

TABURAN LOGAM BERAT (Cd DAN Pb) DALAM SEDIMEN TELUK MENKABONG, SABAH

Mohd Harun Abdullah, Shahbudin Saad & Kavithasan A/L Palanisamy

Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah
88999 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia

ABSTRAK. *Kajian ini bertujuan untuk menentukan taburan kepekatan logam berat kadmium (Cd) dan plumbum (Pb) dalam sedimen permukaan di Teluk Mengkabong, Sabah. Penentuan tersebut berdasarkan sedimen dalam fraksi sedimen < 63 μ m. Analisis menggunakan kaedah spektrofotometer serapan atom (AAS). Keputusan kajian menunjukkan julat kepekatan logam berat Cd di kawasan kajian berada di antara 0.47 μ gg⁻¹ hingga 0.8 μ gg⁻¹. Julat kepekatan logam berat Pb pula di antara 10.19 μ gg⁻¹ hingga 22.77 μ gg⁻¹. Kepekatan min kedua-dua logam berat Cd dan Pb tersebut ialah masing-masing 0.62 \pm 0.08 μ gg⁻¹ dan 16.74 \pm 4.46 μ gg⁻¹. Nilai tersebut adalah rendah dan berada di bawah paras piawaian yang ditetapkan oleh ANZECC dan Negara Kanada sebagai garis panduan bagi kualiti sedimen.*

KATA KUNCI. Kadmium, plumbum, sediment permukaan, Teluk Mengkabong

ABSTRACT. *This study determines the distribution of heavy metals, cadmium (Cd) and lead (Pb) concentration in the surface sediments of Mengkabong Bay, Sabah. It focuses on the surface sediments of fraction < 63 μ m. Analyses were carried out using atomic absorption spectrophotometer (AAS). The concentration of Cd in the sediment ranged from 0.47 μ gg⁻¹ to 0.8 μ gg⁻¹, whereas Pb concentration ranged from 10.19 μ gg⁻¹ to 22.77 μ gg⁻¹. The mean concentration of Cd and Pb were 0.62 \pm 0.08 μ gg⁻¹ and 16.74 \pm 4.46 μ gg⁻¹, respectively and such values are lower than the ANZECC and Canadian Sediment Quality guidelines.*

KEY WORDS. Cadmium, lead, surface sediments, Mengkabong bay

PENGENALAN

Pemantauan dan penilaian alam sekitar merupakan aspek penting yang semakin diambil kira dalam kehidupan manusia pada masa kini. Banyak kajian telah dilakukan oleh para pengkaji dari hampir seluruh pelusok dunia mengenai kepekatan logam berat dalam sedimen bagi tujuan pemantauan dan sebagainya (Ip, *et al.* 2004; Prego & Cobelo-Gracia, 2003; Elith & Garwood, 2001). Analisis sedimen amat berguna dalam mengkaji punca pencemaran dalam sesuatu badan air oleh kerana ia merupakan takungan yang tidak bergerak bagi bahan pencemar seperti logam berat. Aras kepekatan logam berat berbeza-beza dari satu tempat dengan tempat yang lain, bergantung kepada faktor semulajadi geologi sesuatu kawasan itu (Sabri, *et al.*, 1992). Logam berat seperti kadmium (Cd) dan plumbum (Pb) merbahaya disebabkan oleh sifat ketoksikannya yang tinggi dan kebolehnya untuk menumpuk menerusi rantai makanan dalam persekitaran. Kepekatan logam berat yang melebihi paras yang dibenarkan di dalam badan organisma akuatik boleh

menimbulkan masalah kesihatan yang serius pada manusia apabila dimakan (Elith & Garwood, 2001).

Satu kajian kes telah dilakukan di Teluk Mengkabong untuk mengetahui kualiti semasa sedimen di kawasan kajian berdasarkan taburan kepekatan logam berat Cd dan Pb. Persekitaran kawasan kajian terdiri daripada hutan paya bakau yang penting dari segi ekosistem semulajadi dan merupakan habitat bagi banyak hidupan akuatik. Penumpukan logam berat dalam sedimen boleh mengancam ekosistem tersebut dan impaknya terhadap manusia melalui rantai makanan. Selain itu, kajian ini dapat memberi maklumat mengenai taburan dan tahap ketoksikan logam-logam berat tersebut dalam sedimen di kawasan teluk tersebut. Ini penting memandangkan kawasan kajian didiami oleh masyarakat nelayan yang menggunakan air teluk berkenaan bagi tujuan pemeliharaan ikan untuk menyara kehidupan harian mereka.

Dalam kajian ini, hanya fraksi sedimen < 63 μ m yang dianalisis untuk menentukan logam berat berkenaan. Ini berdasarkan keadaan logam berat yang menumpuk dengan banyaknya dalam partikel kelodak dan lempung yang merupakan komponen utama fraksi tersebut (Villaescusa-Celaya, *et al.*, 2000). Menurut Prego & Cobelo-Garcia (2003), fraksi sedimen < 63 μ m menunjukkan potensi penyerapan kimia yang kuat terhadap logam berat. Di samping itu, kebanyakan kajian terdahulu menggunakan saiz partikel sedimen tersebut bagi analisis logam berat dalam sedimen.

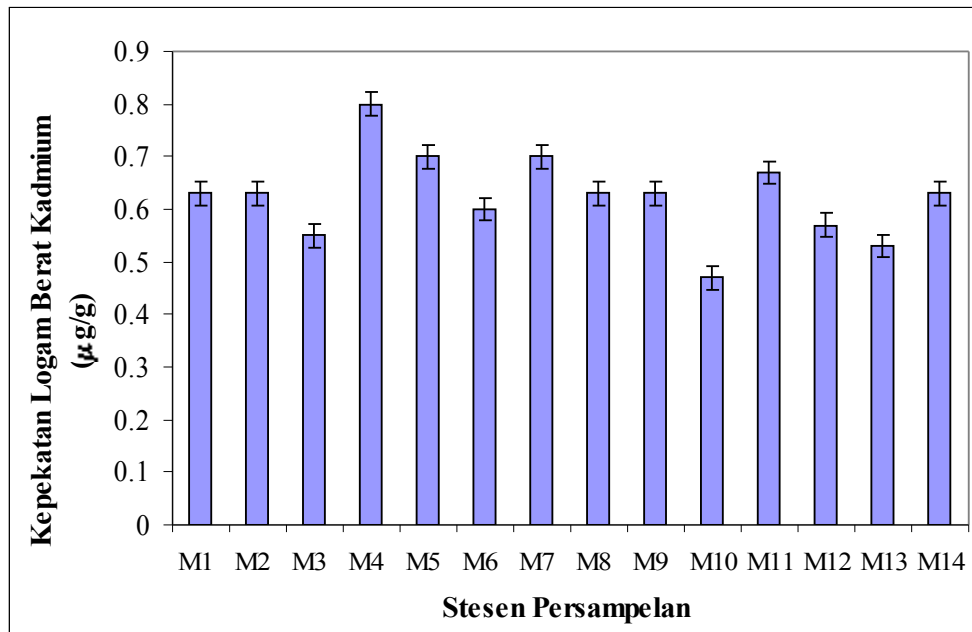
METODOLOGI KAJIAN

Sampel-sampel sedimen diambil dari 14 lokasi (Jadual 1) di Teluk Mengkabong (Rajah 1) dengan menggunakan alat pencengkam sedimen Ekman. Pemilihan stesen-stesen ini dibuat secara rawak dan bersesuaian dengan keluasan kawasan kajian. Sampel sedimen permukaan diambil kira-kira 10 cm dari bahagian permukaan sedimen. Sampel sedimen kemudiannya dimasukkan ke dalam beg polietilena yang bersih dan ditandakan dengan tarikh dan lokasi persampelan.

Jadual 1. Koordinat stesen-stesen persampelan dalam kawasan kajian.

Kod stesen	Koordinat lokasi persampelan	
M1	N 06 ⁰ 08' 35.5"	E 116 ⁰ 08' 59.1"
M2	N 06 ⁰ 08' 29.0"	E 116 ⁰ 09' 22.8"
M3	N 06 ⁰ 08' 23.9"	E 116 ⁰ 09' 48.7"
M4	N 06 ⁰ 08' 10.8"	E 116 ⁰ 09' 38.7"
M5	N 06 ⁰ 08' 04.5"	E 116 ⁰ 09' 42.5"
M6	N 06 ⁰ 08' 35.0"	E 116 ⁰ 10' 51.3"
M7	N 06 ⁰ 09' 20.4"	E 116 ⁰ 11' 37.8"
M8	N 06 ⁰ 09' 13.4"	E 116 ⁰ 11' 32.5"
M9	N 06 ⁰ 09' 04.1"	E 116 ⁰ 11' 27.7"
M10	N 06 ⁰ 08' 20.7"	E 116 ⁰ 11' 08.8"
M11	N 06 ⁰ 08' 20.8"	E 116 ⁰ 12' 15.4"
M12	N 06 ⁰ 08' 03.4"	E 116 ⁰ 12' 27.5"
M13	N 06 ⁰ 08' 02.5"	E 116 ⁰ 12' 15.9"
M14	N 06 ⁰ 08' 04.7"	E 116 ⁰ 12' 03.9"

Cd dalam sedimen di teluk tersebut, perbandingan dilakukan dengan nilai piawaian yang ditetapkan oleh negara Australia dan New Zealand (ANZECC) serta negara Kanada seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2. Nilai piawaian yang disyorkan oleh kedua-dua ANZECC dan Negara Kanada merupakan nilai kepekatan logam berat Cd dan Pb yang dibenarkan bagi menjamin kemandirian kehidupan akuatik dan juga kesihatan manusia. Daripada perbandingan yang dibuat didapati bahawa nilai min kepekatan secara keseluruhan Cd dalam sedimen di Teluk Mengkabong masih berada di bawah paras piawaian yang ditetapkan oleh ANZECC dan Negara Kanada.



Rajah 2. Taburan kepekatan Cd dalam sedimen di setiap stesen persampelan.

Namun begitu, perbandingan dengan setiap stesen persampelan menunjukkan nilai kepekatan Cd di stesen M4 iaitu $0.8 \mu\text{g g}^{-1}$ telah melebihi nilai piawaian Negara Kanada. Bagaimanapun, nilai tersebut masih boleh dianggap selamat di bawah piawaian ANZECC. Berdasarkan kedua-dua piawaian berkenaan, keseluruhan kepekatan Pb yang didapati daripada analisis adalah di bawah paras tersebut. Julat kepekatan Pb dalam fasa sedimen di Teluk Mengkabong adalah $10.19 \mu\text{g g}^{-1}$ hingga $22.77 \mu\text{g g}^{-1}$, dan min kepekataannya $16.74 \pm 4.46 \mu\text{g g}^{-1}$.

Jadual 2. Perbandingan kepekatan Cd dan Pb dalam kajian ini dengan nilai piawaian.

Logam Berat	Kajian ini (nilai min dan julat) ($\mu\text{g g}^{-1}$)	ANZECC ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Piawaian Kanada ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Cd	0.62 (0.47 – 0.80)	1.50	0.70
Pb	16.74 (10.19 – 22.77)	50.00	30.2

Jadual 3. Kepekatan Cd dan Pb dalam sedimen dari hasil beberapa kajian lampau di Malaysia.

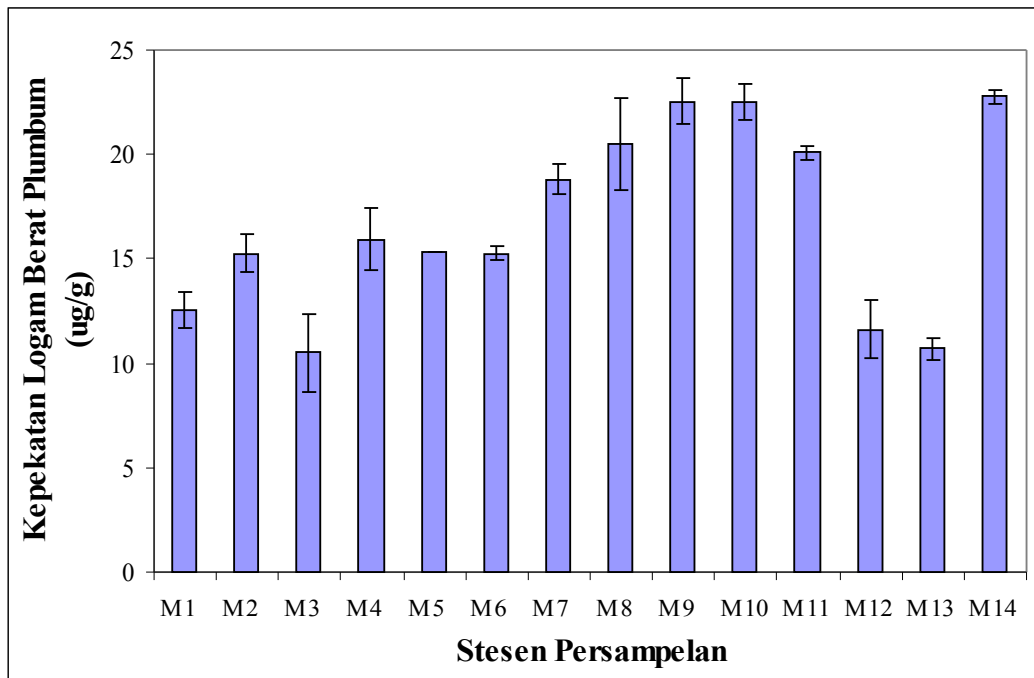
Kawasan Kajian	Kepekatan Logam Berat (μgg^{-1})		Rujukan
	Cd	Pb	
Sedimen Marin Sekitar Kota Kinabalu	4.5	22.3	Hukil Bin Sino (1994)
Sedimen Marin Bintulu, Sarawak	2.1	12.5	Ahmad (1993)
Sedimen Marin Teluk Salut, Sabah	6.14	-	Chung (2005)

Daripada perbandingan yang dibuat, didapati bahawa nilai min kepekatan Cd dalam sedimen di Teluk Mengkabong adalah lebih rendah jika dibandingkan dengan beberapa kajian lampau di Malaysia. Kepekatan min Pb yang didapati dalam kajian ini lebih rendah dari kajian Hukil Bin Sino (1994). Manakala, nilai kepekatan ini adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil kajian Ahmad (1993). Apabila perbandingan dibuat dengan mengambil kira julat bacaan kepekatan logam berat plumbum dalam sedimen di Teluk Mengkabong, didapati bahawa nilai maksimum kepekatan plumbum di kajian ini adalah lebih tinggi berbanding kedua-dua hasil kajian Hukil Bin Sino (1994) dan Ahmad (1993).

Jadual 4 pula memaparkan data dari beberapa hasil kajian luar negara. Daripada kajian perpustakaan yang dijalankan, didapati bahawa terdapat banyak kajian lampau berkenaan taburan kepekatan logam berat dalam persekitaran sedimen marin. Oleh yang demikian beberapa hasil kajian lampau telah dipilih secara rawak bagi tujuan perbandingan dengan data dari kajian ini. Hasil perbandingan yang dibuat mendapati bahawa, nilai min kepekatan kedua-dua logam berat kadmium dan plumbum adalah lebih rendah dari kajian-kajian lampau tersebut kecuali kajian Villqescusa-Celaya *et al.* (2000). Nilai kepekatan logam berat kadmium dan plumbum yang diperolehi dari Villqescusa-Celaya *et al.* (2000) adalah lebih rendah sedikit daripada kajian ini disebabkan oleh tiadanya pencemaran antropogenik di sekitar kawasan kajiannya. Namun begitu, nilai daripada kajian ini adalah tidak jauh berbeza tetapi menghampiri nilai bacaan logam berat kadmium dan plumbum yang didapati dari hasil kajian ini. Kajian yang dijalankan oleh Bellucci *et al.* (2002) serta Subramaniam & Chandran (1990) menunjukkan bacaan kepekatan logam berat yang agak tinggi adalah disebabkan oleh pencemaran persekitaran sedimen di kawasan kajian mereka oleh effluen dari kilang-kilang berhampiran yang mengandungi kandungan logam berat plumbum dan kadmium yang tinggi.

Jadual 4. Kepekatan logam berat dalam sedimen dari hasil beberapa kajian di luar negara.

Kawasan Kajian	Kepekatan Logam Berat (μgg^{-1})		Rujukan
	Cd	Pb	
Selatan Pantai Timur India	2700	138	Subramaniam & Chandran (1990)
Teluk Venice, Itali.	5.0	114	Bellucci <i>et al.</i> (2002)
California(Mexico) & California(USA)	0.17	13.6	Villqescusa-Celaya <i>et al.</i> (2000)



Rajah 3. Taburan kepekatan logam Pb dalam fraksi sedimen < 63μm di setiap stesen persampelan.

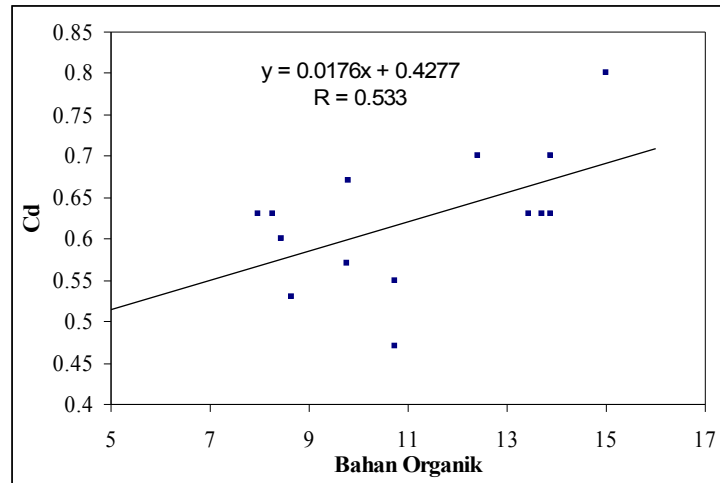
Punca antropogenik seperti efluen dari aktiviti pertanian, efluen dari aktiviti penternakan dan efluen dari rumah merupakan sumber berpotensi penumpukan logam berat Cd di kawasan kajian. Daripada pemerhatian yang dibuat, didapati bahawa di sekitar kawasan Teluk Mengkabong, terdapat aktiviti pertanian seperti penanaman padi dan kebun sayur-sayuran. Aktiviti pertanian di kawasan ini melibatkan penggunaan baja organik dan baja fosfat serta baja nitrat. Menurut Alloway (1990), penggunaan baja dalam aktiviti pertanian merupakan salah satu sumber utama kehadiran logam berat Cd dan Pb dalam sedimen.

Kebanyakan rumah yang didirikan di tepi badan air di kawasan kajian tidak mempunyai sistem perawatan sisa domestik. Efluen dari rumah dilepaskan secara terus ke dalam badan air termasuk najis manusia. Bahan buangan dari rumah seperti tin-tin dan bahan buatan besi mengandungi kepekatan logam berat kadmium. Enapcemar kumbahan juga mengandungi logam berat Cd dalam kepekatan 10 mgL^{-1} (Forstner & Wittmann, 1983). Dean *et al.* (1972) melaporkan bahawa logam Cd merupakan salah satu komponen yang terdapat dalam simen. Penggunaan simen dalam kerja-kerja pembinaan ini boleh menjadi salah satu punca kehadiran logam kadmium yang tinggi dalam sedimen sekiranya tertumpah ke dalam badan air di kawasan kajian.

Hubungan Antara Kepekatan Logam Berat dan Kandungan Bahan Organik Dalam Sedimen

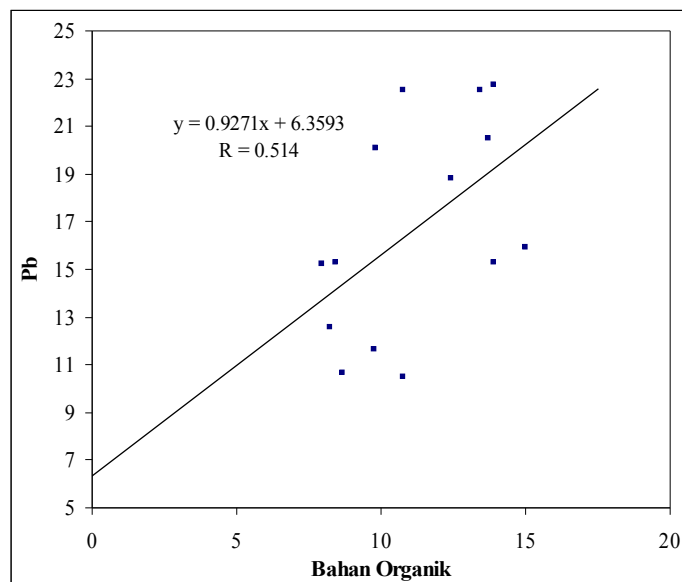
Kebolehdapatan logam berat dalam sedimen dipengaruhi oleh kandungan bahan organik yang terdapat di dalamnya (Schulin *et al.*, 1995). Menurut Elith dan Garwood (2001), afiniti logam berat terhadap bahan organik dan hasil penguraiannya adalah sangat penting bagi mengkaji ciri-ciri bahan surih dalam sesebuah sistem akuatik. Sehubungan dengan itu, dalam kajian ini analisis korelasi telah dijalankan bagi melihat perhubungan yang wujud di antara kepekatan logam berat dan bahan organik dalam sedimen di Teluk Mengkabong.

Kesemua stesen persampelan menunjukkan peningkatan dalam kepekatan Cd dengan peningkatan kandungan bahan organik dalam sedimen (Rajah 4). Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan hubungan yang bererti ($p < 0.05$) pada $r = 0.533$. Dengan ini dapat dikatakan bahawa kepekatan logam berat tersebut meningkat dengan kandungan bahan organik dalam fraksi sedimen $< 63\mu\text{m}$ di Teluk Mengkabong.



Rajah 4. Graf korelasi logam Cd dan bahan organik dalam sedimen di Teluk Mengkabong.

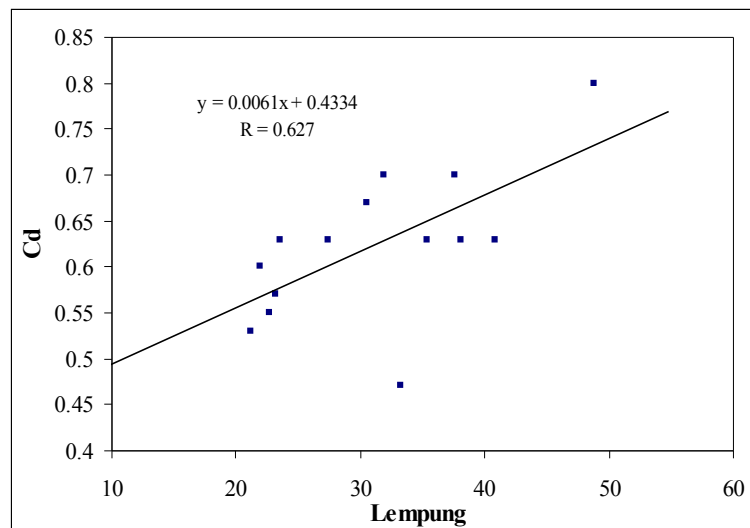
Keadaan yang serupa juga terjadi pada hubungan linear di antara logam Pb dengan peningkatan kandungan bahan organik dalam sedimen (Rajah 5). Kepekatan Pb dalam stesen-stesen persampelan meningkat dengan pertambahan peratus kandungan bahan organik dalam sedimen tersebut. Hubungan korelasi yang bererti ($p < 0.05$) pada nilai $r = 0.514$.



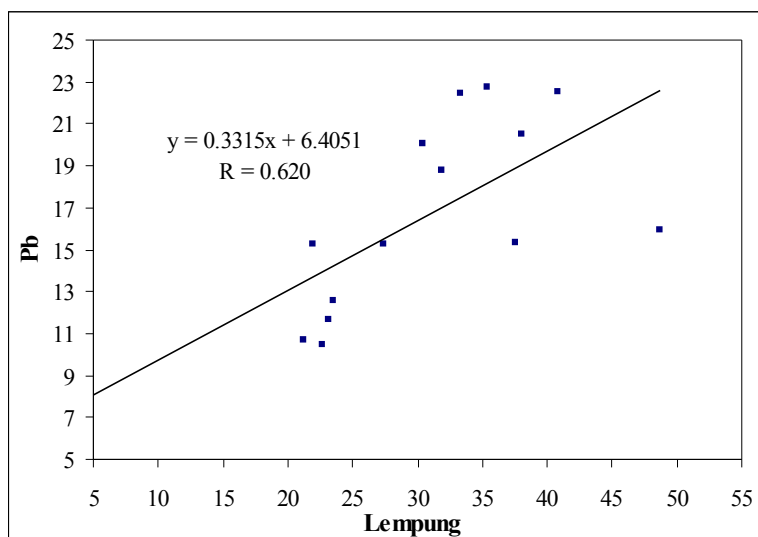
Rajah 5. Graf korelasi logam Pb dan bahan organik dalam sedimen di Teluk Mengkabong.

Hubungan Antara Kepekatan Logam Berat dan Peratusan Lempung dalam Sedimen

Dalam kajian ini, analisis ke atas hubungan di antara kepekatan logam berat (Cd dan Pb) dan peratusan lempung dalam sedimen telah dilakukan. Hasil kajian menunjukkan hubungan linear masing-masing di antara Cd dengan peratusan lempung (Rajah 6) dan Pb dengan peratusan lempung (Rajah 7). Secara keseluruhannya graf korelasi pada Rajah 6 menunjukkan trend peningkatan dalam kepekatan logam berat Cd di stesen-stesen persampelan dengan peratusan lempung dalam sedimen. Korelasi Pearson menunjukkan bahawa terdapat hubungan korelasi, $r = 0.627$ yang bererti ($p < 0.05$) di antara kepekatan logam berat Cd dan peratusan lempung dalam sedimen di kawasan kajian. Rajah 7 pula menunjukkan hubungan linear di antara Pb dengan peratusan lempung di kawasan kajian dengan mencatatkan nilai $r = 0.620$ ($p < 0.05$). Kajian ini menggambarkan keputusan yang selari dengan kajian-kajian di tempat lain, umpamanya yang pernah dilaporkan oleh Ramamoorthy & Rust (1978) dan Elith & Garwood (2001). Förstner & Salomons (1980) juga menyatakan bahawa logam berat sedemikian lebih banyak tertumpuk di fraksi sedimen yang sangat halus seperti lempung.



Rajah 6. Graf korelasi kepekatan Cd dan peratusan lempung dalam sedimen di Teluk Mengkabong.



Rajah 7. Graf korelasi kepekatan Pb dan peratusan lempung dalam sedimen di Teluk Mengkabong.

KESIMPULAN

Hasil kajian ini menunjukkan kepekatan logam berat Cd dan Pb dalam fraksi sedimen < 63 μm di Teluk Mengkabong adalah masing-masing 0.62 μgg^{-1} dan 16.74 μgg^{-1} . Julat kepekatan logam-logam berat tersebut pula masing-masing di antara 0.47 μgg^{-1} hingga 0.8 μgg^{-1} dan di antara 10.19 μgg^{-1} hingga 22.77 μgg^{-1} . Jika berdasarkan nilai julat secara keseluruhannya, paras kepekatan yang diperolehi bagi kedua-dua logam itu di kawasan kajian masih berada rendah di bawah piawai yang ditetapkan oleh ANZECC. Manakala, perbandingan yang dibuat dengan piawaian yang ditetapkan oleh Negara Kanada pula menunjukkan hanya kepekatan logam Pb sahaja yang mematuhi piawaian tersebut. Kepekatan maksimum yang diperolehi di kawasan kajian ini didapati telah melebihi nilai piawaian yang ditetapkan oleh Negara Kanada. Namun begitu jika berdasarkan nilai min kepekatan Cd tersebut, didapati hasil kajian ini masih berada di bawah paras piawaian Negara Kanada berkenaan.

Perbandingan dengan beberapa kajian lampau di kawasan lain mendapati bahawa kepekatan kedua-dua logam berat ini lebih rendah berbanding kajian yang menggunakan sedimen marin. Namun begitu, apabila perbandingan dibuat dengan kajian yang menggunakan sedimen sungai, didapati kepekatan logam berat Cd dalam kajian ini adalah lebih tinggi.

Dalam kajian ini didapati bahawa saiz partikel sedimen dan bahan organik memainkan peranan yang penting dalam kebolehdapatan logam berat dalam sedimen. Hubungan linear yang bererti ($p < 0.05$) di antara kepekatan logam berat (Cd dan Pb) dan fraksi lempung serta bahan organik wujud. Kepekatan logam dalam sedimen meningkat dengan peningkatan kandungan bahan organik dan peratusan lempung dalam sedimen.

RUJUKAN

- Ahmad, 1993. Heavy Metal Concentration In Sediments Of Bintulu, Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, **26**(12): 706-707.
- Alloway, B.J. 1990. *Heavy Metals in Soil*. Thomson Itho. Ltd, Scotland, 29-30.

- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ANZECC/ARCMANZ), 2000. National Water Quality Management Strategy. An Introduction to the Australian and New Zealand Guidelines for Freshwater and Marine Water Quality.
- Canadian Ministry of Environment and Energy, 2003. *Canadian Environmental Quality Guidelines*. http://www.ccme.ca/publications/can_guidelines.html.
- Chung, W.V. 2005. *Geostatistical Mapping Of Heavy Metals (Cd, Cr & Zn) Distribution In The Sediments Of Salut Lagoon, Sabah*. Disertasi Sarjana Sains Pengurusan Sekitaran, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan).
- Dean, J.G., Bosqui, F.L., dan Lanouette, V.H., 1972. Removing Heavy Metals from Waste Water. *Environmental Science Technology*, **6**, 518-522.
- Elith, M. & Garwood, S. 2001. Investigation into Levels of Heavy Metals within Manly Dam Catchment. *Freshwater Ecology Report*, **12**: 223-269.
- Förstner, U. & Salomons, W. 1980. Trace metal analysis on polluted sediments. Assessment of sources and intensities. *Environmental Technology*, **1**: 494-505.
- Forstner, U. & Wittman, G.T.W. 1981. *Metal Pollution in Aquatic Environment*, Springer-Verlag, Berlin.
- Gupta, P. K. 2004. *Methods in Environmental Analysis Water, Soil, And Air*. Agrobious, India.
- Hukil Bin Sino, 1994. *Status Logam Berat Dalam Sedimen Marin Di Sekitar Kota Kinabalu*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Kebangsaan Malaysia (Tidak diterbitkan)
- Ip, C.C.T., Li, X.D., Zhang, G., Farmer, J.G., Wai, O.W.H. & Li, Y.S. 2004. Over One Hundred Years of Trace Metal Fluxes in the Sediments of the Pearl River Estuary, South China. *Environmental Pollution*, **132**: 157-172.
- Prego, R. & Cobelo-Garcia, A. 2003. Twentieth Century Overview of Heavy Metals in the Galician Rias (NW Iberian Peninsular). *Environmental Pollution*, **121**: 425-452.
- Ramamoorthy, S. & Rust, B. R. 1978. Heavy Metal Exchange Process In Sediment-Water Systems. *Environmental Geology* **2**: 165-172.
- Sabri, A.W., Rasheed, K.A. & Kassim, T. I. 1993. Heavy Metals in the Water, Suspended Solids and Sediment Of The River Tigris Impoundment At Samarra. *Journal of Water Research*, **27**: 1099-1103.
- Schulin, R., Geiger, G. & Furrer, G. 1995. Heavy Metal Retention by Soil Organic Matter Under Changing Environmental Conditions. Dlm: Solomons, W., dan Stigliani, W.W (pnyt.) *Biogeodynamics of Pollutants in Soil and Sediments : Risk Assessment of Delayed and Non-Linear Response*, Springer-Verlag, Germany, 54-85.
- Subramaniam, V. & Chandran, G.M. 1992. Heavy Metals Distribution in the Sediment of Southern East Cost of India. *Marine Pollution Bulletin*, **21**: 324-330.
- Villaescusa-Celaya, J.A., Gutierrez-Galindo, d E.A. & Flores-Munoz, G. 2000. Heavy Metals in the Fraction of Coastal Sediments From Baja California (Mexico) and California (USA). *Environmental Pollution*, **108**: 453-462.