
SEBARAN HIDROKARBON AROMATIK POLISIKLIK DARI RESIDU TUMPAHAN MINYAK DI PANTAI NONGSA, BATAM

Sofia Anita*) dan T. Abu Hanifah**)

Abstract: Nongsa beach is toward to melacca narrows. It's the busy line of crude oil palm transportastion in South Asian. This is pollution caused by ship accident, water ballast. The oil spilt over have a cimia process change, phisica, biology that called by weathering. The aim of this research to know the degree of hydrocarbon polluted result of over the oil in the waters. Hydrocarbon aromatic polisisiklik analysed by gas chromatograpgy-mass spectrometry.

Keyword. : melacca narrows, weathering, water balasst

Pendahuluan

Seiring dengan kebijakan pemerintah menjadikan Pulau Batam sebagai kawasan industri, perdagangan bebas, basis logistik, *transshipment* dan kawasan wisata, maka pulau Batam mengalami kemajuan pesat di sektor industri, jasa, maupun sektor lainnya. Salah satu kawasan industrinya adalah Tanjung Ugang yang merupakan industri galangan kapal (*shipyard*) yang secara langsung maupun tidak langsung akan mencemari perairan di sekitar Pulau Batam. Pantai Nongsa, terletak di sebelah utara Pulau Batam berhadapan langsung dengan daerah Pasir Gudang, Johor Bahru, Malaysia. Kedua tempat ini dipisahkan oleh Selat Malaka yang terkenal dengan jalur pelayaran internasional yang paling sibuk di Asia Tenggara yang dilewati oleh tanker-tanker. Umumnya tanker ini membawa minyak mentah (*crude oil*) ini berasal dari Timur Tengah yang menuju ke negara Jepang dan Hongkong (Departemen Perhubungan, 2004).

Kondisi ini menyebabkan daerah tersebut rawan terhadap pencemaran laut akibat tumpahan minyak; misalnya kecelakaan kapal.

Penyebab terjadinya tumpahan minyak di laut adalah operasi kapal tanker, *docking* atau perbaikan/perawatan kapal, terminal bongkar muat tengah laut, *bilge* atau tangki bahan bakar, *scrapping* (pemotongan badan kapal), kecelakaan tanker (Sudrajad, 2006). Pencemaran laut akibat tumpahan minyak ini akan mempengaruhi ekosistem laut seperti mangrove, terumbu karang, padang lamun, serta sumberdaya perikanan.

Minyak yang tumpah tidak dapat larut dalam air dan mengapung, minyak tersebut terakumulasi sebagai deposit hitam yang disebut bola-bola tar (*tarballs*), yang kemudian terdampar pada pasir dan batu-batuan di pantai. Bola-bola tar ini kemudian mengalami proses perubahan secara kimia, fisika, dan biologi yang disebut *weathering*.

Pada tahun 2004, kapal tanker *Natuna Sea* tenggelam di sekitar perairan ini menumpahkan 4000 ton

*) Dosen Jurusan Kimia FMIPA
Universitas Riau, Pekanbaru

minyak mentah yang berasal dari Timur Tengah. Selanjutnya kapal tanker *Vista Marine* juga tenggelam di perairan ini dengan menumpahkan 200 ton minyak (Bapedal Provinsi Riau, 2008). Dampaknya yang dirasakan masyarakat pada saat itu adalah matinya ikan-ikan sehingga pendapatan nelayan berkurang, namun mereka tidak mengetahui dampak jangka panjang dari tumpahan minyak tersebut. Disamping itu, tumpahan minyak yang dibuang ke perairan oleh kapal saat buang ballast di perairan lepas yang tidak dilaporkan sehingga buangan minyak tersebut tidak diketahui identitasnya untuk dimintai pertanggungjawaban.

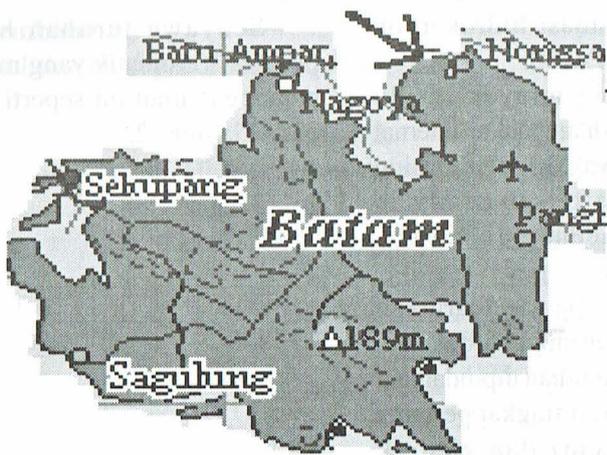
Sebagai senyawa target dalam penelitian ini adalah hidrokarbon aromatik polisiklik. Senyawa tersebut merupakan penanda molekul (*molecular marker*) untuk mengidentifikasi sumber minyak bumi (Zakaria, et al., 2000). Senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik sangat penting membedakan apakah minyak tersebut pirogenik atau petrogenik.

Senyawa kimia ini merupakan salah satu dari 16 senyawa yang paling beracun menurut United State of Environmental Protection Agency (USEPA). Dampaknya dapat dirasakan dalam jangka waktu yang lama (*long-term effect*). Dengan adanya penelitian ini diharapkan dampak dari pencemaran lingkungan akibat dari tumpahan minyak ini dapat dicegah dan dideteksi secara dini.

Metodologi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di Pantai Nongsa, Batam pada tanggal 28 Maret 2006. Sampel diambil dari 5 titik dimana jarak diantara titik sampling sekitar antara 10-50 m dan analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Forensic Science, Fakultas Alam Sekitar, Universiti Putra Malaysia, Malaysia. Peta dan titik koordinat lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.

Gambar 1.
Peta Lokasi Pengambilan Sampel (Sumber: Google Images)



Tabel 1.
Kondisi Geografi Lokasi Pengambilan Sampel

Nama Stasiun	Koordinat	Cuaca	Jarak dari Bibir Pantai
Batam 1	1°11'14"N;104°0'28"E	Hujan	~ 2,5 m
Batam 2	1°11'20"N;104°0'58"E	Hujan	~ 3,5 m
Batam 3	1°11'03"N;104°1'28"E	Hujan	~ 1,0 m
Batam 4	1°10'46"N;104°2'39"E	Hujan	~ 3,5 m
Batam 5	1°11'04"N;104°4'07"E	Hujan	~ 1,5 m

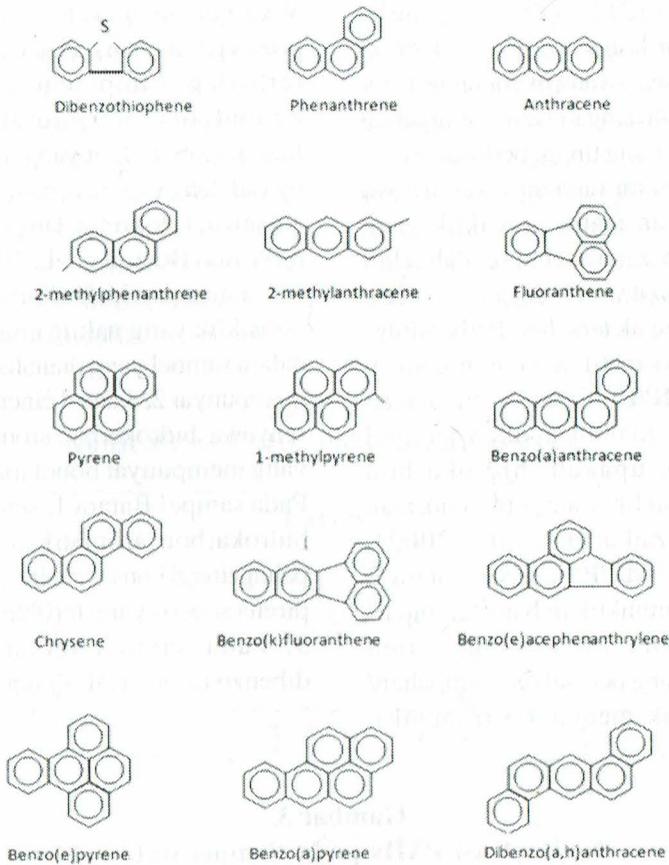
Analisis tumpahan minyak ini menggunakan metoda yang telah dikembangkan oleh Zakaria et. al, 2001. Dua tingkat kromatografi kolom digunakan; pertama silica gel yang telah dideaktifasi dengan 5% H₂O yang berguna untuk memisahkan polar dan non polar komponen. Silika gel yang diaktivasi dibuat dengan membakar silika 60-200 mesh (Aldrich Co.) pada 380°C selama 3 jam, kemudian dilanjutkan dengan membakar pada 200°C selama 12 jam untuk menghilangkan kadar air. Sedangkan untuk tingkat kromatografi kolom yang kedua menggunakan silica gel hanya diaktivasi. Fungsi elusi pada kolom yang kedua adalah untuk mendapatkan fraksinasi hidrokarbon aromatik polisiklik (PAHs).

Sebanyak 20mg minyak residu ditimbang kemudian ditambahkan internal standar PAH sebanyak 200µL (masing masing komponen tersebut adalah naphthalene-d₈, acenaphthene-d₁₀, crysene-d₁₂ and perylene-d₁₂, phenanthrene-d₁₀ 10 ppm), dilarutkan dalam 20mL dichlorometana/heksana (1:3 v/v). Larutan kemudian dipindahkan ke kolom kromatografi tingkat pertama (0.9 cm i.d. x 9 cm) dan ekstrak dikumpulkan dalam labu yang berbentuk

buah pir. Eluen dipekatkan menggunakan Eyela Rotary Evaporator N-N Series pada 30°C and 400mmHg sampai volume kurang lebih mencapai 0.5 mL. Kromatografi kolom tingkat kedua (0.45 cm i.d. x 18 cm) dielusi dengan menggunakan pelarut dichlorometana/heksana (1:3 v/v) sebanyak 14 mL, ekstrak ditampung dalam labu yang berbentuk buah pir. PAHs yang didapat kemudian dipekatkan dengan evaporator, lakukan peniupan dengan gas nitrogen cair, dipindahkan kedalam vial yang berukuran 1 mL glass vial. Tambahkan internal standar pada masing-masing vial dan fraksi. PAH diinjeksikan pada GC-MS.

Senyawa turunan hidrokarbon polisiklik aromatik yang menjadi target pada penelitian ini seperti yang tertera pada Gambar 2.

Gambar 2.
Senyawa Hidrokarbon Aromatik Polisiklik yang Menjadi Target



Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Sebaran Hidrokarbon Aromatik Polisiklik

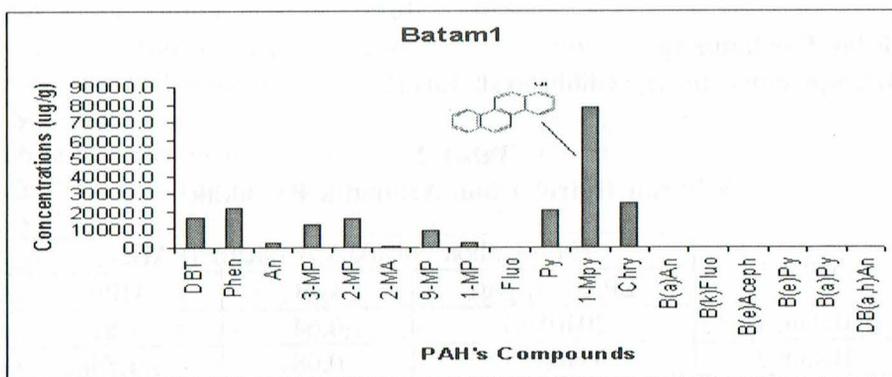
Sampel	Hidrokarbon Polisiklik Aromatik (PAHs)		
	Σ PAHs ($\mu\text{g/g}$)	L/H	MP/P
Batam 1	204059,1	0,64	1,81
Batam 2	954052,1	0,08	1,85
Batam 3	64930,3	1,35	4,57
Batam 4	17121,4	n.d	6,88
Batam 5	113781,9	0,29	2,15

Total konsentrasi hidrokarbon aromatik polisiklik dikategorikan sangat tinggi di pantai Nongsa, Batam ini dengan kisaran antara 17121,4–954052,1 µg/g. Perbandingan konsentrasi hidrokarbon aromatik polisiklik yang mempunyai berat molekul rendah dengan yang mempunyai berat molekul yang tinggi berkisar antara 0,08-1,35. Hal ini menunjukkan bahwa hidrokarbon aromatik polisiklik yang mempunyai berat molekul rendah lebih dominan terdapat dalam residu tumpahan minyak tersebut. Perbandingan konsentrasi metil penantren dengan penantren (MP/P) biasanya digunakan untuk membedakan apakah sampel tersebut merupakan hidrokarbon aromatik polisiklik yang petrogenik atau pirogenik (Zakaria et.al., 2002). Perbandingan MP/P berkisar antara 2 sampai 9, membuktikan bahwa tempat-tempat sampel ini tercemar oleh kontaminan yang berasal dari tumpahan/residu minyak mentah (petrogenik).

Minyak-minyak ini telah mengalami perubahan cuaca, dibawa arus yang prosesnya disebut *weathering*. *Weathering* merupakan istilah suatu proses perubahan fisika, kimia dan biologi terhadap tumpahan minyak yang kemudian berinteraksi dengan lingkungan. Faktor yang mempengaruhinya adalah evaporasi, penguraian, emulsi, adsorpsi, fotokimia dan penguraian oleh mikroba (Boehm et al., 1998).

Turunan hidrokarbon aromatik polisiklik yang paling dominan terdapat dalam sampel yang dianalisis adalah yang mempunyai 2, 3 dan 4 cincin benzen yaitu senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik yang mempunyai bobot molekul rendah. Pada sampel Batam 1, senyawa turunan hidrokarbon aromatik polisiklik yang paling tinggi konsentrasinya adalah 1-metil pirena seperti yang terlihat pada Gambar 3. Pada sampel tersebut senyawa dibenzo tiopen (DBT) juga terdeteksi.

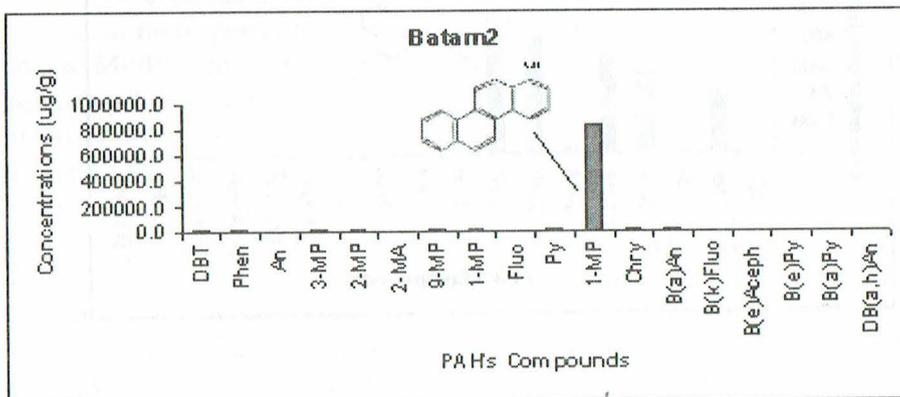
Gambar 3.
Konsentrasi PAHs pada Sampel Batam 1



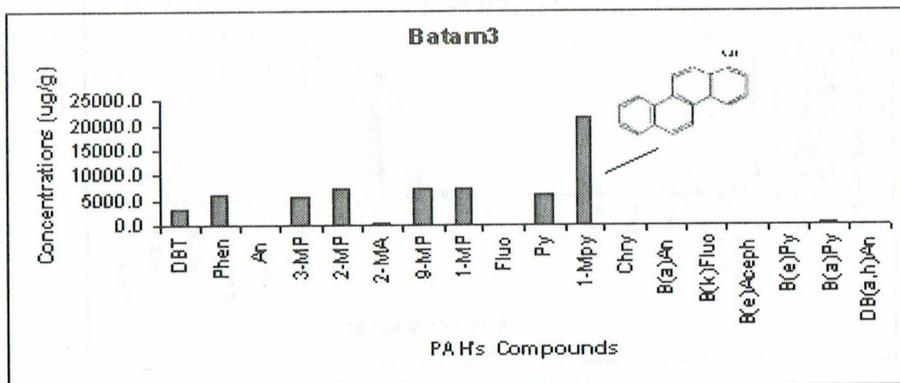
Dibenzotiopen dapat dibedakan dengan jelas dalam minyak mentah. Menurut Sauer et al. (1993), DBT dikarakterisasikan sebagai minyak mentah yang berasal dari Kuwait dan Saudi Arabia (*Middle East Crude Oils*). DBT dapat berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan bahan bakar yang belum terbakar seperti minyak mentah dan gudang penyimpanan bahan bakar. Senyawa DBT mudah terdegradasi, sehingga dengan cepat masuk ke lingkungan. Pada Gambar 4 (Batam 2),

hanya 1-metil pirena yang mempunyai konsentrasi tinggi, sedangkan senyawa cincin 2, 3, dan 4 lainnya mempunyai konsentrasi yang kecil. Ini mungkin disebabkan senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik tersebut sudah terdegradasi atau mengalami proses *weathering*. Gambar 5 mempunyai pola yang hampir sama dengan Gambar 3. Hal ini menunjukkan bahwa residu tumpahan minyak tersebut berasal dari sumber yang sama yaitu Kuwait dan Saudi Arabia.

Gambar 4.
Konsentrasi PAHs pada Sampel Batam 2



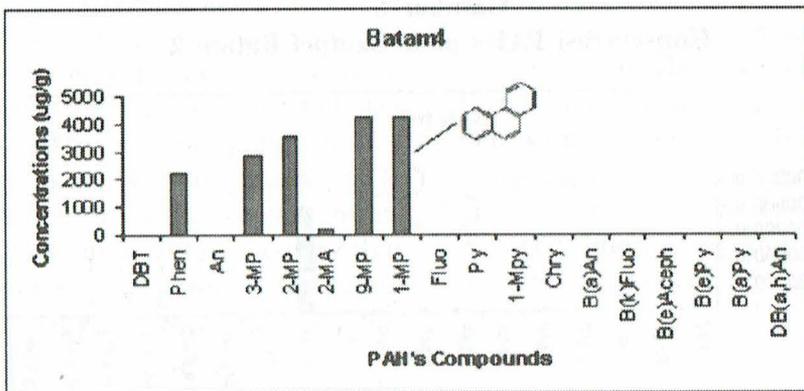
Gambar 5.
Konsentrasi PAHs pada Sampel Batam 3



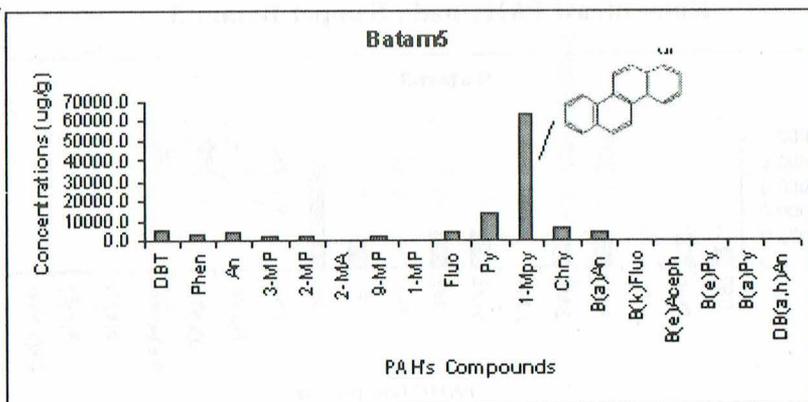
Sampel Batam 3 mengandung benzo(a)pirena yaitu salah satu turunan senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik yang dapat menyebabkan penyakit kanker yang merupakan efek jangka panjang (Gambar 5). Sampel Batam 4 mempunyai pola yang berbeda dari keempat sampel lainnya. Sampel tersebut mengandung turunan hidrokarbon aromatik polisiklik yaitu

penantren, 3-metil penantren, 2 metil penantren, 2 metil antrasen, 9 metil penantren dan 1 metil penantren, tetapi absen senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik yang mempunyai cincin 5 dan 6. Ini membuktikan bahwa sampel tersebut masih segar atau belum mengalami proses weathering seperti yang terlihat pada Gambar 6.

Gambar 6.
Konsentrasi PAHs pada Sampel Batam 4



Gambar 7.
Konsentrasi PAHs pada Sampel Batam 5



Gambar 7 menunjukkan pola yang hampir sama dengan Gambar 3. Hanya sampel Batam 5 telah terjadi proses degradasi atau weathering sehingga konsentrasinya lebih kecil.

Kesimpulan

Pantai Nongsa sudah terkontaminasi dengan tumpahan minyak berupa senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik (PAHs) dengan konsentrasi berkisar antara $1,7 \times 10^4 - 95,4 \times 10^4$ ng/g. Senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik yang dominan terdapat dalam sampel adalah senyawa yang mempunyai 2, 3, dan 4 cincin benzen atau yang mempunyai berat molekul yang rendah. Perbandingan metil penantren dengan penantren (MP/P) membuktikan bahwa sampel merupakan senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik (PAHs) yang petrogenik. Senyawa karsinogenik benzo(a)piren juga ditemukan di area ini walaupun masih dalam konsentrasi yang kecil.

Sumber tumpahan minyak juga berasal dari minyak Saudi Arabia dan Kuwait (Middle East Crude Oils, MECO). Terdeteksinya tumpahan minyak asal negara arab tersebut kemungkinan disebabkan adanya kegiatan pencucian kapal tanker minyak ditengah laut, tumpahan minyak yang dibawa oleh kapal tanker yang melalui perairan tersebut, aktivitas galangan kapal (*dock yard*) atau tumpahan minyak di tengah laut dibawa oleh ombak ke pantai.

Saran

Pemerintah Kota Batam harus mengantisipasi tumpahan minyak tersebut dengan membersihkan area pantai, sehingga lingkungan sekitarnya tidak tercemar dan tidak membahayakan kelangsungan hidup masyarakat dan makhluk hidup lainnya yang berada di sekitar lokasi tumpahan minyak tersebut.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih diucapkan kepada Bapak Kepala Laboratorium Forensik, Fakultas Alam Sekitar, Universiti Putra Malaysia atas segala fasilitas yang telah diberikan.

Daftar Kepustakaan

- Bapedal Provinsi Riau (2008). Catatan: *Kasus Lingkungan di Provinsi Riau Tahun 2008*. Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan.
- Boehm, P.D., Douglas, G.S., Burns, W.A., Mankiewicz, P.J., Page, D.S., Bence A.E. (1997). Application of Petroleum Hydrocarbon Chemical Fingerprinting and Allocation Techniques after the Exxon Valdez Oil Spill. *Marine Poll. Bull.* 34: 599-613.
- Departemen Perhubungan (2004). *Malacca Straits and South China Sea Resources and Management Prospect and Challenges*. "Seminar on Security Issues in the Malacca Straits and South China Sea" Bogor, 27 September 2004, PKSPL-IPB.
- Sauer T.C., Brown, J.S., Boehm, P.D., Aurand, D.V. Michel, J., and Hayes, M.O. (1993). *Hydrocarbon Source Identification and Weathering Characterization of Intertidal and Subtidal Sediments Along the Saudi Arabian Coast after the Gulf War Oil Spill*. Pergamon Press, p. 117-134.

- Sudrajad, A. (2006). Tumpahan Minyak di Laut dan Beberapa Catatan Terhadap Kasus di Indonesia.
- Zakaria, M.P., Horinouchi, A., Tsutsumi, S., Takada, H., Tanabe, S., Ismail, A. (2000). Oil Pollution in the Straits of Malacca, Malaysia: Application of Molecular Markers for Source Identification. *Environmental Science and Technology*. 34: 1189-1196.
- Zakaria, M.P., Okuda, T., and Takada, H. (2001). Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) and Hopanes in Stranded Tar-balls on the Coasts of Peninsular Malaysia: Applications of Biomarkers for Identifying Sources of Oil Pollution. *Marine Poll. Bull.* 42(12): 1357-1366.
- Zakaria, M.P., Takada, H., Tsutsumi, S., Ohno, K., Yamada, J., Kouno, E., and Kumata, H. (2002). Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Rivers and Estuaries in Malaysia: A Widespread Input of Petrogenic PAHs. *Environmental Science and Technology*. 36: 1907-1918.
- Zakaria, M.P., and Takada, H. (2003). Biogeochemistry of (PAH) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and (LAB) Linear Alkylbenzenes in Klang River and Estuary: Understanding the Transport of PAHs from Rivers to the Straits of Malacca. *Aquatic Resource and Environmental Studies of the Straits of Malacca: Managing the Straits through Science and Technology*. pp. 275-289.