

KADAR PENGENAPAN SEDIMEN HUTAN PAYA BAKAU DI SUNGAI MIANG, PAHANG, MALAYSIA: KEPEKATAN MENEGAK ^{230}Th MELAWAN KAEDAH PENANDA BUATAN MENDATAR.

Kamaruzzaman Yunus^{1*}, Jamil Tajam², Hasrizal Shaari², Noor Azhar Mohd. Shazili²
& Misbahul, Mohd Amin²

¹*Institute of Oceanography and Maritime Studies,
International Islamic University Malaysia, Jalan Istana, 25200 Kuantan, Pahang.*

²*Fakulti Sains dan Teknologi,
University Malaysia Terengganu, 21030, Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia.*

*Corresponding author: kama@iiu.edu.my

Abstrak

Hutan paya bakau mempunyai nilai ekologi yang sangat berharga dan satu daripada peranan utamanya adalah sebagai perangkap sedimen yang mana banyak dihasilkan dari sungai dan atmosfera. Kaedah kepekatan menegak $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ memberikan kadar pengenaan sebanyak 0.54 cm th^{-1} . Kadar pengenaan yang diperolehi ini adalah setanding dengan kaedah penanda buatan mendatar yang memperolehi sebanyak 0.54 cm th^{-1} . Kaedah $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ adalah didapati lebih mudah dan cepat bagi penentuan kadar pengenaan. Penyediaan sampel juga adalah mudah dan sekaligus kaedah ini boleh digunakan dengan cepat dan senang bagi penentuan kadar pengenaan sedimen dikawasan hutan paya bakau.

Katakunci: Hutan paya bakau, $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$, penanda buatan mendatar

Abstract

Mangroves have enormous ecological value and one of their important role is to act as an efficient sediment trappers which dominantly supplied by rivers and the atmosphere to the oceans. Applying the $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ method, an average accretion rate of 0.54 cm yr^{-1} was obtained. This is comparable to that of an artificial horizon marker method giving an average of 0.54 cm yr^{-1} . The $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ method provides a rapid and simple method of evaluating $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ accumulation histories in sediment cores. Sample preparation is also significantly simplified, thus providing a relatively quick and easy method for the determination of the accretion rate in mangrove areas.

Keywords: Mangroves, $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$, horizon marker method

Pengenalan

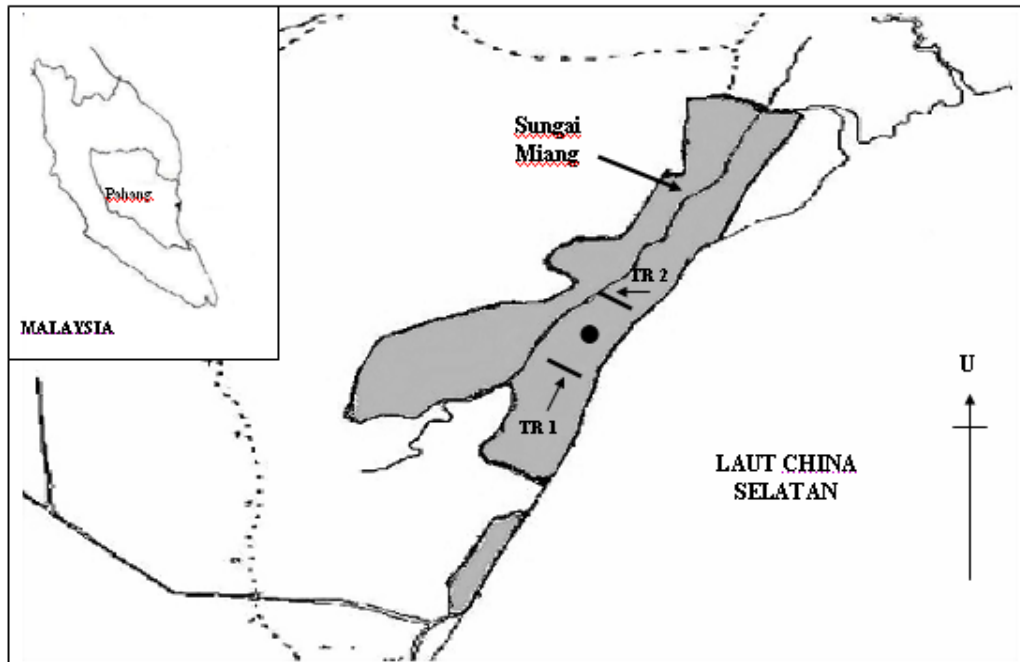
Hutan paya bakau adalah satu zon penampungan yang terletak di antara persekitaran pantai dan laut. Ia berfungsi sebagai pelindung dan menstabilkan persisiran pantai, memperkayakan perairan pantai, menghasilkan hasil hutan dan menyokong aktiviti perikanan pantai. Ia juga boleh bertindak secara cekap sebagai perangkap sedimen dan banyak bergantung kepada aliran pasang surut samada di angkut keluar atau masuk daripada kawasan hutan paya bakau [1]. Ramai berpendapat, kewujudan alur di dalam hutan paya bakau hanya sebagai satu ciri morfologi dan mempunyai peranan sebagai satu saluran untuk air sampai ke bahagian belakang hutan paya bakau semasa air pasang. Dari segi aspek biologi dan kimia, hutan paya bakau di kenalpasti sebagai kawasan yang berproduktiviti tinggi. Sementara itu bagi ahli geologi, hutan paya bakau pula di kenalpasti sebagai tempat pemerangkap sedimen yang baik. Ianya di gambarkan sebagai satu proses pemendapan sedimen yang berterusan dicelah-celah akar hutan paya bakau dan juga di kawasan persekitaran pantai yang berdekatan [2].

Walaupun ekosistem hutan paya bakau telah di kenalpasti sebagai kawasan perangkap sedimen yang penting, tidak banyak kajian yang berkaitan dijalankan. Beberapa orang saintis [3,4] telah memperkenalkan beberapa kaedah penentuan kadar pemendapan tetapi didapati tidak memberikan gambaran yang menyeluruh. Spenceley [5] dan Shahbudin et al. [6] telah memperkenalkan cara penentuan kadar pemendapan yang mudah dengan masing-masing menggunakan kaedah akar pneumatofor dan kaedah penanda tiruan mendatar. Sementara itu, bagi kaedah jangka masa panjang dengan menggunakan radionuklid telah banyak dilakukan [4, 7, 8] tetapi kaedah ini adalah tidak banyak dipraktikkan di kawasan persekitaran hutan paya bakau. Dalam kajian ini, dua kaedah penentuan kadar pemendapan di hutan paya bakau telah digunakan iaitu kaedah radionuklid (^{230}Th) dan kaedah penanda tiruan mendatar. Kaedah penentuan kadar pemendapan yang pertama adalah berdasarkan

kepada andaian ²³⁰Th yang mendap di dalam sedimen secara malar dan manakala bagi kaedah kedua pula adalah berdasarkan kepada ketebalan sedimen yang meningkat dalam satu jarak masa yang ditentukan.

Kaedah Dan Bahan

Lokasi Penyampelan



Rajah 1: Lokasi transek (-) dan sampel teras (.) di hutan paya bakau Sungai Miang, Pahang, Malaysia.

Hutan Paya Bakau Miang terletak di daerah Pekan iaitu ke selatan bandar Kuantan ibunegeri Pahang. Kawasan ini mempunyai keaslian sumber-sumber semulajadi dan kepadatan kepelbagaian hidupan biologi. Kawasan kajian ini terletak di zon kawasan yang menerima taburan hujan tahunan yang tinggi terutamanya ketika musim monsoon (November – Januari). Dalam kajian ini, dua transek (TR1 & TR2) telah dikenalpasti di mana masing-masing mempunyai 24 stesen (Rajah 1). Kedua-dua transek adalah di pilih di kawasan yang tidak terdapat gangguan biologi ataupun berdekatan dengan tempat yang tidak banyak mempunyai aktiviti manusia. Kepingan perspek di tanam mendatar pada setiap stesen bagi menentukan kadar pengenaan sedimen di kawasan ini. Sementara itu, satu sampel teras sepanjang 150 cm juga di ambil dengan menggunakan penyampelan teras-D. Sampel teras ini di potong kepada beberapa sekmen dengan jarak sekurang-kurangnya 5 cm, dilabelkan dan di simpan sehingga analisa makmal di jalankan.

Penentuan Kadar Pemendapan Dengan Kaedah Penanda Tiruan Mendatar.

Bagi pengukuran pemendapan sedimen, kaedah yang digunakan adalah berdasarkan kepada penentuan ketebalan menegak sedimen yang dibahagikan dengan julat masa pemendapan sedimen. Bagi tujuan kajian ini, kepingan perspek (9 cm x 9 cm x 1.5 mm) di tanam sedalam 1 kaki pada setiap stesen penyampelan dan di tanda dengan kayu penanda. Bagi membolehkan kestabilan bacaan diperolehi, sedimen yang terganggu pada peringkat awal perspek di biar selama sebulan sebelum bacaan pertama direkodkan. Bagi memastikan kestabilan sedimen bertambah, 5 lubang di tebuk pada setiap kepingan perspek supaya peresapan air boleh berlaku ke dalam sedimen. Ketebalan sedimen setiap stesen di ukur dengan mengambil purata 6 bacaan bagi setiap penanda. Ketepatan bacaan adalah lebih-kurang ± 2 mm. Purata ketebalan sedimen bagi setiap bulan

dalam kajian ini kemudian ditolak dengan ketebalan sedimen yang diperolehi daripada bulan sebelumnya. Nilai positif menunjukkan berlaku pemendapan, manakala nilai negatif menunjukkan berlaku hakisan.

Kaedah Analisis ²³²Th dan ²³⁰Th.

Sampel sedimen dihadamkan dan dianalisa bagi mendapatkan Th_{jumlah} (²³²Th) dengan menggunakan kaedah yang disyorkan [9 – 11] dengan sedikit pengubahsuaian. Alat ICP-MS (Inductively-Coupled Plasma Mass Spectrometer) yang sensitif digunakan bagi mengukur kepekatan Th dengan lebih tepat. Secara ringkasnya, kaedah penghadaman ini melibatkan pemanasan 50mg sampel tanah (63 μm) di dalam bikar Teflon dengan campuran asid HF, HNO₃ dan HCl sebanyak 2.0 ml. Kemudian campuran dimasukkan ke dalam jaket keluli dan dipanaskan pada suhu 150°C selama 5 jam. Selepas penyejukan, larutan campuran asid borik dan EDTA (3 ml) di masukkan dan di panaskan semula pada suhu 150°C selama 5 jam. Setelah disejukan pada suhu bilik, larutan jernih yang diperolehi dalam bikar teflon ini akan di masukkan ke dalam tabung uji polipropilena sebelum dicairkan kepada 10 ml dengan air suling. Larutan jernih yang tidak berkeladak adalah sepatutnya diperolehi pada peringkat ini. Proses penghadaman bagi sedimen piawai paya bakau serta pengkosong adalah mengikut prosedur yang sama. Nilai relatif bagi replikasi sampel di dapati kurang daripada 3 % dan nilai terakru bagi sedimen piawai adalah juga di dalam lingkungan ± 3%.

Kaedah analisis ²³⁰Th bagi penentuan kadar pemendapan di buat dengan mengikut kaedah yang telah disyorkan [11, 12, 13] dengan sedikit pengubahsuaian. Kaedah ini melibatkan pemanasan 1-2 g sedimen (63 μm) di hadamkan dengan larutan campuran (HF, HNO₃ dan HCL). Campuran yang mengandungi Th perlu dipanaskan bagi mendapatkan larutan yang jernih sebelum dimasukkan ke dalam resin bagi proses pemisahan dan penulinan Th. Kandungan ²³⁰Th yang keluar dari kolum dipanaskan sehingga kering sebelum di larutkan ke dalam 5% HNO₃. Kepekatan ²³⁰Th kemudiannya di ukur dengan menggunakan alat sensitif ICP-MS. Kejituan replikasi sampel didapati berada di dalam lingkungan ±3%. Ketepatan analisa adalah juga diuji dengan menganalisa sampel piawai (DL-1a) dan memperoleh nilai terakru yang kurang daripada ±3%.

Keputusan Dan Perbincangan.

Kadar pengendapan

Di dalam kajian ini, ketebalan bagi setiap stesen direkodkan dalam tempoh selama 12 bulan (Jan 2001 – Jan 2002). Kadar pegenapan yang diperolehi adalah tidak banyak berbeza dengan kawasan kajian lain yang berhampiran [14]. Jadual 1 menunjukkan purata kadar pemendapan yang diperolehi adalah sebanyak 0.54 cmthn⁻¹ dengan nilai yang positif diperolehi pada setiap bulan. Ini menunjukkan ada terdapat peningkatan kadar pemendapan bagi setiap bulan. Kadar pemendapan maksima diperolehi pada bulan Disember (0.83 cmthn⁻¹), manakala kadar pemendapan minimum diperolehi pada bulan Ogos (0.32 cmthn⁻¹). Kadar pemendapan tertinggi didapati dari bulan November hingga Januari iaitu semasa musim monsun berlaku.

Bagi kaedah yang kedua, ²³⁰Th_{ekses} digunakan bagi penentuan kadar pemendapan [15, 16]. Jumlah ²³⁰Th adalah diperolehi dengan menggunakan pengiraan seperti persamaan di bawah:

$$^{230}\text{Th}_{\text{ekses}} = ^{230}\text{Th}_{\text{jumlah}} - (0.8 \times ^{230}\text{Th}_{\text{jumlah}}) - ^{234}\text{U} (1 - \exp \{-\lambda^{230}t\}) \quad (1)$$

di mana ²³⁰Th_{jumlah} dan ²³²Th_{jumlah} adalah masing-masing daripada kepekatan ²³⁰Th dan ²³²Th yang diukur, dan ²³⁴U dan λ²³⁰ adalah kepekatan ²³⁴U dan kadar pereputan malar ²³⁰Th (9.24 x 10⁻⁶ thn). Bahagian yang kedua di sebelah kanan bagi persamaan ini (²³²Th) adalah perlu bagi menolak pecahan litogenik dan koefisien 0.8 adalah nilai purata nisbah ²³⁰Th/²³²Th bagi pecahan litogenik seperti yang dilaporkan leh Anderson [8]. Bahagian yang ketiga iaitu ²³⁴U(1-exp{- λ²³⁰ t}) adalah pembetulan bagi nilai ²³⁰Th yang dihasilkan dari ²³⁴U di dalam sedimen, yang mana ia adalah perlu kerana ²³⁰Th di hasilkan daripada autigenik U di dapati di dalam sedimen.

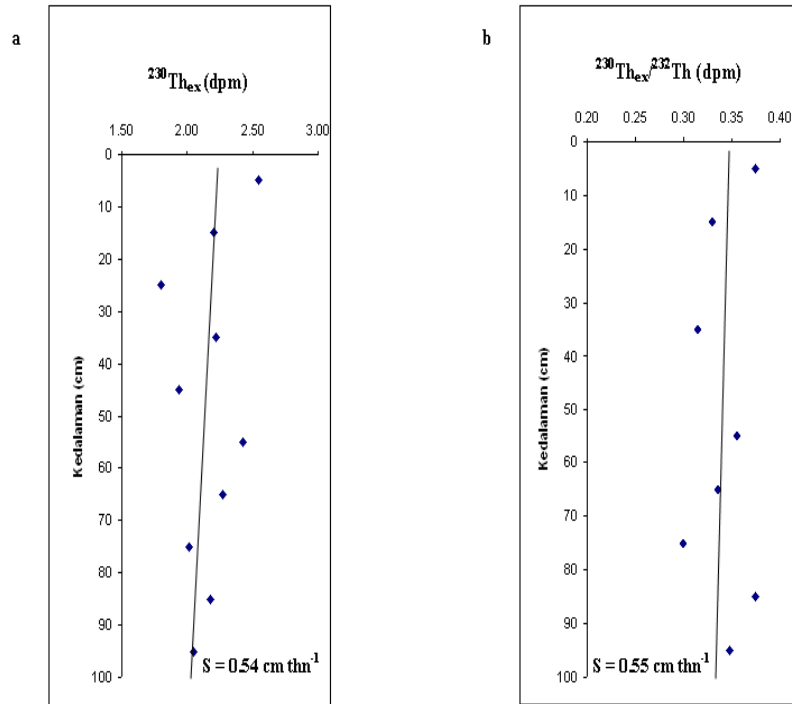
Penentuan kadar pemendapan adalah berdasarkan kepada andaian bahawa ²³⁰Th_{ekses} termendap di dalam sedimen dengan yang malar [17, 18]. Nilai bagi ²³⁰Th_{ekses} diperolehi daripada persamaan 1 adalah seperti dalam Jadual 2. Jika andaian didapati benar, kepekatan bagi ²³⁰Th_{ekses} dalam sedimen teras yang menunjukkan penurunan secara eksponen mengikut kedalaman, maka kadar pemendapan dapat dikira dengan menggunakan persamaan seperti berikut :

$$S = -\lambda^{230}/b \quad (2)$$

di mana b adalah kecerunan bagi keluk yang terbaik dalam plot logaritma kepekatan $^{230}\text{Th}_{\text{ekses}}$ terhadap kedalaman (cm). Bagi penentuan kadar pemendapan, kami menggunakan kedua-dua kepekatan $^{230}\text{Th}_{\text{ekses}}$ dan nisbah $^{230}\text{Th}_{\text{ekses}}/^{232}\text{Th}$. Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2, kadar pemendapan di dalam kawasan kajian adalah masing-masing 0.54 cmthn^{-1} dan 0.55 cmthn^{-1} . Keputusan yang diperolehi daripada kedua-dua kaedah ini adalah konsisten dengan purata kadar pemendapan sebanyak 0.54 cmthn^{-1} diperolehi. Walau bagaimanapun, kaedah penggunaan ^{230}Th adalah lebih tepat dan lebih pantas termasuklah dari segi penyediaan sampel dan pengukuran sampel.

Jadual 1: Purata kadar pemendapan mengikut bulan bagi TR1 dan TR2 serta purata tahunan kadar pemendapan adalah 0.54 cmthn^{-1} .

BULAN	TR 1 (cm)	TR 2 (cm)	PURATA (cm bln ⁻¹)
Januari	0.689	0.658	0.67
Februari	0.589	0.602	0.60
Mac	0.610	0.523	0.57
April	0.532	0.586	0.56
Mei	0.432	0.469	0.45
Jun	0.423	0.523	0.47
Julai	0.326	0.462	0.40
Ogos	0.315	0.328	0.32
September	0.326	0.425	0.37
Oktober	0.496	0.369	0.43
November	0.884	0.769	0.82
Desember	0.856	0.802	0.83
PURATA (cm thn⁻¹)	0.540	0.543	0.54



Rajah 2: a) Graf $^{230}\text{Th}_{\text{ex}}$ (dpm) melawan kedalaman dan b) Graf $^{230}\text{Th}_{\text{ex}}/^{232}\text{Th}$ (dpm) melawan kedalaman dengan kadar pemendapan S masing - masing 0.54 cm th^{-1} dan 0.55 cm th^{-1}

Jadual 2: Nilai bagi $^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ daripada sampel teras yang telah diukur dengan menggunakan ICP-MS

Kedalaman (cm)	$^{230}\text{Th}_{\text{excess}}$ (dpm)	$^{230}\text{Th}_{\text{ex}}/^{232}\text{Th}$ (dpm)
5	2.5477	0.3636
15	2.2013	0.3284
25	1.8034	0.2697
35	2.2178	0.3154
45	1.9374	0.2732
55	2.4275	0.3603
65	2.2716	0.3377
75	2.0171	0.2992
85	2.1733	0.3667
95	2.0447	0.3451

Secara umumnya, kadar pemendapan di kawasan kajian didapati agak tinggi secara relatifnya berbanding dengan kawasan tanah lembab yang lain [5, 6, 19]. Kadar pemendapan yang tinggi itu adalah disebabkan oleh lokasinya yang terletak berhampiran dengan kawasan muara dan dipengaruhi oleh 2 sumber kemasukkan sedimen daripada sungai dan lautan. Kadar kemasukan air sungai yang tinggi turut membawa banyak sedimen terampai ke dalam kawasan paya bakau dan terperangkap pada akar pokok bakau. Selain itu faktor ketidakmatangan pokok bakau yang mempunyai pneumatofor yang banyak turut menyumbang kepada kadar pemendapan yang tinggi, di mana ianya berperanan memerangkap sedimen dalam kuantiti yang besar. Dengan anggaran usia 158 tahun bagi 100 cm sedimen secara menegak, nilai kadar pemendapan yang diperolehi boleh diandaikan tepat. Purata kadar pemendapan yang tinggi menunjukkan hutan paya bakau di Miang masih berada dalam peringkat belum matang. Selain daripada itu, penemuan ini juga mensyorkan bahawa hutan paya bakau bukan sahaja dilihat sebagai penghuni pasif dataran lumpur tetapi bertindak sebagai perangkap sedimen yang aktif. Oleh itu hutan bakau adalah penting dan berperanan bagi memerangkap sedimen halus daripada sumber sungai dan laut.

Penghargaan

Kajian ini dilakukan dengan bantuan kewangan bersama daripada Kementerian Sains & Teknologi Malaysia dibawah IRPA (NO. Projek 51513) dan geran penyelidikan daripada Malaysian Toray Foundation (MTSF) project number 63905. Penulis juga ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada semua kakitangan makmal MARU atas segala kerjasama semasa penyempelan dilakukan.

Rujukan

1. Yeats, P. A. and Bowers, J. M. 1983. Potential anthropogenic influences on trace metals distribution in the North Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40, 124 – 131.
2. Wolanski, E., Mazda, Y. and Ridd, P. 1992. Mangrove hydrodynamics. Pp. 436-462. In: Robertson, A. I. & Alongi, D. M. (eds), *Tropical mangrove ecosystems, American Geophysical Union*, Washington D. C.
3. Golberg, E. D. and Koide, M. 1962. Geochronological studies of deep sea sediments by the ionium-thorium method. *Geochim. Cosmochim. Acta* 26: 417-450.
4. Sharma, R., Gardner, L. R., Moore, W. S. and Bollinger, M. S. 1987. Sedimentation and bioturbation in a salt marsh as revealed by ²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs and ⁷Be studies. *Limnology and Oceanography* 32: 313-326.
5. Spenceley, A. P. 1982. Sedimentation patterns in a mangal on Magnetic Island near Townville, North Queensland, Australia. *Singapore Journal of Tropical Geography* 3:100-107.
6. Shahbuddin, S., Mohd Lokman, H., Rosnan, Y. and Asano, T. 1998. Sediment accretion and variability of sedimentological characteristics of a tropical estuarine mangrove: Kemaman, Terengganu, Malaysia. *Mangroves and Salt Marshes* 55: 1 – 8.
7. Lynch, J. C., Meriwether, J. R., McKee, B. A., Vera-Herrera, F. and Twinlley, R. R. 1989. Recent accretion in mangrove ecosystem based on ¹³⁷Cs and ²¹⁰Pb. *Estuaries* 4: 284-299.
8. Anderson, R. F. 1982. Concentration, vertical flux and remineralization of particulate uranium in sea water. *Geochim. Cosmochim. Acta* 46: 1293-1299.
9. Noriki, S., Nakanishi, K. T., Fukawa, M., Uematsu, M., Uchida, T. and Tsunogai, S. 1980. Use of a teflon vessel for the decomposition followed by the determination of chemical constituents of various marine samples. *Bull. Fac. Fish, Hokkaido Univ.* 31: 354-465.
10. Sen Gupta, J. G. and Bertrand, N. B. 1995. Direct ICP-MS determination of trace and ultratrace elements in geological materials after decomposition in a microwave oven, Quantitation of Y, Th, U and the lanthanides. *Talanta* 42: 1595-1607.
11. Kamaruzzaman, B. Y. 1999. Geochemistry of the marine sediments: Its paleoceanographic significance. *Ph.D Dissertation*. Hokkaido University, Japan.
12. Tsunogai, S. and Yamada, M. 1979. ²²⁶Ra in Bering Sea sediment and its application as a geochronometer. *Geochemical Journal* 13: 231-238.
13. Harada, K. and Tsunogai, S. 1985. A practical method for the simultaneous determination of ²³⁴Th, ²²⁶Ra, ²¹⁰Pb and ²¹⁰Po in seawater. *J. Oceanogr. Soc. Jpn.* 41: 98-104.
14. Kamaruzzaman, K. Y., Suhaimi, H., Teh, E. K., Leong, H. F., Soon, K. H. and Chong, K.Y. 2000. The determination of ²³⁰Th in the sediments: Sedimentation in the mangrove Forests of Pulau Sekeping, Kemaman, Terengganu. *Journal of Ultra Scientist of Physical Sciences* Vol. 13(2), 239 – 245.
15. Suman, D. O. and Bacon, M. P. 1989. Variations in Holocene sedimentation in the North American Basin determined from ²³⁰Th measurements. *Deep Sea Res.* 36: 869-873.

16. Mangini, A. and Stoffers, P. 1990. A high resolution ^{230}Th depth profile in a piston core from the Southern Lau Basin. *Geol. Jahrb. Reihe D.* 92: 255-261.
17. Ku, T. L. and Broecker, W. S. 1966. Atlantic deep-sea stratigraphy, extension of absolute chronology to 320,000 years. *Science* 151:448-450.
18. Osmond, J. K. 1979. Accumulation models of ^{230}Th and ^{231}Pa in deep-sea sediments. *Earth. Planet. Sci. Lett.* 15:95-150
19. Bird, E. C. F. 1971. Mangroves as land-builders. *Victorian Naturalist* 88: 189.