

AIR LARIAN SEBAGAI PENUNJUK PENCEMARAN

Mohd Rozali Othman¹, Mohd Talib Hj. Latif² dan Tai Kek Siong¹

¹Program Kimia, Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan,

²Program Sains Sekitaraa, Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam,

Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia. 43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA

Abstrak: Satu kajian untuk menentukan perbezaan antara kualiti air hujan dan air larian telah dilakukan di pusat bandar Kajang dan Bangi (Universiti Kebangsaan Malaysia). Ini adalah untuk menentukan keupayaan air larian digunakan sebagai penunjuk pencemaran sesuatu kawasan. Masing-masing 10 dan 3 stesen persampelan telah dipilih di Kajang dan Bangi. Beberapa parameter kualiti air telah dipilih dan kaedah analisis dilakukan berdasarkan kepada kaedah yang telah disarankan oleh American Public Health Association (APHA) dan Global Environmental Monitoring System (GEMS). Parameter-parameter kajian yang dipilih merangkumi parameter yang digunakan untuk mengira nilai Indeks Kualiti Air (IKA) dan beberapa parameter lain seperti nutrien dan logam berat serta beberapa parameter *in-situ*. Hasil analisis mendapati terdapat peningkatan kandungan parameter kajian dalam air larian berbanding dengan air hujan dan juga terdapat perbezaan nilai kepekatan antara dua kawasan kajian. Secara amnya kesimpulan dapat dibuat bahawa air larian dapat digunakan sebagai satu parameter untuk menentukan sama ada sesuatu kawasan itu tercemar ataupun tidak.

Abstract: A study to determine the water quality changes between run-off water and rainwater was carried out at two different location, Kajang town and Bangi (University Kebangsaan Malaysia). The objective of this studies was to determine whether run-off water could be used as an indicator for urban pollution. Ten and three sampling stations has been chosen at Kajang and Bangi respectively. A number of selected water quality parameters particularly for those that are use in determining the Water Quality Index (WQI) and a few other parameters consisting nutrients, metals and *in-situ* parameters were analysed using methods as suggested by American Public Health Association (APHA) and Global Environmental Monitoring System (GEMS). Results obtained show that there are an incremental values for most of parameters studied in run-off water compare to rainwater. As a conclusion, run-off water may be used as a sole parameter to determine whether the area has been polluted or not.

Key words: Run-off water quality, urban pollution indicator

Pengenalan

Masalah pencemaran yang berkaitan dengan proses urbanisasi adalah kesan daripada perkembangan bandar yang begitu luas dan kerap, dimana ianya telah menghapuskan pelbagai proses semulajadi kerana adanya sistem ciptaan manusia seperti sistem perparitan yang kompleks [1]. Hasilnya ialah air hujan yang turun ke bumi tidak lagi mengalir dengan bebas di sekitar daratan untuk membentuk alur-alur tertentu. Sistem ini telah merosakkan kitaran semulajadi, dimana air akan mengalir dengan deras terutamanya pada musim hujan.

Kajian keatas air larian atau yang lebih dikenali sebagai "stormwater" atau "run-off water" merupakan satu kajian yang bergantung secara langsung terhadap taburan hujan. Secara amnya air larian merupakan air hujan yang mengalir di permukaan daratan yang kemudiannya akan mengalir masuk ke sistem saliran yang sedia ada. Oleh itu ianya adalah sangat berguna untuk digunakan sebagai penunjuk pencemaran kawasan bandar kerana air hujan yang turun mempunyai sifat membersihkan serta pembawa sebarang bahan pencemaran atau sisa buangan di permukaan daratan, bangunan atau jalan raya.

Air hujan yang mula turun akan melembabkan dan melarutkan segala bahan pencemaran larut air yang terdapat dipermukaan bumi. Apabila hujan turun secara berterusan, larian permukaan oleh air hujan ini akan bermula dan pelbagai zarah ikut bersamanya bergantung kepada kuantiti dan lajunya air itu bergerak. Ia seterusnya akan masuk ke dalam sistem saliran bersama-sama dengan bahan pencemaran yang dibawanya dan akan mencemarkan sistem saliran berkenaan.

Banyak bahan pencemaran yang boleh dibawa oleh air hujan, antaranya ialah najis haiwan, baja kimia, zarah tanah, bahan dari kenderaan bermotor seperti minyak pelincir dan getah dari tayarnya yang terhakis dan juga bahan tumbuhan yang mereput. Keadaan ini telah menyebabkan pelbagai parameter fizik, kimia dan

biologi air hujan (bertukar kepada air larian) akan bertukar kepada paras kepekatan atau nilai yang semakin buruk.

Kertas ini akan melapurkan hasil kajian yang telah dilakukan di bandar Kajang Selangor dan kawasan penempatan di Bangi untuk menilai kualiti air hujan yang turun dengan kualiti air larian. Keputusan yang didapati juga akan dapat digunakan untuk menentukan sama ada air larian dapat digunakan sebagai penunjuk pencemaran di sesuatu kawasan terutamanya kawasan bandar.

Eksperimental

Alat kaca, botol sampel dan bahan kimia

Semua alat kaca dan botol sampel direndam dalam HNO₃ (20%) sekurang-kurangnya semalaman terlebih dahulu sebelum dibilas dan digunakan. Bahan kimia bergred analisis digunakan sepanjang kajian.

Persampelan

Persampelan telah dilakukan di dua lokasi yang berbeza iaitu di Bandar Kajang, Selngor Darul Ehsan dan di satu kawasan perumahan di Bangi. Selangor Darul Ehsan. Masing-masing sebanyak sepuluh dan tiga stesen persampelan telah dipilih masing-masingnya untuk kedua-dua lokasi berkenaan. Sampel air larian telah dipungut menggunakan botol polietilena yang bersih. Sampel diambil pada bahagian parit tadahan hujan sejurus selepas hujan berhenti. Parit tadahan ini dipastikan terlebih dahulu bahawa ia hanya akan membawa air larian sahaja tanpa membawa air buangan domestik bersamanya. Persampelan telah dilakukan sebanyak tiga kali dan purata serta sisihan piawainya diambil untuk dilaporkan. Air hujan pula diambil menggunakan botol polietilena yang telah dilengkapi dengan corong turas pada bahagian atasnya dan diletakkan di atas tempat yang tinggi contohnya di atas bumbung bangunan yang terdapat di kawasan kajian. Sejumlah sekitar 1 liter sampel air (air hujan dan air larian) dipungut di setiap lokasi untuk setiap kali persampelan.

Parameter *in-situ* seperti pH, oksigen terlarut dan kekonduksian diukur di lapangan menggunakan meter masing-masingnya. Sampel-sampel untuk menganalisis parameter lainnya dianalisis berdasarkan kepada kaedah yang telah disarankan oleh APHA dan GEMS [2, 3]. Nutrien seperti nitrat, nitrit, fosfat termasuk juga nitrogen-ammonia, sulfat dan warna di analisis menggunakan kaedah yang telah dicadangkan oleh HACH [4]. Minyak & Gris (O & G) dianalisis menggunakan kaedah gravimetri. Logam berat dan logam lainnya dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom Heiger and Watt Model 720 setelah sampel dituras dan diasidkan,, manakala bagi logam kalium dan natrium pula dianalisis menggunakan Spektrofotometer Nyalaaan Model Corning 410 setelah sampel dituras dengan cara yang sama.

Hasil dan Perbincangan

Hasil kajian yang diperolehi adalah seperti yang dilaporkan dalam Jadual 1 – 4. Ujian statistik dijalankan untuk melihat sama ada terdapat perbezaan bererti antara satu stesen dengan stesen yang lain dan antara lokasi kajian. Parameter kajian telah dibahagikan kepada empat bahagian utama, iaitu parameter yang digunakan untuk mengira nilai Indek Kualiti Air (IKA), anion termasuk nutrien, logam dan parameter fizikal seperti warna, kealkalian dan sebagainya.

Anggapan yang dibuat dalam kajian ini ialah air hujan yang turun dikedua-dua lokasi iaitu Kajang dan Bangi adalah mempunyai kepekatan parameter kajian yang sama. Ini kerana kedudukan kedua-dua lokasi berkenaan adalah berdekatan.

Parameter IKA

Enam parameter telah digunakan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia dalam mengira nilai Indeks Kualiti Air (IKA) bagi menentukan kualiti sesuatu jasad air. Enam parameter berkenaan ialah pH, oksigen terlarut (DO), permintaan oksigen biokimia (BOD), permintaan oksigen kimia (COD), nitrogen-ammonia (N-NH₃) dan zarahhan terampai.

Jadual 1: Nilai dan kepekatan parameter yang digunakan untuk mengira Indeks Kualiti Air (IKA) dan nilai IKA untuk air larian dan air hujan

Lokasi	Stesen	Parameter dan kepekatan						IKA
		pH (unit pH)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	N-NH ₃ (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	
Kajang	K1	7.39±0.43	7.64±0.75	4.19±2.34	0.10±0.08	63.11±62.58	59.77±32.49	78.45±9.26
	K2	7.45±0.17	7.27±0.17	3.82±1.18	0.34±0.07	137.09±54.87	618.70±90.63	59.91±2.15
	K3	7.15±0.10	7.51±0.23	4.31±0.34	0.32±0.18	104.11±98.46	1052.20±603.91	63.46±7.95
	K4	6.96±0.33	7.80±0.16	5.37±0.36	0.29±0.17	83.53±15.22	120.55±61.20	71.70±4.08
	K5	6.92±0.11	6.95±0.14	3.94±0.16	0.39±0.08	125.75±98.15	322.37±91.09	65.40±7.07
	K6	6.93±0.27	7.25±0.36	3.41±0.10	0.24±0.13	73.27±47.80	142.60±106.30	71.83±7.44
	K7	6.92±0.16	7.27±0.22	3.71±0.48	0.13±0.09	60.92±18.68	88.57±98.39	74.72±6.04
	K8	7.12±0.26	7.16±0.43	7.33±0.36	0.38±0.09	93.08±7.29	885.83±306.72	57.56±2.01
	K9	7.15±0.10	7.42±0.42	4.77±1.53	0.23±0.13	30.73±18.85	353.30±90.10	73.37±4.64
	K10	7.16±0.32	8.39±1.02	4.09±1.05	0.25±0.10	102.19±57.13	97.10±24.86	71.84±4.88
Bangi	B1	7.06±0.08	8.31±0.53	4.54±1.12	0.03±0.01	21.70±13.93	0.01±0.01	89.70±1.82
	B2	6.87±0.24	9.39±1.17	4.82±1.03	0.02±0.02	24.91±5.72	0.02±0.00	89.69±0.55
	B3	7.81±0.27	9.06±1.43	5.60±1.11	0.05±0.02	31.32±20.00	0.002±0.001	86.95±2.62
Air hujan		5.95±0.18	6.71±0.04	2.90±0.04	0.03±0.01	55.06±12.98	0.0004±0.0001	84.51±0.81

Jadual 2: Parameter fizikal dan kimia lain dalam air larian dan air hujan

Lokasi	Stesen	Parameter dan nilai					
		Kekonduksian (mS/cm)	Pepejal terlarut (mg/l)	Warna ketara (Pt-Co)	Kealkalian (mg/l)	O & G (mg/l)	Warna sebenar (Pt-Co)
Kajang	K1	0.46±0.13	0.07±0.02	266.67±96.74	22.67±1.15	0.017±0.014	147.67±110.56
	K2	0.54±0.17	0.19±0.04	2763.33±1206.74	29.33±6.11	0.030±0.037	483.00±53.78
	K3	0.62±0.19	0.18±0.15	2885.00±1367.56	29.33±5.51	0.015±0.017	342.67±168.62
	K4	0.30±0.07	0.14±0.03	1828.33±179.61	14.00±6.08	0.047±0.034	468.33±38.73
	K5	0.47±0.47	0.17±0.07	2485.00±887.68	18.00±6.24	0.014±0.016	451.33±135.40
	K6	0.40±0.13	0.17±0.05	693.33±331.90	14.67±8.14	0.012±0.014	315.33±144.59
	K7	0.20±0.04	0.06±0.01	545.00±147.56	9.00±2.65	0.010±0.001	187.00±122.61
	K8	0.71±0.34	0.23±0.13	2091.67±576.07	29.33±18.93	0.030±0.005	483.00±82.21
	K9	0.28±0.07	0.07±0.01	1443.33±570.58	9.67±2.52	0.015±0.018	411.67±115.49
	K10	0.72±0.08	0.13±0.04	543.33±79.74	37.00±11.79	0.005±0.002	319.67±35.47
Bangi	B1	0.44±0.10	0.24±0.15	218.33±157.67	18.67±8.50	0.012±0.006	88.00±53.70
	B2	0.32±0.16	0.07±0.13	121.67±57.52	20.00±8.00	0.011±0.006	26.33±8.62
	B3	0.65±0.23	0.14±0.03	253.33±52.04	32.67±11.93	0.010±0.008	33.33±16.04
Air Hujan		0.13±0.01	0.11±0.07	51.50±0.05	2.00±1.00	0.002±0.000	32.00±3.00

Untuk air semulajadi, nilai pH dipengaruhi oleh berbagai tindak balas yang melibatkan ion-ion utama, bahan larut bukan ionik, pepejal dan gas yang bergabung dengan air dan membentuk larutan. Jadual 1 menunjukkan nilai purata dan sisihan piawai pH di stesen-stesen persampelan. Secara amnya nilai pH yang diukur menghampiri tujuh, dan satu unit pH lebih tinggi dari pH yang direkodkan untuk air hujan. Pertambahan nilai pH ini mungkin disebabkan oleh permukaan tanah berupaya menaikkan nilai pH air hujan yang turun. Ini menunjukkan bahawa permukaan bumi berupaya menjadi bahan peneutralan kepada keadaan berasid. Keadaan ini berlaku kerana kealkalian air larian adalah lebih tinggi dari air hujan dimana perbezaannya adalah sangat bererti (Jadual 2). Ujian ANOVA menunjukkan perbezaan yang bererti antara air hujan dengan air larian walaupun keertiannya adalah kecil. Manakala ujian ANOVA yang dilakukan untuk kealkalian tidak menunjukkan perbezaan yang bererti antara lokasi dan stesen kajian, walaupun terdapat perbezaan bererti untuk kealkalian untuk sebahagian dari stesen kajian.

Jadual 3: Kepekatan nutrien dan beberapa parameter lain dalam air larian dan air hujan kawasan kajian

Lokasi	Stesen	Parameter dan kepekatan						
		Klorida (mg/l)	Sulfat (mg/l)	Posfat (mg/l)	N-nitrat (mg/l)	N-Nitrit (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)
Kajang	K1	16.99±5.07	10.67±8.08	1.09±1.22	0.14±0.15	0.009±0.009	6.22±2.94	3.35±2.07
	K2	9.16±1.26	13.00±4.00	0.79±0.61	0.25±0.27	0.054±0.046	6.78±2.43	4.14±2.42
	K3	12.83±4.91	7.33±2.08	0.46±0.25	0.09±0.11	0.031±0.031	6.88±4.39	4.28±3.67
	K4	14.16±5.57	6.33±5.77	0.60±0.05	0.04±0.04	0.005±0.002	6.69±2.07	4.80±2.71
	K5	10.33±3.68	11.67±5.77	1.08±1.04	0.04±0.03	0.023±0.020	8.06±4.97	5.73±6.04
	K6	10.16±5.68	8.33±8.08	0.58±0.79	0.05±0.02	0.041±0.020	4.38±1.93	3.41±0.80
	K7	9.66±1.89	1.67±1.15	1.62±1.34	0.03±0.00	0.005±0.003	3.28±0.46	1.96±1.00
	K8	13.00±6.54	18.33±4.73	0.35±0.17	0.03±0.01	0.110±0.082	6.46±0.31	4.01±0.50
	K9	8.33±2.84	5.33±4.04	0.90±0.92	0.05±0.02	0.065±0.077	3.91±0.80	3.02±0.89
	K10	16.00±8.26	12.67±8.14	1.04±1.11	0.08±0.04	0.031±0.043	9.43±4.66	7.78±4.95
Bangi	B1	16.50±13.89	2.33±2.31	0.33±0.19	0.08±0.08	0.010±0.006	3.75±0.99	2.62±1.21
	B2	16.16±7.49	1.00±0.00	1.05±1.18	0.05±0.03	0.004±0.003	1.91±0.81	0.77±0.34
	B3	14.83±9.11	7.00±5.20	0.54±0.52	0.05±0.01	0.06±0.08	10.46±5.06	7.59±4.76
Air Hujan		4.00±1.00	td	0.14±0.02	0.20±0.05	0.002±0.001	0.88±0.10	0.57±0.20

Nota: td – tidak dapat dikesan

Jadual 4: Kepekatan logam kajian dalam air larian dan air hujan di kawasan kajian

Lokasi	Stesen	Parameter dan kepekatan						
		Ca(mg/l)	Mg(mg/l)	Pb(mg/l)	Cu(mg/l)	Cd(mg/l)	Zn(mg/l)	Fe(mg/l)
Kajang	K1	10.82±6.43	0.45±0.32	0.66±0.09	0.23±0.01	0.002±0.003	0.17±0.00	0.49±0.18
	K2	14.66±6.23	0.83±0.33	0.69±0.05	0.23±0.01	0.003±0.003	0.21±0.07	1.10±0.10
	K3	13.99±8.00	0.98±0.62	0.75±0.10	0.25±0.01	0.005±0.000	0.170.00	0.56±0.16
	K4	6.29±2.30	0.83±0.13	0.75±0.19	0.26±0.02	0.012±0.006	0.21±0.07	0.56±0.12
	K5	11.02±6.01	1.05±0.55	0.78±0.14	0.27±0.03	0.003±0.003	0.33±0.07	0.80±0.36
	K6	8.79±5.55	0.85±0.39	0.75±0.10	0.23±0.01	0.002±0.003	0.21±0.07	0.46±0.06
	K7	3.93±3.34	0.43±0.31	0.88±0.11	0.23±0.02	0.002±0.003	0.17±0.00	0.46±0.12
	K8	15.20±5.67	0.97±0.36	1.18±0.05	0.32±0.04	0.017±0.003	0.21±0.07	1.17±0.06
	K9	5.55±3.34	0.60±0.35	0.88±0.14	0.25±0.01	0.005±0.009	0.16±0.02	0.90±0.26
	K10	14.46±7.36	1.30±0.68	0.51±0.14	0.23±0.02	0.013±0.003	0.16±0.01	0.56±0.06
Bangi	B1	8.66±3.77	0.31±0.15	0.45±0.05	0.23±0.01	0.002±0.003	0.09±0.02	0.53±0.16
	B2	8.25±6.21	0.78±0.11	1.57±0.95	0.22±0.00	0.000±0.000	0.10±0.01	0.32±0.06
	B3	12.50±5.37	1.01±0.49	1.33±1.47	0.22±0.00	0.003±0.003	0.12±0.01	0.36±0.12
Air Hujan		0.70±0.21	0.07±0.01	0.30±0.00	0.220.00	td	0.17±0.00	0.18±0.00

Nota: td – tidak dapat dikesan

Oksigen melarut ke dalam air melalui resapan dari udara dan melalui proses fotosintesis. Kadar kelarutan oksigen adalah bergantung kepada kekuatan olakan air. Merujuk kepada Jadual 1, purata oksigen terlarut (DO) tertinggi direkodkan di stesen B2. Kawasan sekeliling stesen ini lebih bersih dan mengandungi kurang unsur-unsur yang akan menggunakan oksigen untuk mengurai seperti yang ditunjukkan oleh nilai BOD dan COD yang juga rendah dan nilai Indeks Kualiti Air yang lebih baik berbanding dengan stesen-stesen lain (Jadual 1). Walau bagaimanapun ujian ANOVA tidak menunjukkan perbezaan bererti antara stesen kajian di Kajang dan Bangi, tetapi perbezaannya bererti antara air hujan dengan air larian di Bangi.

Permintaan oksigen biokimia (BOD) merupakan parameter yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisma dalam proses menguraikan bahan-bahan organik. Oleh itu secara tidak langsung ianya dapat menentukan kandungan bahan organik dalam air [5]. Nilai BOD yang tinggi direkodkan di stesen K8 kerana stesen ini terletak di tengah pusat bandar Kajang di mana mungkin terdapat pelbagai bahan buangan domestik yang akan dihayutkan bersama oleh air larian semasa ianya mengalir. Secara keseluruhannya terdapat perbezaan yang bererti antara air hujan dan air larian di kedua-dua kawasan iaitu Kajang dan Bangi. Walau bagaimanapun tiada perbezaan yang bererti antara stesen sama ada di Kajang atau di Bangi, kecuali stesen K8 di Kajang.

Berbeza dengan BOD, permintaan oksigen kimia (COD) adalah tinggi hampir di semua kawasan di Kajang kecuali di stesen K9. Manakala stesen-stesen di kawasan Bangi pula menunjukkan nilai COD yang lebih rendah berbanding dengan nilai COD air hujan. Ini menunjukkan mungkin terdapatnya unsur yang pada asalnya terdapat dalam air hujan akan bertindak balas dengan tanah di permukaan sehingga menyebabkan ianya tidak dapat diuraikan lagi. Didapati pengurangannya adalah secara bererti di Bangi begitu juga dengan pertambahan nilai COD di Kajang juga bererti. Stesen K9 adalah kurang sibuk dengan kenderaan dan merupakan satu kawasan sekolah. Stesen K2 yang terletak dipersimpangan menyebabkan nilai COD yang tinggi, kerana kawasan ini merupakan antara kawasan yang sibuk di bandar Kajang. Keadaan yang serupa juga direkodkan di stesen K3. Ini menunjukkan bagi kawasan yang penuh dengan aktiviti manusia nilai COD akan meningkat dan kenaikan nilai COD ini dapat digunakan sebagai penunjuk pencemaran kawasan bandar. Keadaan ini berlaku mungkin disebabkan sekiranya bertambah aktiviti manusia, pertambahan pelbagai bahan organik yang dapat dioksidakan hanya secara kimia juga berlaku.

N-ammonia ($N-NH_3$) ini telah banyak digunakan sebagai parameter penunjuk utama bagi pencemaran yang berkaitan dengan pembuangan najis, kilang-kilang getah dan industri yang berasaskan pertanian [6]. $N-NH_3$ juga telah menunjukkan peningkatan berbanding dengan air hujan, terutamanya di kawasan Kajang dimana peningkatannya adalah berbeza secara bererti manakala bagi kawasan Bangi pula adalah tidak bererti. Ujian statistik juga mendapati terdapat perbezaan yang bererti antara stesen-stesen di kawasan Kajang dengan stesen-stesen di kawasan Bangi. Nilai yang direkodkan untuk air larian dikebanyakan stesen di kawasan Kajang telah melebihi had piawai yang dibenarkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia untuk air minuman dan untuk spesies akuatik yang sensitif iaitu 0.1 mg/l dan 0.3 mg/l masing-masingnya [6]. Dengan itu selain dari COD, ammonia juga dapat digunakan sebagai penunjuk pencemaran sesuatu kawasan bandar.

Pepejal terampai biasanya terdiri dari kandungan lumpur, pasir dan bahan organik [7]. Masalah pepejal terampai selalu dikaitkan dengan aktiviti pembangunan kawasan dan aktiviti perlombongan [7]. Ujian statistik menunjukkan perbezaan yang sangat bererti antara dua kawasan kajian iaitu Kajang dengan Bangi untuk air larian, disamping itu ujian ini juga mendapati perbezaan yang bererti antara stesen di bandar Kajang. Jadual 1 menunjukkan bahawa stesen K3 yang terletak di persimpangan jalan yang sibuk mengandungi jumlah zarah terampai tertinggi. Ini menunjukkan bahawa tanah yang terdapat di bahu jalan tidak memainkan peranannya dalam meniggikan kandungan zarah terampai di dalam air larian memandangkan kawasan berkenaan hampir ditutupi oleh tempat pejalan kaki sepenuhnya. Antara penyumbang utama zarah terampai dalam air larian kawasan ujian ialah debu jalan yang dibawa oleh air yang mengalir. Keadaan yang hampir sama ditunjukkan oleh stesen K2, manakala paras yang tinggi di stesen K8 mungkin disebabkan oleh kawasan tanah yang terdedah berdekatan dengannya.

Berdasarkan kepada enam parameter yang diukur, iaitu pH, DO, BOD, COD, $N-NH_3$ dan zarah terampai didapati terdapat perbezaan yang bererti antara dua kawasan persampelan iaitu Kajang dan juga Bangi. Ini dapat menunjukkan bahawa nilai IKA dapat digunakan untuk menentukan tahap pencemaran disesuatu kawasan itu. Perbezaan yang bererti juga didapati jika dibandingkan dengan air hujan. Berdasarkan kepada nilai IKA, stesen yang paling tercemar di bandar Kajang ialah stesen-stesen K1, K2 dan K8. Jadual 1 menunjukkan antara parameter yang paling banyak mempengaruhi nilai IKA kawasan kajian ialah $N-NH_3$ dan zarah terampai, manakala COD berperanan besar di sebahagian dari stesen kajian terutamanya stesen yang terletak di kawasan bandar.

Jadual 1 menunjukkan bahawa purata nilai IKA air hujan dan air larian di kawasan Bangi tidak berbeza secara bererti, tetapi ianya berbeza secara bererti berbanding dengan kawasan Kajang. Begitu juga untuk nilai IKA air larian di kawasan Bangi ianya adalah berbeza secara bererti dengan air larian di kawasan Kajang. Ini sekali lagi menunjukkan bahawa nilai IKA untuk air larian kedua-dua kawasan adalah berbeza bergantung kepada tahap pencemaran sesuatu kawasan seperti yang telah dijangkakan.

Parameter fizikal lain dan minyak & gris (O & G)

Berdasarkan kepada beberapa parameter fizikal lain yang dikaji iaitu seperti kealkalian, warna dan kekonduksaan, hanya warna air sahaja yang menunjukkan corak yang agak ketara dan berbeza secara bererti. Nilai kealkalian adalah hampir seragam tetapi berbeza secara bererti dengan air hujan, sebab itu kenapa pH air hujan lebih rendah kerana kealkaliannya juga rendah. O & G adalah berbeza secara bererti dengan kandungannya dalam air hujan dan beberapa buah stesen di Kajang juga menunjukkan perbezaan yang bererti dengan stesen di Bangi, terutamanya stesen K2 dan K4. Ini menunjukkan dua parameter ini dapat digunakan sebagai penunjuk pencemaran kawasan bandar. Antara penyumbang kepada warna ialah ferum dan kandungan bahan organik seperti getah tayar. O & G banyak disumbangkan oleh kenderaan bermotor, misalnya ialah dari minyak pelincir yang digunakan.

Nutrien dan anion lainnya

Jadual 3 menunjukkan nutrien (nitrat dan fosfat) serta anion lain (klorida, sulfat dan nitrit) yang ditentukan dalam kajian ini. Data yang diperoleh menunjukkan sulfat menunjukkan perbezaan yang bererti antara dua kawasan kajian. Namun begitu perbezaan yang bererti dengan air hujan tetap ada. Berdasarkan kepada data dalam Jadual 3, sulfat dapat digunakan sebagai penunjukan pencemaran di kawasan bandar berbanding dengan kawasan lain. Berdasarkan kepada kepekatan nutrien kajian, ia tidak dapat digunakan sebagai penunjuk pencemaran kawasan bandar kerana selalunya berkaitan dengan pembajaan [8].

Logam

Logam kajian dibahagikan kepada dua kumpulan, iaitu logam major dan logam surih. Antara yang dikategorikan dengan logam major ialah Na, K, Ca dan Mg, manakala yang dikategorikan dalam logam surih pula ialah Pb, Cu, Cd, Zn dan Fe. Jadual 3 dan 4 tujukkan bahawa antara logam-logam yang dikaji ini hanya ferum sahaja yang menunjukkan corak yang jelas antara dua kawasan kajian. Logam-logam lain tidak menunjukkan corak yang jelas. Walau bagaimanapun merujuk kepada kandungannya dalam air hujan, ianya adalah berbeza secara bererti dengan kandungannya dalam air larian. Namun hanya Fe yang menunjukkan perbezaan yang bererti antara dua kawasan kajian. Ini mungkin disebabkan oleh kandungan logam berat yang masih lagi rendah di kedua-dua kawasan kajian. Tanah yang terdedah sering menaikkan paras kandungan logam major dalam air dan ia tidak menunjukkan keadaan pencemaran sebenar sesuatu kawasan.

Kesimpulan

Berdasarkan kepada kajian yang telah dilakukan air larian dapat digunakan untuk menyatakan tahap pencemaran sesuatu kawasan. Antara parameter yang berguna dalam menentukan tahap pencemaran berkenaan ialah COD, N-NH₃, zarah terampai, warna, O & G, sulfat dan logam ferum. Manakala logam yang sering dikaitkan dengan kenderaan bermotor dulunya iaitu plumbum sekarang ini tidak lagi dapat digunakan. Bagi logam kadmium kerana kepekataannya terlalu kecil ianya sukar untuk digunakan. Ini adalah untuk membandingkan tahap pencemaran antara dua kawasan. Walau bagaimanapun sekiranya untuk melihat tahap pencemaran antara air hujan dan air larian, lebih banyak parameter yang dapat digunakan, ini memndangkan kepekatan sebahagian parameter kajian adalah rendah dalam air hujan berbanding dengan air larian

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua mereka yang terlibat juga kepada pihak Universiti Kebangsaan Malaysia.

Rujukan

1. Dewan Budaya, 1992. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur
2. American Public Health Association (APHA), 1995. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19th Ed., Washington APHA, AWWA and AWPFC.
3. Global Environmental Monitoring System (GEMS), 1978. *GEMS Water operational guide*. United Nation Environmental Programme, Geneva.
4. HACH, 1993. DR/2000 Spectrophotometer Instruments Manual for Use with Software Version 3, USA, HACH Company.
5. McKay, M. 1997. Biological oxygen demand. <http://k12science.steven-tech.edu/curriculum/water97/bod.html> (4 Januari 2001).
6. Jain, R.K., Urban, L.V. & Stacey, G.S. 1977. *Environmental impact analysis. A new dimension in decision making*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
7. Jabatan Alam Sekitar Malaysia, 1986. *Water quality criteria and standard for Malaysia*, Vol 7. Water Quality Management and Test Method, Ministry of Science, Technology and the Environment Malaysia, Kuala Lumpur.
8. Gambrell, R.P., Gilliam J.W. & Weed, S.B. 1975. Nitrogen losses from the North Carolina coastal plain. *J. Environ. Quality* 4: 317-324. ↵