from phosphate ore processing industry. *Sc. Total Env.*, **159**: 201 – 214.
- Cochran, J.K., Frignani, M. Salamanca, M. Bellucci, L. G. & Guerzoni, S. 1994. Lead-210 as a tracer of atmospheric input of heavy metals in the Northern Venice Lagon. *Marine Chemistry*, **62**: 15 – 29.
- Erten, H. N. 1997. Radiochronology of lake sediments. *Pure & Appl. Chem.*, **69(1)**: 71–76.
- Gokmen, A., Yildiz, M., Erten, H.N. & Salihoglu, I. 1996. Dating the sea Marmara sediments by a uniform mixing model, *Journal Environment Radiat.*, **33**: 91-104.
- Hoshika, A. & Shiozawa, T. 1984. Sedimentation rates and heavy metal pollution of sediments in the Seto inland sea: Part 2. Hiroshima Bay. *J. Ocean. Soc. Japan*, **40**: 115 – 123.
- Lu, X. and Matsumoto, E. 2005. Recent sedimentation rates derived from ^{210}Pb and ^{137}Cs methods in Ise Bay, Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **65**: 83-93.
- Madsen, A. T., Murray, A. S., Andersen, T. J., Pejrup, M. & Breuning-Madsen, H. 2005. Optically stimulated luminescence dating of young estuarine sediments: a comparison with ^{210}Pb and ^{137}Cs dating. *Marine Geology*, **214**: 251 – 268.
- Panayotou, K. 2002. Use of lead -210 dating to identify recent sedimentation in estuaries: Case study of Minnamurra River estuary. *Coast to coast.*, 342 – 345.
- Sanchez-Cabeza, J.A., Masque, P. & Ani-Ragolta, I. 1998. ^{210}Pb and ^{210}Po analysis in sediments and soils by microwave acid digestion. *J. Radianal. Nucl. Chem.*, **227**: 19 – 22.
- Tee, L.T. 2004. Aktiviti Polonium-210 dan Plumbum-210 dalam persekitaran marin di Kuala Selangor, Pulau Besar dan Pulau redang. Tesis Sarjana Sains. Universiti Kebangsaan Malaysia
- Tee, L.T., Zaharudin Ahmad & Che Abd. Rahim Mohamed. 2003. Estimation of sedimentation rates using ^{210}Pb and ^{210}Po at the coastal water of Sabah, Malaysia. *J. R/anal. Nucl. Chem.*, **256(1)**: 115 – 120.
- Wood, A.K.H., Ahmad, Z., Shazili, N.A.M., Yaakob, R. dan Carpenter, R. 1997. Geochemistry of sediments in Johore Strait between Malaysia and Singapore. *Cont. Shelf Res.*, **17(10)**: 1207 – 1228.
- Zajaczkowski, M., Szczucinski, W. & Bojanowski, R. 2004. Recent changes in sediment accumulation rates in Adventfjorden, Svalbard. *Oceanologia*, **46(2)**: 217 – 231.