

KEPEKATAN UNSUR LOGAM BERAT DI DALAM DEBU JALAN
BANDARAYA KUALA LUMPUR

oleh:

Mohd. Rashid Mohd. Yusoff
Jabatan Kejuruteraan Kimia,
Universiti Teknologi Malaysia,
54100 KUALA LUMPUR.

Rahmalan Ahmad, Jafariah Jaafar
Jabatan Kimia,
Universiti Teknologi Malaysia,
81300 Sekudai,
JOHOR.

Abd. Khalik Wood
Unit Tenaga Nuklear,
Kompleks PUSPATI,
43000 Kajang,
SELANGOR.

Simposium Kimia Analisis
Kebangsaan Ke Dua
Universiti Sains Malaysia.

September 1988

KEPEKATAN UNSUR LOGAM BERAT DI DALAM DEBU JALAN BANDARAYA KUALA LUMPUR

Mohd. Rashid Mohd. Yusoff, Jabatan Kejuruteraan Kimia, Universiti Teknologi Malaysia, 54100 Kuala Lumpur.

Rahmalan Ahmad, Jafariah Jaafar, Jabatan Kimia, Universiti Teknologi Malaysia, 81300 Sekudai, Johor.

Abdul Khalik Wood, Unit Tenaga Nuklear, Jabatan Perdana Menteri, Kompleks PUSPATI, 43000 Kajang, Selangor.

ABSTRAK

Sejumlah 31 unsur telah dikesan di dalam sampel debu jalan yang diambil di beberapa jalan utama di bandaraya Kuala Lumpur. Unsur-unsur tersebut termasuklah Al, As, Au, Br, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Ga, Hf, La, Lu, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Sm, Ti, U, V, Yb dan Zn.

Kepekatan unsur As, Br, Cd, Cl, Ni, Pb, Sb dan Zn didapati tinggi di dalam sampel debu jalan tersebut dan unsur-unsur tersebut dipercayai terhasil daripada sumber pencemaran yang terdekat iaitu automobil, sementara unsur-unsur selainnya dipercayai terdiri daripada unsur-unsur tanah. Kehadiran kesemua unsur-unsur tersebut di atas seterusnya dibincangkan di dalam kertas kerja ini.

PENGENALAN

Kajian mengenai unsur logam berat di udara, tanah dan di dalam tumbuh-tumbuhan semakin mendapat tempat di negara ini. Pengetahuan tentang unsur-unsur tersebut adalah penting dalam rangka untuk memahami tahap keracunan logam-logam tersebut terhadap kesihatan penerimanya sama ada manusia, haiwan ataupun tumbuh-tumbuhan. Malahan penyelidikan yang menyeluruh mengenai unsur-unsur ini sedikit sebanyak dapat menentukan asal-usul logam-logam tersebut.

Sehubungan dengan ini kajian analisis unsur-unsur di dalam sampel-sampel debu jalan bagi beberapa jalan raya utama bandaraya Kuala Lumpur telah dilakukan. Tujuan utama kajian ini dilakukan adalah untuk memperlihatkan tahap kepekatan unsur-unsur logam yang terkandung di dalam debu tersebut. Kajian perbandingan di antara hasil penyelidikan ini dengan kajian-kajian yang serupa dengannya juga dibincangkan di dalam kertas kerja ini.

METODOLOGI

Sampel

Sampel-sampel debu jalan dari 6 jalan raya utama di bandaraya Kuala Lumpur (Rajah 1) iaitu Jalan Tun Abdul Razak sehingga ke bulatan Pahang, Jalan Ipoh, Jalan Ampang, Jalan Tuanku Abdul Rahman, bulatan Puduraya dan juga Jalan Gurney telah diambil dengan menggunakan berus kecil dan dimasukkan ke dalam beg-beg plastik. Sampel-sampel tersebut disatukan dan dikeringkan di dalam ketuhar pada suhu 35° - 40°C selama satu minggu. Kemudian sampel tersebut diayak untuk membuang bahan-bahan sampingan dengan saiz jaringan pengayak 63 mikron sebelum dianalisis.

Analisis

Analisis logam Cd, Mg, Ni, Pb dan Zn dilakukan menggunakan alat spektrofotometer penyerapan atom relau grafit (PE380 - HGA500). Kira-kira 100 - 200 mg sampel debu jalan ditimbang dengan tepat dan dihadam dengan 5 ml HNO_3 dan 1 ml HClO_4 . Campuran tersebut dipanaskan hingga hampir kering dan kemudian dilarutkan serta dijadikan isipadunya 25 ml dengan 1% HNO_3 . Larutan sampel dicairkan sewajarnya dengan 1% HNO_3 sebelum analisis dilakukan. Larutan piawai logam-logam di atas disediakan dengan mencairkan larutan stok 1000 ppm piawai komersial Fixanal.

Manakala analisis unsur-unsur selainnya dilakukan dengan analisis pengaktifan neutron (Reaktor Triga PUSPATI) yang mempunyai purata fluk $3 \times 10^{12} \text{ nsm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Sampel ditimbang (0.1000 - 0.1500 g) dan dimasukkan ke dalam tiub-tiub polietilina sebelum penyinaran dilakukan. Bahan piawai NBS 1632a dan Soil-5 dari IAEA, Vienna digunakan sebagai piawai bagi menentukan kandungan unsur yang terdapat di dalam sampel.

Sampel dan piawai disinarkan selama 1 minit, dibiarkan menyejuk selama 20 minit dan aktivitiya dibilang selama 5 minit untuk mengesan dan menganalisis unsur-unsur Ti, Al, Cl, V dan Mn. Sampel atau piawai teraktif ini dibilang sekali lagi 24 jam kemudian untuk membolehkan unsur-unsur Sm, Dy, Ga, Na dan K dikesan.

Penyinaran selama 6 jam dilakukan untuk kumpulan sampel dan piawai yang lain untuk mengesan unsur-unsur selebihnya. Setelah melalui masa penyusutan selama 4 atau 5 hari sampel dan piawai dibilang selama 1 jam untuk membolehkan unsur-unsur berikut dikesan; Br, As, Sb, Au, U, Lu, La, Fe, Cr dan Co. Selepas 3 minggu sampel ini dibilang sekali lagi selama 2 jam untuk membolehkan unsur-unsur yang menghasilkan isotop berhayat panjang dikesan (Eu, Ce, Yb, Sc, Fe, Co, Cr, Cs, Hf, Rb dan Th). Pengesan Hyper pure Germanium (HPGe) yang digunakan mempunyai resolusi 1.9 keV pada 1332 ke V ^{60}Co dan manakala analisis kandungan unsur di dalam sampel dilakukan secara perbandingan (puncak foto) dengan piawai. Pembilangan dilakukan dengan sistem pembilang gama spectrometer ND66/ND6600 yang terdapat di Unit Tenaga Nuklear.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Sejumlah 31 unsur telah dikesan di dalam sampel debu jalan yang diambil dan diberi di dalam Jadual 1. Sebagai perbandingan, kepekatan beberapa unsur hasil daripada kajian-kajian lain juga diberi di dalam Jadual 1. Kepekatan unsur As, Br, Cd, Cl, Co, Ni, Pb, Sb dan Zn didapati tinggi atau separas dengan kajian yang dilakukan di Urbana. (Hopke et al., 1980).

Kepekatan unsur-unsur yang diperolehi juga didapati berada di dalam lingkungan julat kepekatan unsur-unsur tersebut yang diperolehi di dalam sampel-sampel tanah tepi jalan di bandaraya Kuala Lumpur (Badri dan Sham, 1985). Unsur-unsur yang tersebut di atas dipercayai terhasil daripada aktiviti-aktiviti manusia.

Unsur Br, Cd, Cl, Pb dan Zn dipercayai mempunyai kaitan rapat dengan automobil. Kewujudan Pb adalah hasil daripada pembakaran minyak petrol yang mengandungi logam plumbum dalam bentuk tetraalkil sebagai agen anti-ketuk di dalam enjin. Br dan Cl pula ditambah di dalam minyak petrol dalam bentuk etilena dihalida sebagai agen 'pembersih' sebatian plumbum agar pengenapan sebatian tersebut tidak berlaku di dalam enjin kenderaan. Hasilnya enjin kenderaan dapat bertahan dengan lebih lama lagi. Walau bagaimanapun, nilai Br/Pb = 0.086 yang diperolehi di dalam kajian ini adalah di bawah nilai purata Br/Pb = 0.862 yang didapati di dalam minyak petrol tempatan (Mohd. Rashid et al., 1988). Kehilangan Br melalui proses peruapan (akibat sampel disimpan terlalu lama) mungkin menjadi faktor utama yang boleh menyebabkan nilai tersebut menjadi rendah. Sebaliknya nilai Cl/Pb adalah agak tinggi iaitu 1.083 jika dibandingkan dengan nilainya di dalam petrol iaitu 0.195. Pengarang berpendapat, memandangkan Cl lebih reaktif daripada Br, maka pada suhu yang tinggi (di dalam enjin kenderaan) atau dalam sinaran cahaya matahari (di luar enjin), Cl lebih mudah bertindakbalas dengan sebatian hidrokarbon daripada petroleum berbanding dengan Br. Oleh yang demikian, kebanyakan Br akan meruap, sementara Cl berpadu serta bertambah dengan hidrokarbon dan terenap di pinggir jalan bersama debu-debu jalan. Manakala unsur Cd dan Zn mungkin terhasil daripada hausan tayar yang dipercayai mengandungi unsur-unsur tersebut (Friedlander, 1973; Lagerwerff et al., 1970). Kewujudan sebatian Zn sebagai satu komponen utama di dalam minyak pelincir juga telah dilaporkan oleh Lagerwerff dan Specht (1970) dan manakala kewujudan As, Co, Ni dan Sb di dalam komponen enjin telah dibincangkan oleh Mulvaney (1982).

Faktor Pengkayaan (FP) Unsur.

Untuk memperlihatkan asal-usul sesuatu unsur, sama ada ia berpunca daripada aktiviti-aktiviti manusia ataupun tanah ialah dengan mencari Faktor Pengkayaan unsur tersebut (Gordon et al., 1973). FP dikira dengan mengambil nisbah kepekatan bagi sesuatu unsur itu terhadap kepekatan Al yang terkandung di dalam sampel dibahagikan dengan nisbah kepekatan unsur itu terhadap Al yang terdapat di dalam kerak bumi seperti berikut:-

$$FP = \frac{[X/Al]_{\text{debu jalan}}}{[X/Al]_{\text{kerak bumi}}}$$

Apabila FP jauh melebihi 1.0 maka kepekatan sesuatu unsur itu adalah tinggi di dalam sampel tersebut jika dibandingkan dengan kepekatan unsur-unsur tersebut di dalam kerak bumi. Bagi tujuan ini kepekatan unsur-unsur di dalam kerak bumi diambil daripada Mason (1966) dan Al dipilih sebagai unsur rujukan memandangkan unsur ini adalah yang paling dominan (selepas Si) di dalam kerak bumi.

FP bagi unsur-unsur yang terdapat di dalam sampel debu jalan diberi di dalam Jadual 2. Sebagai perbandingan FP bagi beberapa unsur di dalam sampel zarah terampai di udara Kuala Lumpur juga diberi di dalam jadual tersebut. Jadual 2 jelas menunjukkan FP bagi unsur-unsur yang terbit daripada aktiviti-aktiviti manusia (As, Br, Cd, Cl, Co, Ni, Pb, Sb dan Zn) didapati tinggi. Ini bermakna unsur-unsur tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor asing dan bukannya daripada tanah. Kehadiran unsur-unsur tersebut telah dibincangkan di atas. Manakala unsur-unsur yang dipercayai unsur tanah (Al, Au, Ce, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Ga, Hf, La, Lu, Mg, Mn, Na, Rb, Sc, Sm, Ti, U, V dan Yb) mempunyai FP yang agak rendah. Walau bagaimanapun, FP bagi Au, Cs, Dy, Hf, Lu dan U adalah agak tinggi (iaitu diantara 2.80 - 23.0). Pada waktu yang sama, FP bagi beberapa unsur tersebut di dalam zarah terampai di udara juga didapati tinggi. Pengarang berpendapat tanah-tanah di kawasan bandaraya Kuala Lumpur ini kaya dengan unsur-unsur tersebut yang mempunyai pertalian rapat dengan logam timah atau aktiviti perlombongan bijih timah seperti yang telah dibincangkan di tempat lain (Mohd. Rashid et al., 1986).

KESIMPULAN

Kajian mengenalpasti beberapa unsur di dalam sampel debu jalan yang diambil di beberapa jalan raya utama di bandaraya Kuala Lumpur telah dibentangkan. Beberapa unsur yang diketahui sebagai unsur toksik didapati mempunyai kepekatan yang tinggi dan penyelidikan-penyelidikan seterusnya perlu dipergiatkan bagi menentukan tahap kesan pencemaran logam-logam berat tersebut terhadap kesihatan manusia dan tumbuhan dalam negara ini.

RUJUKAN

Badri, M.A., Sham, S. (1985). Heavy Metals Pollution Problems in a Developing Tropical City; Case of Kuala Lumpur, Malaysia. Proc. 5th. Int. Conf. Chemistry for Protection of the Environment, Leuven, Belgium, Sept. 9 - 13.

Friedlander S.K. (1973) Chemical Element Balance and Identification of Air Pollution Sources. *Env. Sci. Technol.* 7 : 235 - 140.

Gordon, G.E., Zoller, W.H., Gladney, E.S., Abnormally Enriched Trace Elements in the Atmosphere. 7th. Annual Conf. on Trace Substances in Environmental Health. Univ. of Missouri. Columbia, Mo. USA, 1973.

Hopke, P.K., Lamb, R.E., Natusch D.F.S. (1980). Multielemental Characterization of Urban Roadway Dust. *Env. Sci. Technol.* 14 : 164 - 172.

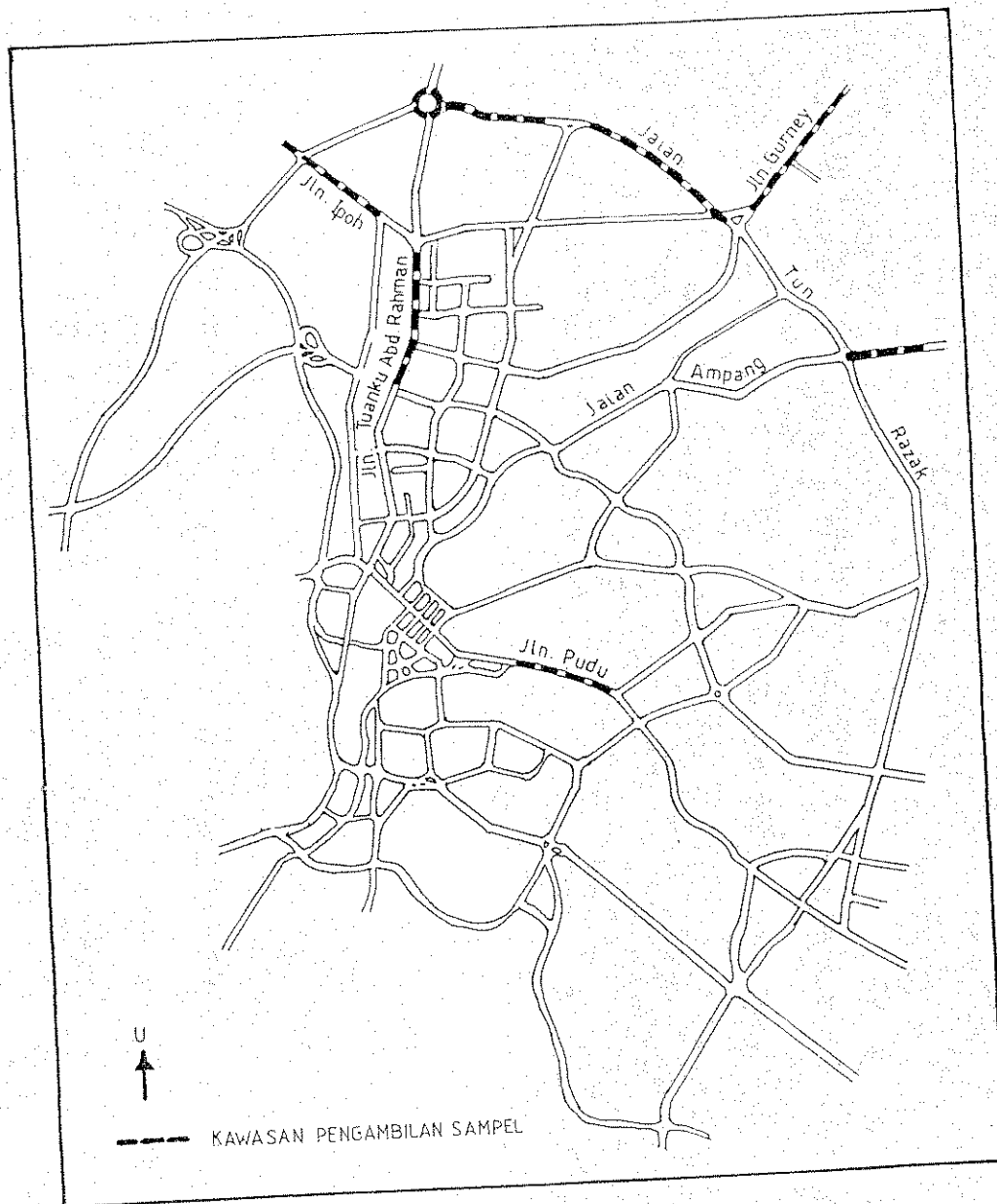
Lagerwerff, J.V., Specht, A.W. (1970). Contamination of Roadside Soil and Vegetation with Cadmium, Nickel, Lead and Zinc. *Env. Sci. Technol.* 4 : 583 - 586.

Mason, B. (1966) Principles of Geochemistry, 3rd. Ed. John Wiley & Son Inc. Pub. NY.

Mohd. Rashid M.Y., Rahmalan, A., Abd. Khalik W. (1986). Elemental Composition of Total Suspended Particulate Matter in Kuala Lumpur - A Preliminary Survey. Second Symposium of Malaysian Chemical Engineers, UKM, Jun 24 - 25.

Mohd. Rashid M.Y., Rahmalan, A., Abd. Khalik W. (1988). Nilai Cl/Br dan Halida/Pb Di Dalam Minyak Petrol Tempatan. *Jurnal Teknologi* (dihantar untuk penerbitan).

Mulvaney. S.T., Marshall. H.P., Knight. H.G., Parkinson. T.F. (1982). Neutron Activation Analysis of Wear Products in a Diesel Engine Fueled With Coal-Oil Slurries. *J. of Radio Analysis Chem.* 72 : 319 - 334.



Rajah 1 : PETA LOKASI KAJIAN

JADUAL 1 - Kepekatan Unsur Di Dalam Debu Jalan (ppm)

UNSUR	DEBU JALAN (kajian ini)	TANAH TEPI JALAN K.L. ^a	DEBU JALAN URBANA, ILLINOIS ^b
Al	7.47 ± 0.07%	5 - 20%	-
As	84.4 ± 8.0	8 - 34	11 ± 1
Au	85.7 ± 5.9 ppb	-	-
Br	119 ± 3.3	-	84+
Cd	5.4 ± 0.8	0.5 - 12	1.6 ± 0.2
Ce	79.8 ± 13.4	-	29 ± 1
Cl	1500 ± 361	-	-
Co	9.7 ± 1.9	-	6.8 ± 0.4
Cr	64.5 ± 4.4	-	210 ± 20
Cs	8.5 ± 1.6	-	1.1 ± 0.2
Cu	-	3 - 60	-
Dy	7.7 ± 0.9	-	1.6 ± 0.2
Eu	438 ± 30 ppb	-	0.4 ± 0.03
Fe	1.99 ± 0.36%	0.8 - 3.5%	6.2 ± 0.5%
Ga	12.4 ± 1.4	-	4.9 ± 0.9
Hf	22.7 ± 2.9	-	5.0 ± 0.5
Hg	-	0.3 - 15	0.090 ± 0.008
La	39.3 ± 0.6	-	10 ± 1
Lu	1437 ± 203 ppb	-	0.16 ± 0.4
Mg	2910 ± 20	-	-
Mn	480 ± 8.9	500 - 3000	350 ± 30
Na	0.46 ± 0.01%	-	0.53 ± 0.05%
Ni	179 ± 15	-	250 ± 60
Pb	1385 ± 176	500 - 2500	0.1 ± 0.02%
Rb	135 ± 14	-	29.0 ± 5
Sb	5.6 ± 0.3	-	2.2 ± 0.3
Sc	5.2 ± 0.3	-	4.2 ± 0.3
Sm	7.0 ± 0.5	-	3.4 ± 0.5
Ti	0.29 ± 0.06%	-	-
U	19.1 ± 1.6	-	3.5 ± 0.7
V	36.9 ± 1.1	-	-
Yb	2.9 ± 0.2	-	1.0 ± 0.2
Zn	1430 ± 130	350 - 2000	320 ± 30

a Badri dan Sham (1985)

b Hopke et al., (1980)

- tidak dianalisis

JADUAL 2 - Faktor Pengkayaan Unsur Di Dalam Debu Jalan dan Zarah-han Terampai Di Udara Kuala Lumpur.

UNSUR	KEPEKATAN (ppm)		FAKTOR PENGGAYAAN	
	Debu Jalan K.L.	Kerak Bumi ^a	Debu Jalan	Di Udara K.L. ^b
Al	7.47%	8.13%	1.00	1.00
As	84.4	1.8	54	145
Au	85.7 ppb	0.004	23	20
Br	119	2.5	52	356
Cd	5.4	0.2	29	199
Ce	79.8	60	1.4	-
Cl	1500	130	12.5	-
Co	9.7	25	0.42	65
Cr	64.5	100	0.70	7.4
Cs	8.5	3	3.1	-
Dy	7.7	3	2.8	6.7
Eu	438 ppb	1.2	0.34	14
Fe	1.99%	5.0%	0.43	0.28
Ga	12.4	15	0.9	-
Hf	22.7	3	8.2	-
La	39.3	30	1.4	0.54
Lu	1437 ppb	0.5	3.1	-
Mg	2910	2.09%	0.15	3.99
Mn	480	950	0.55	-
Na	0.46%	2.83%	0.18	-
Ni	179	75	2.6	176
Pb	1385	13	116	716
Rb	135	90	1.6	-
Sb	5.6	0.2	30	217
Sc	5.2	22	0.26	0.22
Sm	7.0	6	1.3	0.41
Ti	0.29%	4400	0.7	1.52
U	19.1	1.8	11.5	-
V	36.9	135	0.3	0.88
Yb	2.9	3.4	0.9	-
Zn	1430	70	22	18

a

Mason, B (1966)

b

Mohd. Rashid M.Y. et al., (1986)

- tidak dianalisis