

# ANALISA HIDROKARBON POLISIKLIK AROMATIK (PAHs) DARI KILANG KELAPA SAWIT

<sup>1</sup>Asmadi Ali, <sup>2</sup>Norhayati Mohd Tahir dan <sup>1</sup>Syed Shukurulnizam

<sup>1</sup>Jabatan Sains Kejuruteraan, <sup>2</sup>Jabatan Sains Kimia, Fakulti Sains dan Teknologi  
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu

*Abstrak:* Kajian yang lepas telah mengenalpasti bahawa sumber utama penjanaan hidrokarbon polisiklik aromatik (PAHs) ke dalam alam sekitar adalah berpunca daripada pembakaran bahan api fosil yang tidak lengkap. Kajian yang lepas juga telah mendapati bahawa sebatian PAHs merupakan agen karsinogenik dan mutagenik. Oleh itu, objektif utama kajian ini dilakukan adalah untuk mendapatkan data asas berkenaan tahap kepekatan PAHs dalam tanah, abu dandang dan zarahah yang dibebaskan melalui cerobong dandang kilang kelapa sawit. Kepekatan PAHs dalam pecahan ditentukan dengan menggunakan kaedah ultraviolet pendafluoran spektrofotometer (UVF) dengan merujuk piawai minyak mentah Tapis dan chrysene untuk mendapatkan kepekatan jumlah PAHs dalam setiap sampel. Julat jumlah PAHs yang diperolehi adalah 30.85 hingga 352.88  $\mu\text{g/g}$  (berat kering setara chrysene) dan 460.26 hingga 5260.96  $\mu\text{g/g}$  (berat kering setara minyak mentah Tapis).

Kata kunci: PAHs, Minyak mentah tapis, Minyak chrysene

## PENGENALAN

Kemajuan industri perkilangan yang berkembang pesat pastinya menjurus kepada peningkatan pelepasan dan pembuangan sisa industri yang mencemarkan persekitaran atmosfera dan alam sekitar. Industri perkilangan yang melibatkan proses pembakaran adalah penyumbang utama bahan pencemar yang disebarkan dalam bentuk gas, abu dan zarahah ke persekitaran. Kajian perlu dilakukan bagi menyasiat dan mengenalpasti kandungan bahan pencemar yang dikeluarkan oleh sesebuah industri perkilangan, terutamanya industri perkilangan minyak kelapa sawit yang merupakan industri yang banyak terdapat di negara kita. Pelepasan sisa industri kilang kelapa sawit telah menyumbang kepada meningkatnya komponen bahan pencemar seperti hidrokarbon polisiklik aromatik (PAHs) yang terkenal dengan sifat karsinogenik. Menurut T. M. I. Mahlia *et al.* [5], Malaysia dan Indonesia adalah pengeluar utama minyak kelapa sawit melalui proses pembuatan yang begitu menjimatkan dengan menghasilkan tenaga elektrik dan kuasa stim melalui pembakaran biojisim sisa kelapa sawit. Pembakaran tidak lengkap biojisim sisa kelapa sawit dalam kebuk pembakaran dandang telah menghasilkan abu terbang yang mengadungi PAHs. Ia telah tersebar ke persekitaran atmosfera melalui cerobong dandang.

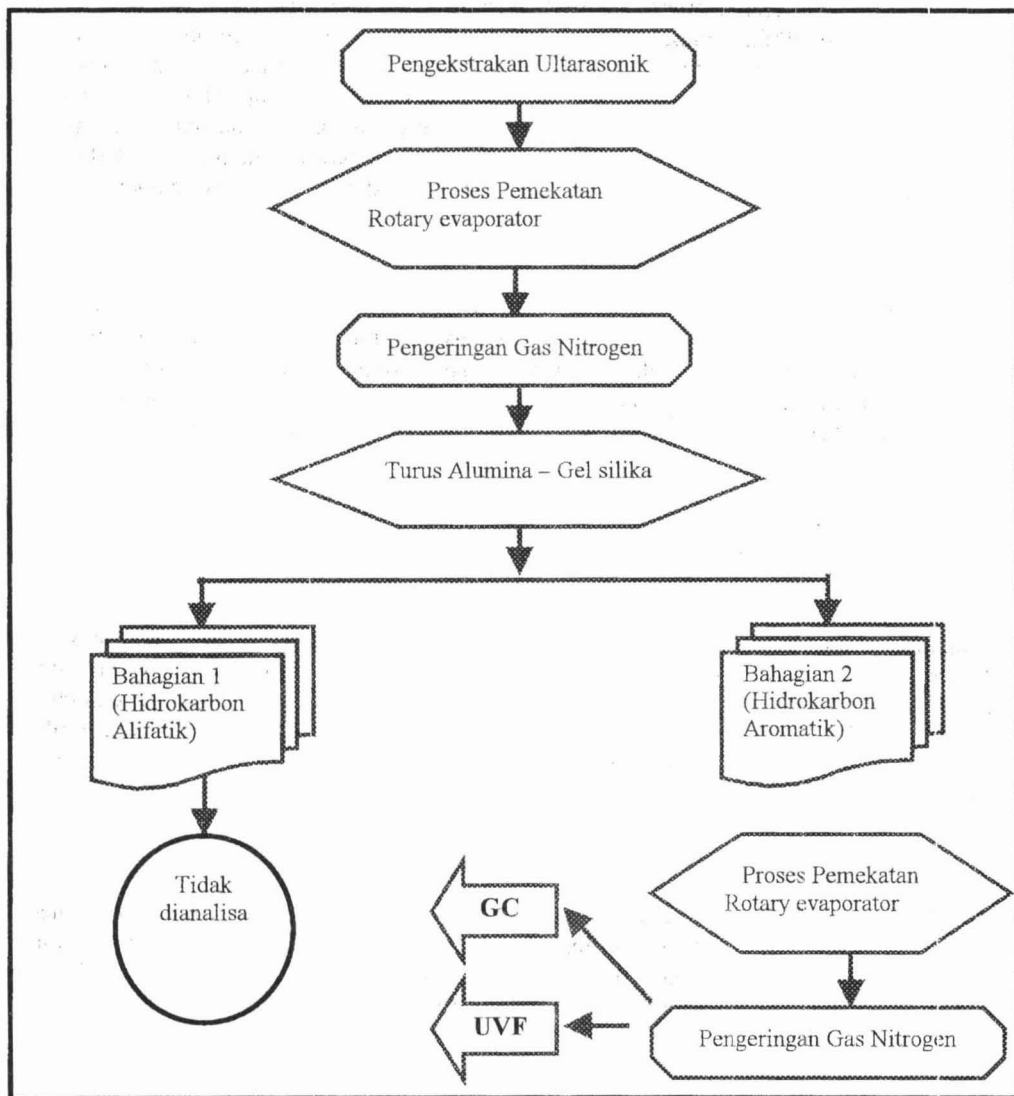
Sebenarnya penyelidikan ke atas bahan pencemar hidrokarbon polisiklik aromatik (PAHs) telah dilakukan sejak lama dahulu kerana kesan serta risikonya ke atas kesihatan manusia adalah sangat merbahaya. Menurut Samuel *et al.* [1], PAHs terdiri daripada pasangan gelung aromatik yang terbentuk dalam kelas kimia karsinogenik dan mutagenik. US Environmental Protection Agency (USEPA) telah mengenalpasti terdapat 16 komponen PAHs yang merupakan sumber pencemar utama kepada alam sekitar. PAHs hadir dalam kedua-dua fasa gas dan zarahah bergantung kepada tekanan wap bagi setiap komponen PAHs. Kebanyakan komponen PAHs boleh dijumpai dalam fasa gas, dan empat atau lebih gelang sebatian PAHs dalam fasa zarahah serta kekekatannya berubah mengikut lokasi sampel diambil [2]. Komponen PAHs boleh dijumpai hampir setiap tempat dalam udara, tanah dan air yang terhasil daripada sumber semulajadi dan sumber antropogenik. Pada amnya sumber alam semulajadi seperti daripada kebakaran hutan dan letusan gunung berapi adalah kecil jika dibandingkan dengan sumber yang dijanakan oleh aktiviti manusia. Aktiviti manusia seperti pembakaran bahan api fosil, pembakaran sampah dan kayu, tumpahan bahan mentah dan industri kilang penapisan petroleum telah dikenalpasti menyumbang kepada peningkatan PAHs. Selain itu, penyelidikan mendapati sumber utama kandungan PAHs dalam persekitaran udara adalah dari tar arang batu yang terhasil melalui pirolisis arang batu dalam gas dan hampas atau sisa buangan kilang perusahaan yang dilepaskan melalui asap pemanasan tar yang dilakukan [3].

Pendedahan manusia kepada komponen PAHs pada kepekatan yang tinggi adalah sangat merbahaya kerana sifatnya yang karsinogenik. Berdasarkan Spengler *et al.* [4], pendedahan manusia kepada PAHs

boleh membawa kepada barah hati, barah pundi kencing dan barah kulit. Ia adalah hasil kajian pada haiwan melalui pendedahan komponen individu PAHs. Adalah penting penyelidikan dilakukan ke atas kandungan penyebaran PAHs daripada sesebuah industri bagi memastikan tahap kandungan bahan pencemar PAHs berada dalam julat yang selamat terhadap kesihatan manusia, haiwan dan tumbuhan yang berada persekitaran kilang terbabit.

### BAHAN DAN KAEDAH

Kajian ini membabitkan penganalisan terhadap tiga jenis sampel yang berbeza iaitu sampel tanah, abu dan zarah-bawaan udara dari cerobong di kilang kelapa sawit. Kesemua sampel ini diekstrak terlebih dahulu menggunakan teknik pengekstrakan ultrasonik sebelum proses pengasingan hidrokarbon aromatik dan alifatik dilakukan. Kaedah turus silika alumina (LSC) kromatografi pepejal cecair telah digunakan untuk mengasingkan antara bahagian hidrokarbon aromatik dan bahagian hidrokarbon alifatik bagi setiap sampel yang dianalisa. Analisa bahagian aromatik seterusnya dilakukan dengan menggunakan ultraviolet pendafluoran spektrometer dengan merujuk kepada piawai minyak mentah Tapis dan minyak krisena. Rajah 1 menunjukkan urutan proses penganalisan hidrokarbon polisiklik aromatik (PAHs).



Rajah 1: Urutan proses penganalisan hidrokarbon polisiklik aromatik (PAHs)

Kaedah ultraviolet pendafluoran spektrometer (uvf) digunakan untuk menganalisa sebatian pahs sampel. Teknik ultraviolet pendafluoran spektrometer (uvi) telah digunakan untuk menghitung kepekatan jumlah hidrokarbon polisiklik aromatik (pahs) yang terdapat di dalam sampel. Penganalisaan teknik uvf dilakukan ke atas semua sampel abu, tanah dan zarahannya bawaan udara. Penganalisaan menggunakan teknik uvf melibatkan penyediaan graf tentu ukur larutan piawai. Dua larutan piawai iaitu minyak mentah tapis dan minyak chrysene telah digunakan sebagai piawai bagi kandungan jumlah hidrokarbon polisiklik aromatik (pahs) dalam sampel.

Lokasi pensampelan adalah di sebuah kilang kelapa sawit di negeri Terengganu Darul Iman iaitu Kilang Kelapa Sawit Sungai Tong, Setiu yang terletak kira-kira 38.6 km dari Kuala Terengganu. Kilang kelapa sawit Sungai Tong adalah milik penuh Syarikat Kumpulan Ladang-Ladang Terengganu Sdn. Bhd. (KLLT) dan memulakan operasinya sejak 17 hb. Oktober 1972. Penyelidikan dilakukan ke atas sampel zarahannya bawaan udara, tanah dan abu yang diambil di sekitar kilang dan cerobong dandang. Sebanyak 12 sampel tanah, 3 sampel abu dandang dan 3 sampel zarahannya bawaan udara telah diambil dan dianalisa bagi menilai kandungan hidrokarbon polisiklik aromatik (PAHs) dalam setiap sampel.

Sampel tanah diambil dari 12 lokasi stesen pensampelan di sekitar Kilang Kelapa Sawit Sungai Tong pada 3 jarak berbeza iaitu 50 meter, 100 meter dan 150 meter dari cerobong dandang. Empat sampel tanah diambil pada setiap jarak, sampel-sampel pada jarak 50 meter dari cerobong dandang dilabelkan SA1, SA2, SA3 dan SA4, manakala 100 meter dilabelkan SB1, SB2, SB3 dan SB4, dan pada jarak 150 meter dilabelkan SC1, SC2, SC3 dan SC4. Penganalisaan terhadap sampel tanah adalah penting bagi menilai tahap penyebaran komponen PAHs yang dibebaskan daripada cerobong dandang kilang ke sekitar kawasannya. Manakala sampel zarahannya bawaan udara (P1, P2 dan P3) diambil dari cerobong dandang yang membebaskan zarahannya abu daripada proses pembakaran sisa tempurung, sabut dan lain-lain dalam dandang bagi menghasilkan sumber kuasa stim untuk mendapatkan kuasa elektrik.

Sebanyak tiga sampel abu dandang iaitu A1, A2 dan A3 diambil dari bekas pengumpulan abu di dalam kebuk pembakaran dandang bagi menganalisa tahap kepekatan hidrokarbon polisiklik aromatik. Sampel kawalan penting sebagai petunjuk dalam mengklasifikasikan tahap pencemaran sesebuah kawasan yang dikaji. Lazimnya sampel kawalan diambil dari kawasan yang dijangkakan tidak tercemar oleh bahan kajian seperti PAHs. Dalam penyelidikan ini, sampel kawalan diambil di Kampung Sungai Tong.

## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

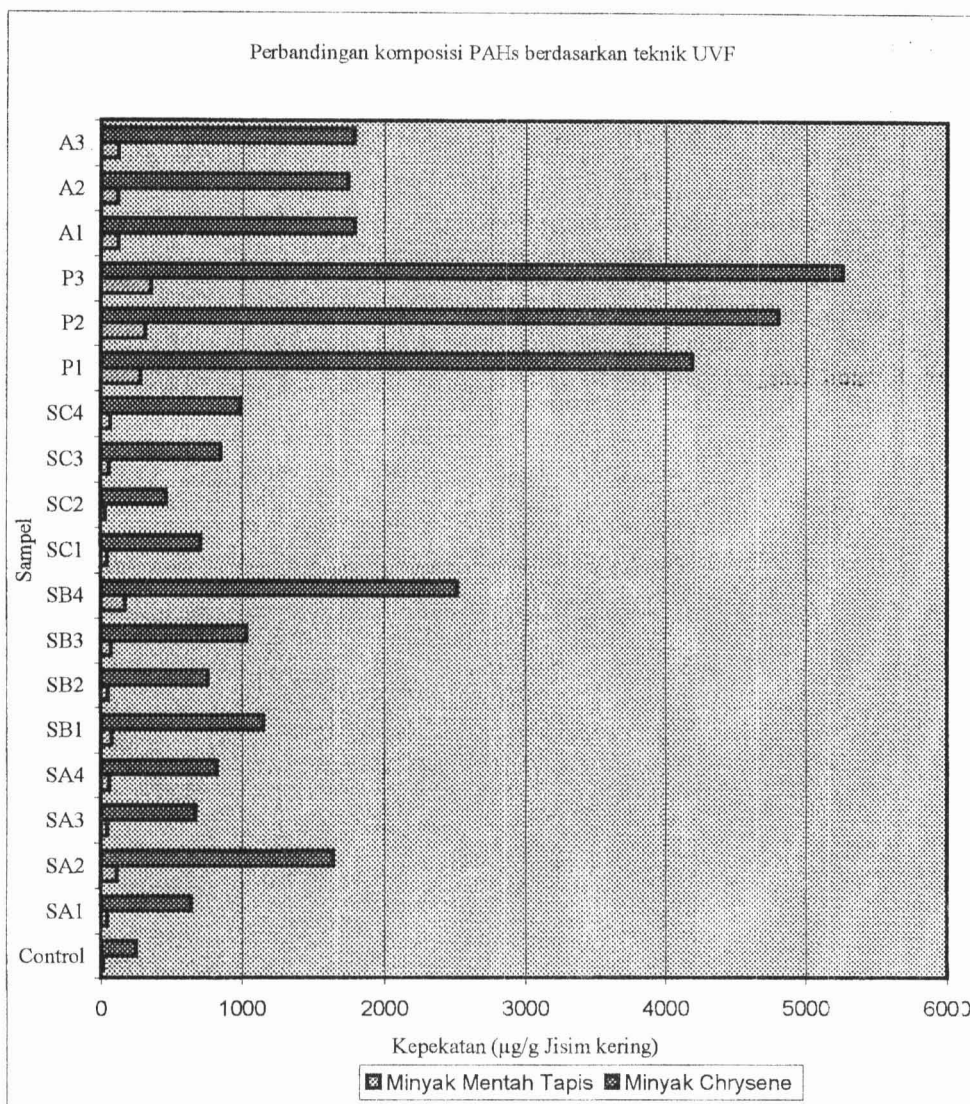
Analisa dilakukan menggunakan teknik ultraviolet pendafluoran spektrometer (UVF) ke atas semua sampel berdasarkan larutan piawai minyak chrysene dan larutan piawai minyak mentah Tapis. Dari data yang diperolehi, Rajah 2 telah diplotkan bagi menunjukkan perbandingan jumlah PAHs dalam sampel tanah, zarahannya bawaan udara dan abu mengikut stesen pensampelan masing-masing. Penganalisaan terhadap paras PAHs adalah berdasarkan kepada komposisi PAHs yang hadir dalam larutan piawai yang disediakan. Larutan piawai minyak chrysene dan minyak mentah Tapis dipilih berdasarkan komposisi PAHs yang wujud dalam larutan ini.

Hasil penyelidikan yang lepas yang dilakukan ke atas minyak mentah tersebut menunjukkan komponen-komponen pahs seperti naphthalene, acenaphthene, anthracene, phenanthrene, fluoranthene, dan pyrene telah dikesan hadir dalam minyak tersebut [6]. Daripada keputusan bagi semua sampel yang dianalisa, sampel zarahannya bawaan udara, p3 mencatatkan kandungan jumlah hidrokarbon polisiklik aromatik (pahs) yang paling tinggi iaitu 352.88  $\mu\text{g/g}$  berdasarkan larutan piawai minyak chrysene dan 5260.96  $\mu\text{g/g}$  berdasarkan larutan piawai minyak mentah tapis.

Kepekatan yang tinggi pada sampel zarahannya bawaan udara menunjukkan pembakaran material biojisim dalam relau dandang adalah salah satu penyumbang pahs di sekitar kawasan kilang kelapa sawit. Menurut Yunker *et al.*, (2001), pembakaran biojisim dan pembakaran bahan api fosil menghasilkan aerosol dengan saiz zarahannya dan sifat fizik yang berbeza [7]. Saiz zarahannya yang kecil akan lebih mudah dan cepat tersebar berbanding saiz zarahannya yang besar. Sampel tanah pada stesen sc2 mencatatkan

jumlah kepekatan hidrokarbon polisiklik aromatik (pahs) yang terendah berbanding dengan semua sampel yang dianalisa.

Jumlah kepekatan pahs yang diperolehi hanyalah 30.85  $\mu\text{g/g}$  berdasarkan larutan piawai minyak chrysene dan 460.26  $\mu\text{g/g}$  berdasarkan larutan piawai minyak mentah tapis. Penganalisan ultraviolet pendafluoran spektrometer (uvf) juga dilakukan ke atas sampel kawalan (*control*), iaitu sampel tanah yang dijangkakan masih tidak tercemar. Penganalisan sampel ini membolehkan proses perbandingan dan mengklasifikasikan tahap pencemaran sesuatu sampel tanah yang dikaji. Penganalisan mendapati, kepekatan sampel kawalan adalah 16.24  $\mu\text{g/g}$  berdasarkan larutan piawai minyak chrysene dan 246.53  $\mu\text{g/g}$  berdasarkan larutan piawai minyak mentah tapis.



Rajah 2: Perbandingan komposisi PAHs bagi setiap sampel menggunakan teknik UVF

## RUJUKAN

1. Samuel, B.H., John, V.G. and Victoria, L.M. 2002. Characterization of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons In Environmental Samples by Selective Fluorescence Quenching. *Analytica Chimica Acta*. **459** (1): 61-73
2. Seung, S.P., Young, J.K. and Chang, H.K. 2002. Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons In Seoul, Korea. *Atmospheric Environment*. **36** (17): 2917-2924
3. Stellman, J.M. 1998. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. 4th Edition. Geneva, Switzerland: International Labour Office Geneva. **104**: 299-300
4. Spengler, J.D., Samet and Carthy. 2000. Indoor Air Quality Handbook. United States of America: Mc Graw-Hill. 34: 18-19
5. Mahlia, T.M.I, Abdulmuin, M.Z., Alamsyah, T. M. I. and Mukhlisien, D. 2000. An Alternative Energy Source From Palm Wastes Industry For Malaysia And Indonesia. *Energy Conversion and Management*. **42** (2001): 1-10
6. United Nation Environment Programme, UNEP. 1992. Determination of Petroleum hydrocarbon in sediments. References Method for Marine Pollution Studies no. 20.
7. Yunker, M.B., Mc Donald, Vingarzan, R., Mitchell, H., Goyette, D. and Sylvestre, S. 2001. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. Kanada. *Organic Geochemistry*. p33