



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**PENILAIAN PENDEDAHAN PLUMBUM DARI SEGI
PERKEMBANGAN MENTAL DAN FIZIKAL KANAK-KANAK
SEKOLAH RENDAH DI KAWASAN PERINDUSTRIAN
DAN PERBANDARAN, MALAYSIA**

JUNIDAH RAIB

FPSK (M) 2001 6

**PENILAIAN PENDEDAHAN PLUMBUM DARI SEGI
PERKEMBANGAN MENTAL DAN FIZIKAL KANAK-KANAK SEKOLAH
RENDAH DI KAWASAN PERINDUSTRIAN DAN PERBANDARAN,
MALAYSIA**

JUNIDAH RAIB

MASTER SAINS

UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

2001



**PENILAIAN PENDEDAHAN PLUMBUM DARI SEGI
PERKEMBANGAN MENTAL DAN FIZIKAL KANAK-KANAK SEKOLAH
RENDAH DI KAWASAN PERINDUSTRIAN DAN PERBANDARAN,
MALAYSIA**

Oleh

JUNDAH RAIB

**Tesis yang dikemukakan sebagai memenuhi keperluan untuk
Ijazah Master Sains Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan
Universiti Putra Malaysia**



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia
sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

**PENILAIAN PENDEDAHAN PLUMBUM DARI SEGI PERKEMBANGAN
MENTAL DAN FIZIKAL KANAK-KANAK SEKOLAH RENDAH DI
KAWASAN PERINDUSTRIAN DAN PERBANDARAN, MALAYSIA**

Oleh

JUNIDAH RAIB

Mac 2001

Pengerusi : Profesor Madya Dr. Zailina Hashim

Fakulti: Perubatan dan Sains Kesihatan

Kajian pendedahan plumbum di kalangan kanak-kanak telah dijalankan dengan menggunakan kepekatan plumbum darah, asid δ -aminolevulinik urin (δ -ALA urin) dan plumbum urin sebagai indikator. Ujian tahap cerdas pandai (IQ) dan ukuran antropometri juga telah dilakukan. Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti perkaitan plumbum darah, asid δ -aminolevulinik urin (δ -ALA) dan plumbum urin ke atas tahap cerdas pandai (IQ) dan perkembangan fizikal kanak-kanak sekolah rendah. Seramai 269 orang kanak-kanak Melayu yang berumur dalam lingkungan 6½ hingga 8½ tahun iaitu 169 orang daripada kawasan bandar dan 100 orang daripada kawasan industri terpilih sebagai responden. Sampel darah responden diambil dengan menggunakan kaedah cucukan hujung jari dan kepekatan plumbum darah dan urin dicerap dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom Relau Grafit. Skor tahap cerdas pandai (IQ) kanak-kanak diukur dengan menggunakan 'McCarthy Scales of Children's Abilities Test' (MSCA) dan kepekatan asid δ -aminolevulinik urin diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV/VIS melalui kaedah Satgunasingam *et al.*, (1973).



Hasil kajian menunjukkan bahawa 98.1% responden mempunyai kepekatan plumbum darah kurang daripada 10 $\mu\text{g/dL}$ iaitu berada di bawah paras piawai yang disarankan oleh CDC, (1991). Berdasarkan indeks biologi (Lane *et al.*, 1968), 77.1% responden menunjukkan kepekatan δ -ALA urin dalam julat normal iaitu kurang daripada 0.6 mg/100mL dan 22.9% berada dalam julat diterima 0.6-2.0 mg/100mL. Berdasarkan kepada indeks yang sama (Lane *et al.*, 1968) didapati 100% responden menunjukkan kepekatan plumbum urin dalam julat normal iaitu kurang daripada 8 $\mu\text{g/dL}$. Hasil kajian menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan bagi nilai kepekatan plumbum urin ($t=-9.585$; $p \leq 0.001$) dan skor tahap cerdas pandai (IQ) ($t=-4.404$; $p \leq 0.001$) antara kawasan industri dengan bandar. Walau bagaimanapun hasil ujian statistik bagi angkubah kepekatan plumbum darah dan δ -ALA urin menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara kawasan kajian. Hubungan songsang yang signifikan didapati antara plumbum darah dengan skor IQ bagi semua responden ($r=-0.140$; $p \leq 0.05$) dan responden di kawasan industri ($r=-0.197$; $p \leq 0.05$). Berdasarkan ujian 'General Linear Model', kepekatan plumbum darah masih lagi menunjukkan hubungan signifikan dengan skor IQ bagi semua responden ($F=3.936$; $p \leq 0.05$) dan responden di kawasan industri ($F=5.177$; $p \leq 0.05$) selepas mengawal faktor pembauran.

Ujian korelasi Pearson menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara plumbum darah dengan δ -ALA urin ($r = 0.058$; $p = 0.350$), plumbum darah dengan plumbum urin ($r = 0.044$; $p = 0.517$) dan δ -ALA urin dengan plumbum urin ($r = 0.097$; $p = 0.165$). Ujian korelasi Pearson juga mendapati tidak terdapat hubungan yang

signifikan antara plumbum darah dengan ukuran antropometri daripada segi tinggi ikut umur ($r = -0.071$; $p=0.244$), berat ikut umur ($r=-0.011$; $p=0.856$) dan lilitan lengan kiri ($r=0.007$; $p=0.907$). Kesimpulannya, kepekatan plumbum darah sesuai digunakan sebagai indikator untuk pemantauan terhadap pendedahan plumbum. Akan tetapi δ -ALA urin dan plumbum urin tidak sesuai digunakan sebagai indikator bagi pendedahan terhadap plumbum pada paras rendah. Hasil kajian juga merumuskan bahawa skor IQ kanak-kanak dapat dipengaruhi oleh kepekatan plumbum darah walaupun pada paras yang rendah selepas mengawal faktor pembauran..



Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfilment of the requirement for the degree of Master of Science

ASSESSMENT OF LEAD EXPOSURE ON MENTAL AND PHYSICAL DEVELOPMENT OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN INDUSTRIAL AND URBAN AREAS, MALAYSIA

By

JUNIDAH RAIB

March 2001

Chairman : Associate Professor Dr. Zailina Hashim

Faculty: Medicine and Health Sciences

A study on the exposure of lead among children was conducted using blood lead, urine δ -aminolevulinic acid (urine δ -ALA) and urine lead. Intelligence quotient (IQ) test and anthropometric measurements were also studied. Objectives of this study was to identify the relationship between blood lead, urine δ -ALA and urine lead with IQ and physical development among primary school children. Two hundred and sixty nine Malay children in the age range of 6½ to 8½ years, consisting of 169 children from urban area and 100 children from industrial area were selected as respondents. Blood samples were obtained by finger pricked method. Blood and urine lead concentrations were analysed with the Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer, IQ level was measured by the 'McCarthy Scales of Children's Abilities Test' (MSCA). Urine δ -ALA was measured with Spectrophotometer UV/VIS by using Satgunasingam *et al.*, (1973) method.



Results showed that 98.1% of respondents had blood lead concentrations less than 10 $\mu\text{g/dL}$, that is below the standard value recommended by CDC, (1991). According to biological index (Lane *et al.*, 1968), 77.1% respondents urine δ -ALA were in normal range that is less than 0.6 mg/100mL and 22.9% respondents in the acceptable range that is 0.6 - 2.0 mg/100mL. According to the same index, 100% respondents urine lead concentrations were in the normal range which is less than 8 $\mu\text{g/dL}$. Results showed that there was significant differences in urine lead ($t=-9.585$; $p\leq 0.001$) and IQ score ($t=-4.404$; $p\leq 0.001$) between industrial and urban area. However there was no significant difference in blood lead concentrations and urine δ -ALA concentrations between the two areas. There was a significant inverse relationship between blood lead concentrations and IQ score for all respondents ($r=-0.104$; $p\leq 0.05$) and respondents from industrial area ($r=-0.197$; $p\leq 0.05$). General Linear Model test indicated that there was a significant relationship between blood lead concentrations and IQ score for all respondents ($F=3.936$; $p\leq 0.05$) and respondents from industrial area ($F=5.177$; $p\leq 0.05$) after controlling all the confounding factors.

The of Pearson's Correlation test indicated that there was no significant relationship between blood lead concentration with urine δ -ALA ($r=0.058$; $p=0.350$), blood lead concentrations with urine lead concentrations ($r=0.044$; $p=0.517$), urine δ -ALA concentrations with urine lead concentrations ($r=0.097$; $p=0.165$). Pearson's Correlation test also showed that there was no significant relationship between blood lead concentrations with anthropometric measurements in term of height for age ($r=-0.071$; $p=0.244$), weight for age ($r=-0.011$; $p=0.856$), and left arm circumference



($r=0.007$; $p=0.907$). In conclusion, blood lead concentrations can be used as suitable indicator for lead exposure but urine δ -ALA concentrations and urine lead concentrations are not suitable indicators at low exposure level. Results also concluded that IQ scores can be influenced by blood lead concentrations even at very low level after controlling all the confounding factors.



PENGHARGAAN

Dengan nama Allah s.w.t. yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang

Bersyukur saya kehadiran Allah s.w.t kerana dengan limpah kurnianya saya dapat menyempurnakan tesis saya dengan jayanya.

Dengan penuh keikhlasan, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada Prof Madya Dr. Zailina Hashim selaku penyelia tesis master saya di atas segala bimbingan, nasihat dan tunjuk ajar serta bantuan yang telah diberikan sepanjang kajian ini dilaksanakan. Ucapan terima juga kepada Prof Madya Dr Jamal Hisham Hashim selaku ketua program Penyelidikan IRPA 06-02-02-0023 memberi peluang kepada saya untuk menggunakan sebahagian data kajian untuk penulisan tesis master.

Begitu juga ucapan setinggi-tinggi terima kasih saya ajukan kepada ahli Jawatankuasa Penyeliaan tesis iaitu Prof Madya Dr. Asmah Rahmat, Dr. Rohani Abdullah dan Prof Madya Dr. Salmijah Surif di atas segala nasihat, komen dan bantuan yang telah diberikan bagi memperbaiki tesis ini dan di sepanjang saya menjalankan kajian.

Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada UPM yang telah memberikan peruntukan Projek Jangka Pendek Siswazah dan Pusat Pengajian Siswazah kerana



telah memberi peruntukan kepada saya melalui Skim Pasca Siswazah. Saya juga amat berterima kasih kepada semua kakitangan Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan, UPM terutamanya Prof Madya Dr. Maznah Ismail dan Ketua Jabatan Kesihatan Masyarakat, HUKM Prof Dr. Osman Ali kerana memberi kebenaran kepada saya untuk menggunakan instrumen Spektrometer serapan atom. Rakaman terima kasih juga ditujukan kepada semua pegawai-pegawai makmal Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan yang banyak membantu samada secara langsung atau tidak semasa penganalisan sampel.

Ucapan terima kasih juga kepada pihak Kementerian Pendidikan Malaysia, Hj. Ahmad Parman (Jabatan Pendidikan Johor) dan Datin Hajah Hasnah Hj. Hanafi (Jabatan Pendidikan Wilayah Persekutuan) kerana memberi kebenaran menjalankan kajian terhadap kanak-kanak sekolah di Johor dan Wilayah Persekutuan. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua Guru Besar, guru-guru dan kakitangan Sekolah Kebangsaan Pasir Gudang (4), Johor, Sekolah kebangsaan (L) Jalan Batu (1) & (2), Sekolah Kebangsaan (P) Jalan Batu (1) & (2) dan Sekolah Kebangsaan Jalan Raja Muda kerana telah memberikan sepenuh kerjasama sepanjang saya menjalankan kajian. Terima kasih juga buat ibubapa responden yang telah memberikan kebenaran kepada anak masing masing untuk terlibat dalam kajian ini

Akhir sekali ucapan terima kasih ini saya tujukan kepada semua kakitangan di Unit Kesihatan Persekitaran dan Pekerjaan, UPM iaitu En Shamsul Bahari, Dr Shamsul Bahari, Pn Juliana, Pn Heryati juga kepada cik Chua Swee Kim dan



kakitangan di Makmal Kesihatan Pekerjaan, HUKM seperti En Ariffin, Dr. Idzuan, En Khairul Hazdi dan Cik Rozita kerana telah banyak membantu dan memberi dorongan kepada saya untuk menyiapkan tesis ini. Ucapan terima kasih juga khas untuk rakan seperjuangan Cik Saliza di atas segala bantuan dan jasa baik yang telah diberikan sepanjang menjalankan kajian.

Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada kedua ibubapa saya Raib bin Mohd Said dan ibu saya Saniah bt Asmuni dan kedua ibubapa mertua Ismail bin Wahab dan Saadiah bt Musa serta suami tercinta Norasmadi Ismail yang telah memberi dorongan dan galakan serta bantuan kepada saya untuk menyiapkan tesis ini.

Semoga Allah s.w.t akan membalas segala jasa baik yang telah ditaburkan.



Saya mengesahkan bahawa Jawatankuasa Pemeriksa bagi Junidah Raib telah mengadakan pemeriksaan akhir pada 16hb. Mac 2001 untuk menilai tesis Master beliau yang bertajuk " Penilaian Pendedahan Plumbum dari Segi Perkembangan Mental dan Fizikal Kanak-kanak Sekolah Rendah di Kawasan Perindustriandan Perbandaran" mengikut Akta Universiti Pertanian Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1980 dan Peraturan-Peraturan Universiti Pertanian Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1981. Jawatankuasa Pemeriksa memperakukan bahawa calon ini layak dianugerahkan Ijazah tersebut. Anggota Jawatankuasa Pemeriksa adalah seperti berikut :

Mohd Yunus Abdullah, Ph.D
Profesor Madya
Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Zailina Hashim, Ph.D
Profesor Madya
Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Asmah Rahmat, Ph.D
Profesor Madya
Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Rohani Abdullah, Ph.D
Fakulti Ekologi Manusia
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Salmijah Surif, Ph.D
Profesor Madya
Fakulti Sains Hayat
Universiti Kebangsaan Malaysia
(Ahli)



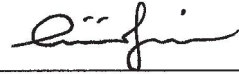
MOHD GHAZALI MOHAYIDIN, Ph.D
Profesor / Timbalan Dekan
Pusat Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh : 15 MAY 2001

❖



Tesis ini telah diserahkan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi syarat-syarat keperluan untuk Ijazah Master Sains.



AINI IDERIS, Ph.D
Profesor / Dekan
Pusat Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh :

PENGAKUAN

Saya mengaku bahawa tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli melainkan petikan dan sedutan yang telah diberi penghargaan di dalam tesis. Saya juga mengaku bahawa tesis ini tidak dimajukan untuk ijazah-ijazah lain di Unversiti Putra Malaysia atau di institusi-institusi lain.



JUNIDAH RAIB

Tarikh : 14-5-2001

ISI KANDUNGAN

Muka Surat

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	v
PENGHARGAAN	viii
SURAT PENGESAHAN	xi
SURAT PENGAKUAN	xiii
SENARAI JADUAL	xvii
SENARAI RAJAH	xx
DAFTAR ISTILAH	xxiii

BAB

1	PENDAHULUAN	
1.1	Pengenalan	1
1.2	Kenyataan Masalah	3
1.3	Kepentingan Kajian	9
1.4	Definisi Istilah	
	1.4.1 Definisi Konseptual	12
	1.4.2 Definisi Operasional	14
1.5	Objektif Kajian	
	1.5.1 Objektif Umum	16
	1.5.2 Objektif Khusus	16
1.6	Hipotesis Kajian	18
1.7	Limitasi Kajian	20
2	ULASAN KARYA TERPILIH	
2.1	Plumbum	22
2.2	Sumber-sumber Plumbum	25
	2.2.1 Plumbum dalam Debu dan Tanah	27
	2.2.2 Plumbum dalam Air	28
	2.2.3 Plumbum dalam Makanan	29
	2.2.4 Plumbum dalam Udara	30
	2.2.5 Sumber-sumber Lain	33
2.3	Metabolisme Plumbum	33
2.4	Ketoksikan Plumbum (Mekanisme Fisiologi)	35
2.5	Gangguan Plumbum kepada Sistem Saraf	36
2.6	Kesan Plumbum Terhadap Kognitif Am	40
2.7	Gangguan Plumbum kepada Biosintesis Hem	44
2.8	Gangguan Plumbum kepada Tahap Tumbesaran Fizikal	45



2.9	Kaedah-kaedah Penentuan Beban Plumbum dalam Tubuh	47
3	METODOLOGI	
3.1	Latarbelakang Kajian	49
3.2	Lokasi Kajian	49
3.3	Pemilihan Sampel	50
3.4	Pengumpulan dan Pengukuran Data	53
3.4.1	Borang Soal Selidik	54
3.4.2	Pengumpulan Sampel Darah	55
3.4.3	Analisis Plumbum Darah	58
3.4.4	Penyediaan Kelok Kalibrasi Plumbum Piawai	59
3.4.5	Pengumpulan Sampel Urin	61
3.4.6	Analisis δ -ALA Urin	62
3.4.7	Analisis Plumbum Urin	65
3.4.8	Penyediaan Kelok Kalibrasi Plumbum Piawai	66
3.4.9	Analisis Kreatinin Urin	67
3.5	Instrumen Pengukuran Tahap Cerdik Pandai	69
3.6	Pengukuran Data Antropometri	79
3.7	Kawalan Kualiti Data	81
3.7.1	Penggunaan Lyphocek	81
3.7.2	Reliabiliti Ujian IQ MSCA	81
3.7.3	Alat Radas dan Reagen	82
3.7.4	Pengawetan dan Penyimpanan Urin	82
3.8	Analisis Data	84
4	HASIL KAJIAN	
4.1	Latarbelakang Responden	85
4.2	Latarbelakang Keluarga Responden	89
4.3	Ciri-ciri Persekitaran Responden	93
4.4	Penentuan Kualiti Data	97
4.4.1	Kepekatan Plumbum Darah	97
4.4.2	Ketepatan Ujian Lyphocek Sampel Plumbum Darah di Kawasan Industri	97
4.4.3	Ketepatan Ujian Lyphocek Sampel Plumbum Darah di Kawasan Bandar	99
4.4.4	Kepekatan δ -ALA Urin (Ujian Perolehan Semula δ -ALA Urin)	100
4.4.5	Ujian Reliabiliti Instrumen Mc Carthy Scale of Children Ability (MSCA)	103
4.4.6	Ujian Reliabiliti dan Korelasi Untuk Skor Skala Bagi Semua Responden	103
4.4.7	Ujian Reliabiliti dan Korelasi Untuk Skor Skala Bagi Responden Mengikut Kawasan Kajian	106
4.4.8	Ujian Reliabiliti dan Korelasi Untuk Skor Ujian	

	Bagi Responden Mengikut Kawasan Kajian	107
4.5	Kepekatan Plumbum Darah	110
4.6	Kepekatan δ -ALA Urin	116
4.7	Kepekatan Plumbum Urin	123
4.8	Keputusan Ujian IQ	129
4.9	Pengukuran Antropometri	137
4.10	Hubungan Plumbum Darah dengan δ -ALA Urin	140
4.11	Hubungan Plumbum Darah dengan Plumbum Urin	142
4.12	Hubungan Plumbum Darah dengan Skor Kognitif Am	143
4.13	Pengaruh Hubungan Antara Plumbum Darah dengan Skor IQ Serta Faktor Sosio-ekonomi	147
4.14	Hubungan Plumbum Darah dengan Tahap Tumbesaran Fizikal	149
4.15	Hubungan δ -ALA Urin dengan Plumbum Urin	150
4.16	Hubungan Plumbum Urin dengan Skor Kognitif Am	151
4.17	Hubungan δ -ALA Urin dengan Skor Kognitif Am	152
5	PERBINCANGAN	
5.1	Maklumat Asas dan Latarbelakang Keluarga Responden	154
5.2	Kepekatan Plumbum Darah	156
5.3	Kepekatan δ -ALA Urin	159
5.4	Kepekatan Plumbum Urin	161
5.5	Tahap Cerdik Pandai (IQ)	163
5.6	Tahap Tumbesaran Fizikal	165
5.7	Hubungan Plumbum Darah dengan δ -ALA Urin	166
5.8	Hubungan Plumbum Darah dengan Plumbum Urin	168
5.9	Hubungan Plumbum Darah dengan IQ	170
5.10	Hubungan δ -ALA Urin dengan Plumbum Urin	172
5.11	Hubungan Plumbum Darah dengan Tahap Tumbesaran	173
6	KESIMPULAN	
6.1	Cadangan	178
	RUJUKAN	181
	LAMPIRAN	

SENARAI JADUAL

JADUAL		Muka Surat
2.1	Ciri-ciri kimia dan fizikal bagi plumbum dan sebatian plumbum terpilih	24
2.2	Anggaran pelepasan logam berat terpilih daripada sumber anthropogenik dan semulajadi	25
2.3	Kajian-kajian pendedahan plumbum terhadap plumbum	43
3.1	Skala Verbal	73
3.2	Skala Perstasi-persepsi	74
3.3	Skala Kuantitatif	75
3.4	Skala Memori	76
3.5	Skala Motor	77
4.1	Ciri-ciri responden kajian	86
4.2	Maklumat latarbelakang responden	88
4.3	Tahap pendidikan ibu bapa	89
4.4	Pekerjaan ibu dan bapa responden	91
4.5	Pendapatan isirumah responden mengikut kawasan kajian	92
4.6	Perbandingan pendapatan isi rumah responden antara kawasan kajian	93
4.7	Ciri-ciri rumah responden	94
4.8	Lokasi rumah responden dari punca pencemaran	96
4.9	Ujian perolehan semula penentuan δ -ALA urin di kawasan industri	101



4.10	Nilai reliabiliti untuk skala Prestasi Mc Carthy bagi semua responden	104
4.11	Nilai reliabiliti daripada ujian dalam skala McCarthy (MSCA) bagi semua responden	105
4.12	Nilai reliabiliti untuk skala prestasi McCarthy (MSCA) antara kawasan kajian	107
4.13	Nilai reliabiliti daripada ujian dalam skala McCarthy (MSCA) antara kawasan kajian	109
4.14	Kepekatan plumbum darah, \log_{10} plumbum darah dan perbezaan antara kawasan	114
4.15	Kepekatan δ -ALA urin, \log_{10} δ -ALA urin dan perbezaan antara kawasan	118
4.16	Kepekatan plumbum urin, \log_{10} plumbum urin dan Perbezaan antara kawasan	128
4.17	Perbandingan tahap keupayaan Kognitif Am antara kajian Mc Carthy dengan kajian	130
4.18	Skor skala MSCA responden mengikut kawasan kajian	132
4.19	Tahap pencapaian IQ mengikut kawasan	134
4.20	Ukuran berat dan tinggi responden mengikut kawasan kajian	137
4.21	Pengelasan Berat ikut Umur, Tinggi ikut Umur dan Berat ikut Tinggi	139
4.22	Lilitan lengan kiri responden	140
4.23	Korelasi plumbum darah dengan δ -ALA urin	141
4.24	Korelasi plumbum darah dengan plumbum urin	142
4.25	Korelasi plumbum darah dan \log_{10} plumbum darah dengan skala IQ untuk semua responden	143
4.26	Korelasi plumbum darah dan \log_{10} plumbum darah dengan skala IQ responden mengikut kawasan kajian	145



4.27	Hubungan antara skala Kognitif Am dengan plumbum darah selepas mengawal faktor pembauran terpilih untuk semua responden	148
4.28	Hubungan antara skala Kognitif Am dengan plumbum darah selepas mengawal faktor pembauran terpilih untuk responden di kawasan industri	148
4.29	Hubungan antara skala Kognitif Am dengan plumbum darah selepas mengawal faktor pembauran terpilih untuk responden di kawasan bandar	149
4.30	Korelasi \log_{10} plumbum darah dengan ukuran antropometri	150
4.31	Korelasi δ -ALA urin dengan plumbum urin	151
4.32	Korelasi plumbum urin dengan skor Kognitif Am	152
4.33	Korelasi δ -ALA urin dengan dengan skor Kognitif Am	153

SENARAI RAJAH

RAJAH	Muka Surat
1.1 Kesan Kepekatan Plumbum Darah di Kalangan Kanak-kanak dan Orang Dewasa	5
1.2 Model Rangkaian Masalah	8
2.1 Tapak Jalan Pendedahan Plumbum kepada Manusia	26
2.2 Peratus Jualan Gasolin Berplumbum dan Tanpa Plumbum	31
2.3 Kesan Plumbum ke Atas Tapak Jalan Biosintesis Heme	38
2.4 Struktur (a) Asid δ -aminolevulinik dan (b) Asid γ -aminobutirik	39
3.1 Persampelan Rawak Berstrata Responden Tahun 1 dan 2	52
3.2 Model Persampelan	54
3.3 Siri Tindakbalas Penganalisan Kreatinin dalam Urin	69
3.4 Jenis -jenis Ujian dalam Skala	78
4.1 Taburan Kepekatan Plumbum Darah bagi Semua Responden	110
4.2 Taburan Kepekatan Plumbum Darah Responden di Kawasan Bandar	111
4.3 Taburan Kepekatan Plumbum Darah Responden di Kawasan Industri	111
4.4 Taburan Log_{10} Kepekatan Plumbum Darah bagi Semua Responden	112
4.5 Taburan Log_{10} Kepekatan Plumbum Darah Responden di Kawasan Bandar	112



4.6	Taburan Log ₁₀ Kepekatan Plumbum Darah Responden di Kawasan Industri	113
4.7	Kategori Kepekatan Plumbum Darah Mengikut Kawasan Kajian	115
4.8	Taburan Kepekatan δ -ALA Urin bagi Semua Responden	117
4.9	Taburan Kepekatan δ -ALA Urin bagi Responden di Kawasan Bandar	117
4.10	Taburan Kepekatan δ -ALA Urin bagi Responden di Kawasan Industri	118
4.11	Taburan Log ₁₀ Kepekatan δ -ALA Urin bagi Semua Responden	119
4.12	Taburan Log ₁₀ Kepekatan δ -ALA Urin bagi Responden di Kawasan Bandar	119
4.13	Taburan Log ₁₀ Kepekatan δ -ALA Urin bagi Responden di Kawasan Industri	120
4.14	Kategori Kepekatan δ -ALA Urin Mengikut Kawasan Kajian	122
4.15	Taburan Kepekatan Plumbum Urin bagi Semua Responden	124
4.16	Taburan Kepekatan Plumbum Urin Responden di Kawasan Bandar	124
4.17	Taburan Kepekatan Plumbum Urin Responden di Kawasan Industri	125
4.18	Taburan Log ₁₀ Kepekatan Plumbum Urin bagi Semua Responden	125
4.19	Taburan Log ₁₀ Kepekatan Plumbum Urin Responden di Kawasan Bandar	126
4.20	Taburan Log ₁₀ Kepekatan Plumbum Urin Responden di Kawasan Industri	126
4.21	Pencapaian Mengikut Kategori MSCA antara Kawasan Kajian	131



4.22	Min Perbandingan Skor Skala MSCA Mengikut Kawasan Kajian	135
4.23	Min Perbandingan Skor Skala Kognitif Am Mengikut Kawasan Kajian	136
4.24	Graf Scatter Log_{10} Plumbum Darah dengan Skor Skala Kognitif Am untuk Semua Responden	146
4.25	Graf Scatter Log_{10} Plumbum Darah dengan Skor Kognitif Am untuk Responden Kawasan Industri	146



GLOSARI

IQ	-	Tahap cerdas pandai (Intelligence quotient).
MSCA	-	Skala Prestasi McCarthy
Skala V	-	Skala Verbal
Skala PP	-	Skala Prestasi-persepsi
Skala K	-	Skala Kuantitatif
Skala M	-	Skala Memori
Skala Mtr	-	Skala Motor
Skala KA	-	Skala Kognitif Am
GCI	-	Indeks Kognitif Am
AAS	-	Spektrometer Serapan Atom (Atomic Absorption Spectrometer)
$\mu\text{g/dL}$	-	Mikrogram per desiliter
$\mu\text{g/L}$	-	Mikrogram per liter
$\mu\text{g/m}^3$	-	Mikrogram per meter padu
bpb	-	bahagian per billion
bpj	-	bahagian per juta
δ -ALA	-	Asid delta aminolevulinik
GABA	-	Asid γ - aminobutirik
ATSDR	-	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CDC	-	U.S. Centers for Disease Control
EHC	-	Environmental Health Center
JAS	-	Jabatan Alam Sekitar

