

KOMPOSISI UNSUR MAJOR DAN UNSUR SURIH TANAH YANG TERBENTUK DI DATARAN PASANG SURUT DI PULAU LANGKAWI

Sahibin Abdul Rahim dan Mohamad Md.Tan

Program Sains Sekitaran

Fakulti Sains Sumber Alam, Universiti Kebangsaan Malaysia

43600 Bangi, Selangor

ABSTRACT: *Thirteen topsoil samples collected from Pulau Langkawi were analyzed for their major and minor elements composition using XRF method. Soils were collected from a localities influenced by tide or used to be influenced by tide. These soils are of marine alluvium origin, comprises of sandy, muddy and peaty material. Soils were collected from different localities and land uses. Major elements analyzed includes SiO₂, TiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, MnO, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, and P₂O₅. For major elements only SiO₂, Fe₂O₃, and Al₂O₃ were found to have high concentration in soil with concentration of 51.8% to 94.1%, 0.4% to 3.8% and 2.1% to 15.1% respectively. High concentration of SiO₂ was found in sandy alluvium parent material and the lowest was found in the soil dominated by peat sampled at Batu Kulat. The content of Fe₂O₃ and Al₂O₃ were high in sand, and low in peat. There is no correlation between SiO₂ with Fe₂O₃ and Al₂O₃ as normally occur in an inland soils, whilst strong correlation occur between Fe₂O₃ and Al₂O₃. Minor elements analyzed were Co, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn. Only Cu and Cr have a linear negative correlation. There is no correlation between the other minor elements. Some of the minor elements (Cr, Cu, Ni and Zn) have a concentration above the critical level. Although the overall reading was low, there were some indication of the occurrence of pollution.*

ABSTRAK

Sebanyak 13 sampel tanah atas yang telah dipungut di Pulau Langkawi telah dianalisis untuk menentukan kandungan unsur major dan unsur surih dengan menggunakan kaedah XRF. Tanah telah dikutip dari lokaliti yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut atau pernah dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Tanah ini mempunyai asalan aluvium marin yang terdiri dari pasir, lumpuran dan gambut. Tanah telah dikutip pada lokasi dan guna tanah yang berbeza. Unsur major yang dikaji termasuklah includes SiO₂, TiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, MnO, CaO, MgO, Na₂O, K₂O dan P₂O₅. Hanya unsur major SiO₂, Fe₂O₃, dan Al₂O₃ mempunyai kelimpahan yang tinggi di dalam tanah iaitu SiO₂ sebanyak 51.8% hingga 94.1%, bagi Fe₂O₃ sebanyak 0.4% hingga 3.8%, dan bagi Al₂O₃ sebanyak 2.1% hingga 15.1%. Komposisi SiO₂ didapati paling tinggi di dalam tanah aluvium pasir dan paling rendah di dalam tanah gambut di Batu Kulat. Komposisi Fe₂O₃, dan Al₂O₃ tinggi di dalam pasir dan rendah di dalam gambut. Tidak ada korelasi di antara SiO₂ dengan Fe₂O₃ dan Al₂O₃ seperti yang lazim berlaku pada tanah daratan. Berlaku korelasi yang kuat di antara Fe₂O₃ dan Al₂O₃. Unsur-unsur surih yang dikaji terdiri dari Co, Cr, Cu, Ni, Pb dan Zn. Hanya unsur Cu dan Cr mempunyai korelasi negatif di antaranya. Unsur-unsur yang lain tidak mempunyai korelasi di antara satu sama lain. Beberapa bacaan kepekatan unsur-unsur surih (Cr, Cu, Ni dan Zn) telah melebihi paras kritikal. Walaupun bacaan kepekatan unsur surih secara keseluruhan masih rendah tetapi terdapat pertanda bahawa sekitaran telah mengalami sedikit pencemaran.

PENDAHULUAN

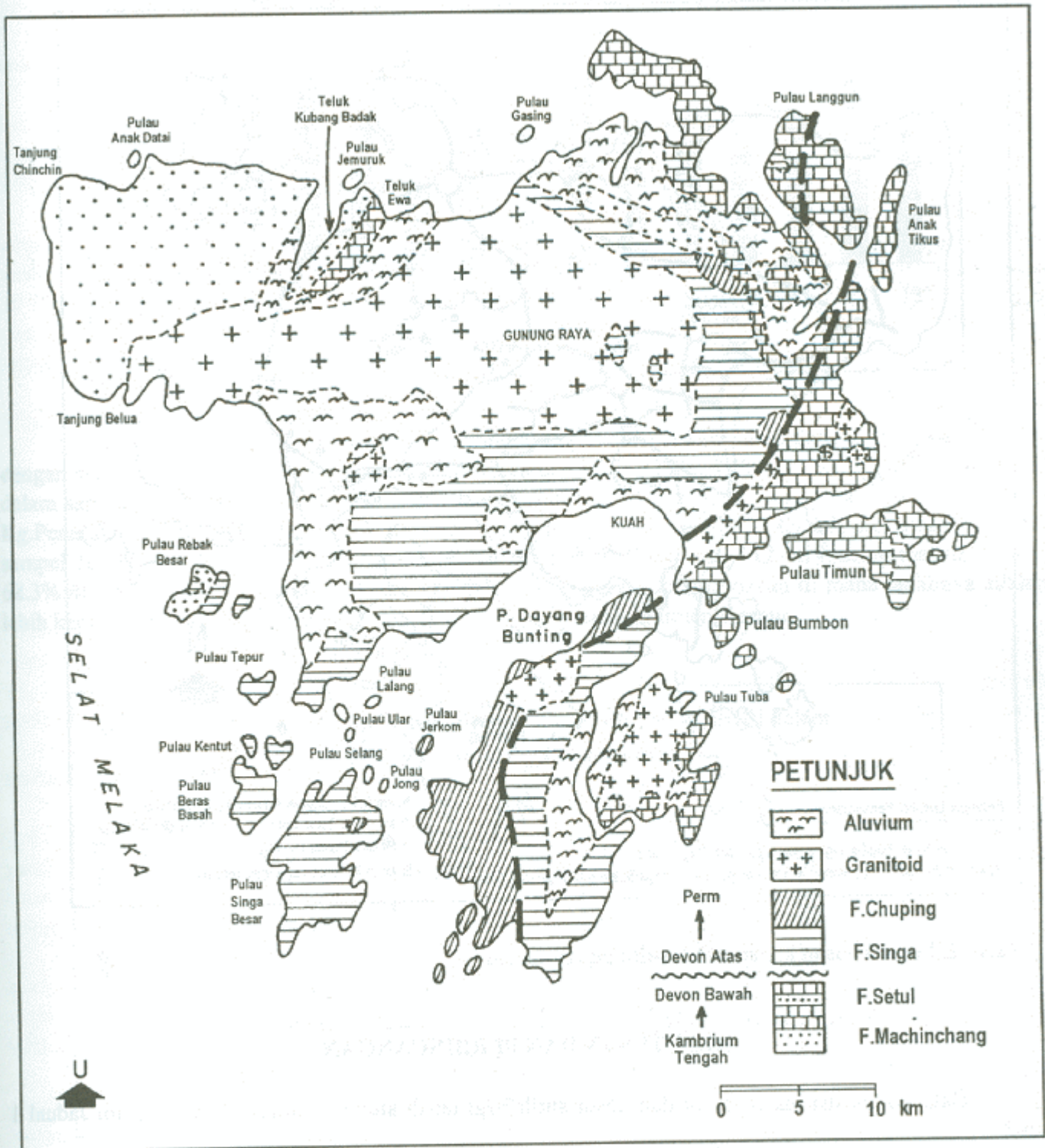
Pulau Langkawi merupakan pulau yang ketika ini sangat pesat dibangunkan sebagai tumpuan membeli-belah, pelancongan, rekreasi, percutian, perniagaan dan persidangan. Untuk tujuan ini status Pulau Langkawi sebagai sebuah pulau bebas cukai sangat membantu. Projek pembinaan pusat membeli-belah, hotel-hotel bertaraf tinggi dan pusat rekreasi, telah, sedang dan akan dijalankan. Memandangkan pembangunan yang begitu cepat pada waktu yang singkat adalah diramalkan banyak bentukan tabii akan terhapus atau tercemar kerana input dan output aktiviti-aktiviti ini terhadap sekitaran dijangka banyak. Samudera terutamanya akan menampung segala bahan buangan dalam berbagai bentuk seperti bahan pepejal terampai, dan cecair yang akan terhasil seiringan dengan pemajuan aktiviti-aktiviti di atas. Bahan-bahan buangan ini bukan saja memberi kesan ke atas apa yang ada di dalam air laut itu sendiri tetapi juga kepada kawasan-kawasan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Antaranya ialah dataran pasang surut yang terdiri dari pantai berpasir, berlumpur maupun yang bergambut.

Kajian ini cuba mendapatkan data komposisi unsur major dan unsur surih di dalam sekitaran dataran pasang surut untuk dijadikan sebagai data dasar keadaan masakini. Bacaan kepekatan unsur pada sekitaran ini boleh berasal dari komposisi asal bahan induk pembentuk sedimen tersebut, berasal dari batuan yang diangkut dan diendapkan ditempat tersebut, dan berasal dari bahan-bahan buangan hasil aktiviti pembangunan yang pesat. Tindak balas tabii yang berlaku pada sekitaran penurunan dan pengoksidaan pada dataran pasang surut menyebabkan pengayaan ataupun pengurangan sesuatu unsur major. Kehadiran bahan organik mungkin memberikan sumbangan ke atas komposisi unsur surih. Hasil proses luluhawa ke atas batuan di daratan juga lambat laun akan diendapkan dimuara sungai kemudian ditaburkan ke dataran pasang surut. Bahan-bahan dalam bentuk pepejal akan terendap dan dalam bentuk larutan akan berinteraksi dengan lumpur dan bahan organik yang ada di dataran ini.

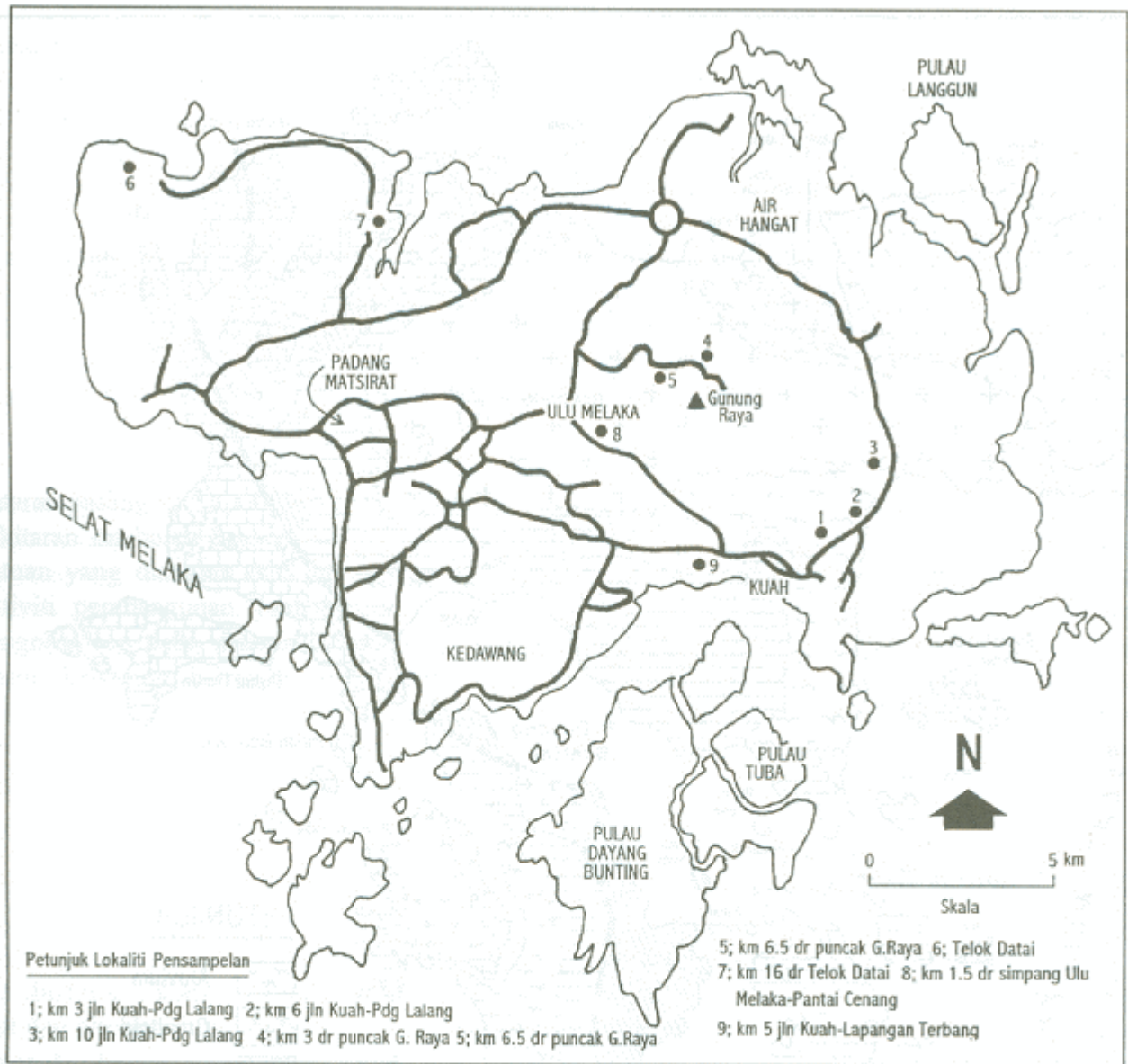
BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak 13 sampel tanah atas (kedalaman 0-20 cm) dari Pulau Langkawi (Rajah 1) telah dikutip dan ditentukan komposisi unsur major dan unsur surihnya. Jenis bahan induk tanah adalah aluvium pasir laut dan aluvium lumpur marin. Tumbuhan di mana sampel tanah dikutip terdiri dari getah, sawah padi, sayur dan bakau. Kawasan ini adalah ditepi pantai atau jauh ke daratan tetapi masih/pernah dipengaruhi pasang surut air laut.

Penentuan komposisi unsur major dalam bentuk oksida dilakukan dengan menggunakan teknik pendarflour sinar-X (XRF). Teknik ini sesuai dengan kaedah yang diperkenalkan oleh Norrish dan Hutton (1969). Unsur-unsur major yang ditentukan ialah SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O dan P_2O_5 . Sampel dianalisis dalam bentuk pelet lakur, manakala peralatan yang digunakan ialah 'Phillips PW 1480 X-ray Digital' dan spektrometer dikawal melalui perisian 'Digital Software X 44' mikrokomputer. Kaedah kalibrasi graf didapatkan dengan menggunakan Program On Line Alpha (De Jongh, 1973: 1979). Unsur surih yang ditentukan dari sampel-sampel tanah termasuklah zink, kromium, nikel, kobalt, kuprum, dan plumbum. Kesemua unsur-unsur surih ini juga dianalisis dengan kaedah XRF.



Rajah 1. Peta geologi Kepulauan Langkawi



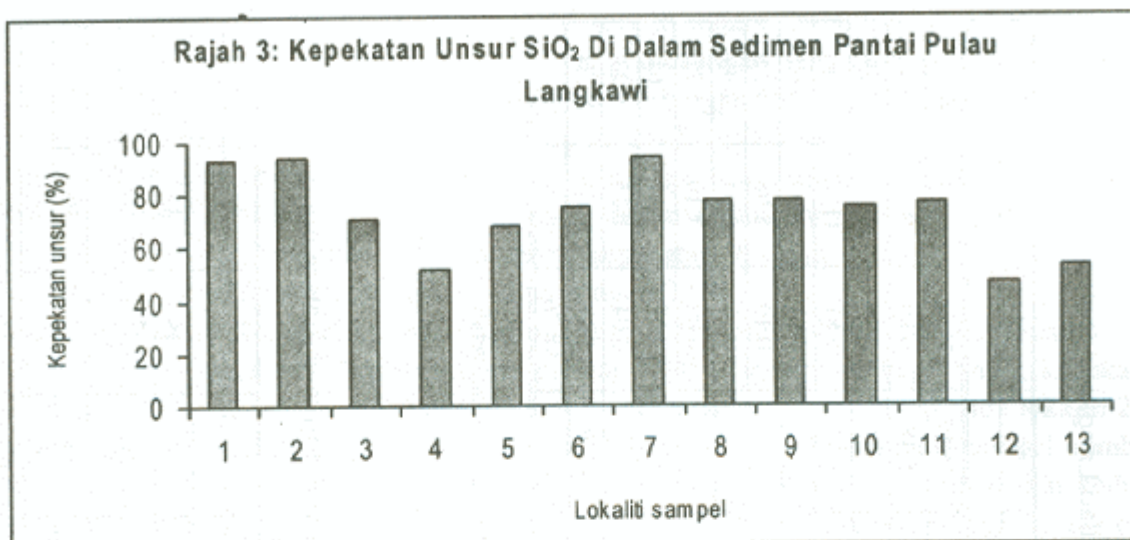
Rajah 2. Peta kawasan kajian dan lokaliti pensampelan

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

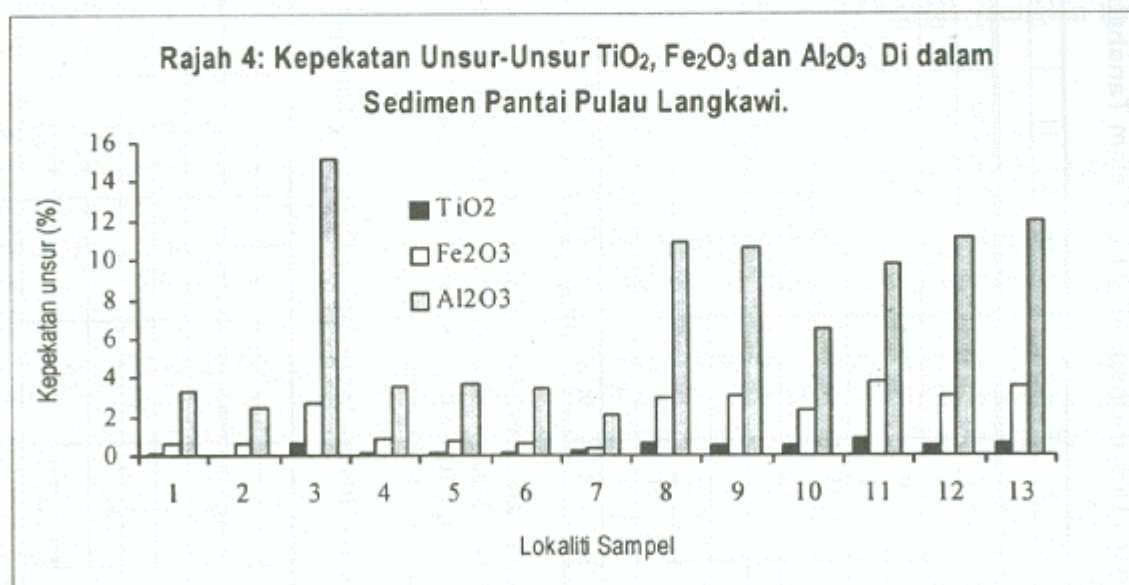
Data komposisi unsur major dan unsur surih bagi tanah aluvium ditunjukkan di dalam Jadual 1 dan 2.

Komposisi Unsur Major

Komposisi unsur major bagi sampel tanah aluvium ditunjukkan secara diagram di dalam Rajah 2. Di dapati bahawa komposisi utama unsur major di dalam tanah aluvium yang terbentuk di dataran pasang surut ialah SiO_2 . Ini diikuti oleh unsur Al_2O_3 , Fe_2O_3 dan TiO_2 .



SiO₂: Komposisi unsur ini merupakan yang tertinggi dengan kepekatan dari 46.6% hingga 94.1% dengan sisihan piawai 15.7%. Komposisi yang tertinggi adalah 93.4%, 94% dan 94.1% telah ditemui di dalam sampel tanah aluvium pasir marin dari kawasan pantai berhampiran dengan Sheraton Perdana (2), Kg.Penarak (5) dan Padang Lalang (13). Sampel yang mempunyai komposisi rendah dicatatkan di dalam sampel 10, 11 (Tg. Batu Kulat), 26 dan 27 (Pulau Dayang Bunting) dengan nilai masing-masing 51.8%, 68.3% 46.6% dan 52.9%. Sampel 10 dan 11 telah dikutip pada sekitaran bakau di mana tanahnya adalah lebih kepada jenis gambut. Sampel 26 dan 27 dikutip pada tanah sedimen lumpur.



Fe₂O₃: Nilai kepekatan unsur ini mempunyai sela di antara 0.6% hingga 3.8% dengan sisihan piawai 1.4%. Nilai kepekatan yang tinggi didapati pada sampel nombor 8, 15, 18, 20, 21, 26 dan 27, masing-masing dengan kepekatan 2.7%, 3.0%, 3.4%, 2.3%, 3.8%, 3.1% dan 3.6%. Sampel yang selebihnya mempunyai nilai kepekatan yang rendah iaitu dari 0.6% hingga 0.9%.

Jadual 1: Komposisi Unsur-Unsur Major Di Dalam Tanahatas, Sampel Sedimen Marin Pulau Langkawi (dalam %).

Sampel	2	5	8	10	11	12	13	15	16	20	21	26	27
U Major													
SiO ₂	93.44	94.05	70.27	51.82	68.34	75.38	93.96	77.41	77.98	75.19	76.61	46.60	52.92
TiO ₂	0.14	0.06	0.55	0.13	0.15	0.17	0.20	0.57	0.54	0.48	0.80	0.51	0.61
Fe ₂ O ₃	0.61	0.60	2.71	0.88	0.72	0.63	0.35	2.99	3.07	2.31	3.79	3.11	3.59
Al ₂ O ₃	3.25	2.41	15.10	3.54	3.64	3.44	2.05	10.81	10.63	6.49	9.81	11.07	12
MnO	0.03	0.05	0.04	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02	0.03	0.01	0.01	0.00	0.02
CaO	0.06	0.04	0.10	0.46	0.38	0.30	0.03	0.10	0.11	0.30	0.10	8.98	4.22
MgO	0.00	0.00	0.00	0.60	0.48	0.14	0.00	0.43	0.21	0.36	0.11	2.94	2.95
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	1.55	1.49	1.19	0.00	0.00	0.08	0.13	0.00	1.10	1.77
K ₂ O	0.40	0.87	0.32	0.59	0.86	0.90	0.09	2.40	2.25	1.20	1.37	1.31	1.61
P ₂ O ₅	0.02	0.01	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.25	0.23
L.O.I	1.66	1.02	9.74	40.21	24.78	18.12	2.67	5.06	4.50	12.36	6.12	23.19	20.34
Total	99.61	99.11	98.87	99.82	100.90	100.33	99.40	99.83	99.44	98.88	98.76	99.06	100.26

2: Sheraton Perdana, aluvium pasir marin (a.p.m.), runput 5: Kg.Penarak, a.p.m., bakau 8: Cenerong Dalam, a.p.m., getah

10.11. 12: Batu Kulat. gambut, bakau 13: Padang lalang, aluvium lumpur marin (a.l.m.), sawah padi

15.16: Kg.Sungai Itau, a.l.m., sawah padi/kebun sayur 20: Kilim, gambut, bakau 21: Kilim, a.p.m., getah

26.27: Pulau Dayang Bunting, a.l.m., bakau

Jadual 2: Komposisi Unsur-Unsur Minor Di Dalam Tanahatas, Sampel Sedimen Marin Pulau Langkawi (dalam ppm).

Sampel	2	5	8	10	11	12	13	15	16	20	21	26	27
U Surih													
Cu	35	35	24	40	29	51	30	39	47	48	18	52	63
Zn	28	28	43	28	28	31	33	62	74	41	64	76	82
Co	18	18	13	11	2	0	5	11	4	23	3	4	6
Pb	25	25	38	26	31	20	11	27	46	44	17	40	41
Ni	17	71	22	27	13	31	8	27	26	25	17	26	45
Cr	59	59	135	40	63	43	27	84	79	67	94	6	0

Al₂O₃: Komposisi unsur Al₂O₃ mempunyai sela di antara 2.1% hingga 15.1% dengan sisihan piawai 4.4%. Serupa dengan Fe₂O₃, komposisi yang tinggi dicatatkan pada sampel-sampel yang bernombor 8, 15, 18, 20, 21, 26 dan 27 dengan nilainya di antara 6.5% hingga 15.1%. Komposisi Al₂O₃ pada sampel tanah yang lain adalah rendah dengan nilainya di antara 2.2% hingga 3.6%.

CaO: Kepekatan unsur ini di antara 0.03% hingga 9% dengan sisihan piawai 2.7%. Secara keseluruhannya kepekatan unsur ini adalah rendah di dalam semua sampel tanah kecuali untuk sampel nombor 26 dan 27 yang masing-masing mempunyai kepekatan 9% dan 4.2%. Kepekatan unsur ini dari lokaliti lain mempunyai nilai yang kurang atau sama dengan 0.5%.

MgO dan Na₂O: Kepekatan unsur-unsur ini rendah di semua lokaliti. Nilai kepekatan unsur MgO berada di antara 0% hingga 3% dengan sisihan piawai 1.04%, sementara bagi Na₂O, kepekatannya di antara 0% hingga 1.8% dengan sisihan piawai 0.73%. Kandungan MgO dan Na₂O pada lokaliti 2, 5, 8 dan 13 berada di bawah had pengesanan. Ketiadaan unsur Na₂O juga turut dicatat pada sampel nombor 15, 18 dan 21. Nilai tertinggi bagi unsur MgO ditemui di dalam sampel 26 dan 27 dengan nilai kedua-duanya sebanyak 3%. Pada sampel yang semua kandungan Na₂O rendah, nilainya kepekatannya kurang dari 2%.

K₂O: Unsur ini mempunyai kepekatan di antara 0.09% hingga 1.6% dengan sisihan piawai 0.62%. Nilai ini dianggap rendah.

TiO₂: Komposisi TiO₂ rendah di dalam semua sampel yang dikaji. Nilainya terletak di antara 0.06% hingga 0.80% dengan sisihan piawai 0.24%.

MnO dan P₂O₅: Komposisi unsur-unsur ini di dalam tanah juga rendah. Nilai bagi unsur MnO terletak di antara 0% hingga 0.05% dengan sisihan piawai 0.014%. Bagi unsur P₂O₅ pula, nilai kepekatannya berada di antara 0.01% hingga 0.25% dengan sisihan piawai 0.08%.

LOI: Nilai LOI mempunyai sela di antara 1.02% hingga 40.2% dengan sisihan piawai 11.7%. LOI ini biasanya terdiri dari air positif dan air negatif. Sampel yang mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi di dapati mempunyai nilai LOI yang tinggi seperti yang ditunjukkan di dalam sampel nombor 8, 10, 11, 12, 20, 26 dan 27. Di dalam sampel-sampel ini kandungan LOI yang banyak mungkin terdiri dari air positif dan karbon.

Hubungan di antara Unsur-Unsur Major

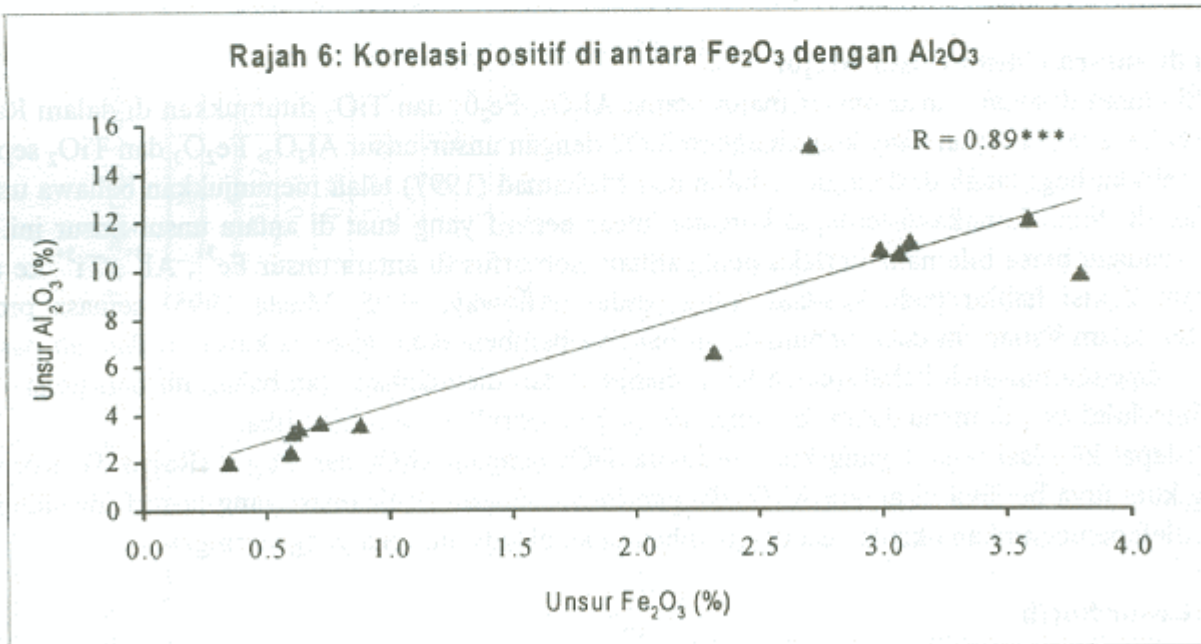
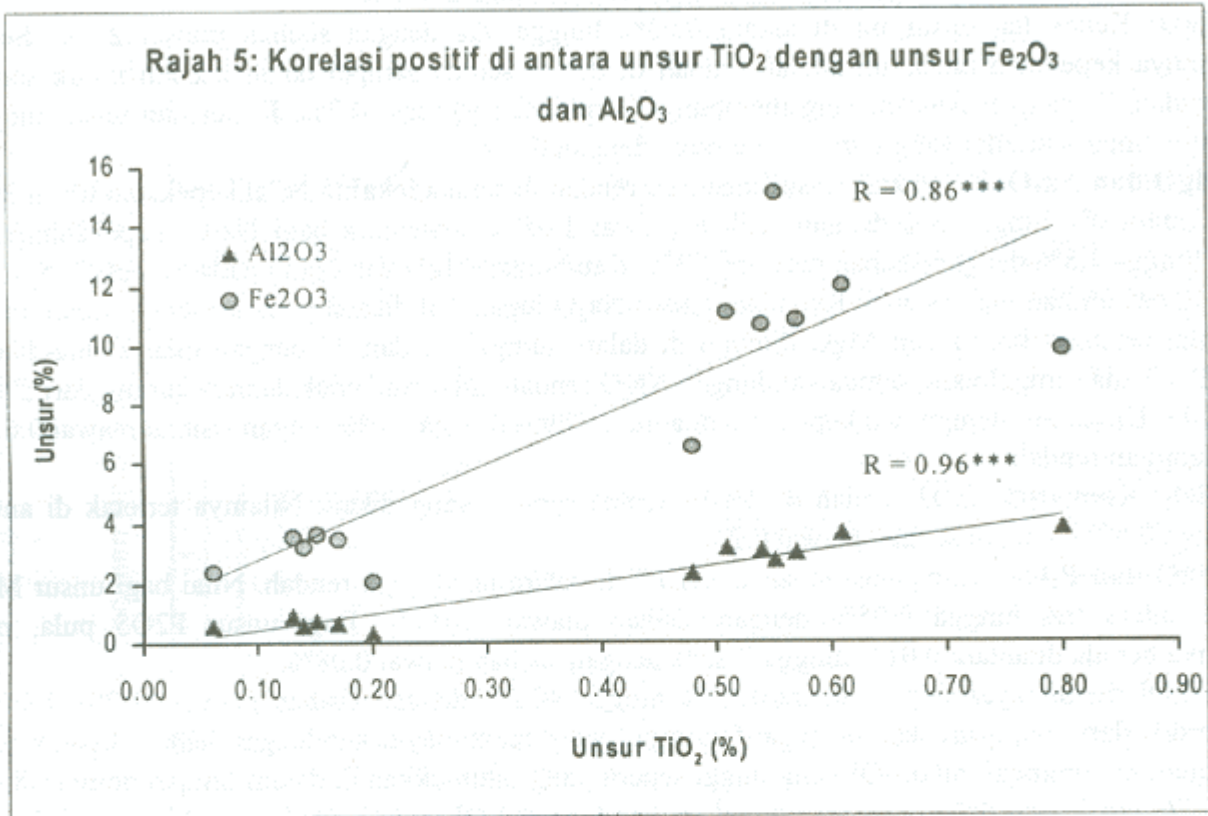
Hubungan di antara unsur-unsur major utama Al₂O₃, Fe₂O₃ dan TiO₂ ditunjukkan di dalam Rajah 3, 4 dan 5. Tidak ada perkaitan yang kuat di antara SiO₂ dengan unsur-unsur Al₂O₃, Fe₂O₃ dan TiO₂ seperti yang biasa berlaku bagi tanah di daratan. Sahibin dan Mohamad (1997) telah menunjukkan bahawa untuk tanah daratan di Pulau Langkawi terdapat korelasi linear negatif yang kuat di antara unsur-unsur ini. Ini merupakan keadaan biasa bilamana berlaku penggantian isomorfus di antara unsur Fe³⁺, Al³⁺, Ti³⁺ ke atas Si⁴⁺ di dalam kekisi hablur pada keadaan yang sesuai (Alloway, 1995; Musta 1995) semasa proses luluhawa. Di dalam kajian ini data menunjukkan bahawa pembentukan tanah di kawasan dataran pasang surut banyak dipengaruhi oleh bahan-bahan yang diangkut dan diendapkan, dan bahan itu dari jenis yang tidak mudah terluluhawa di mana dalam kes ini adalah terdiri dari butiran pasir silika.

Terdapat korelasi positif yang kuat di antara TiO₂ dengan Al₂O₃ dan Fe₂O₃ (Rajah 3). Korelasi positif yang kuat juga berlaku di antara Al₂O₃ dengan Fe₂O₃ (Rajah 4). Korelasi yang positif ini mungkin disebabkan oleh pembentukan oksida besi dan pembentukan oksida alumina yang seiringan.

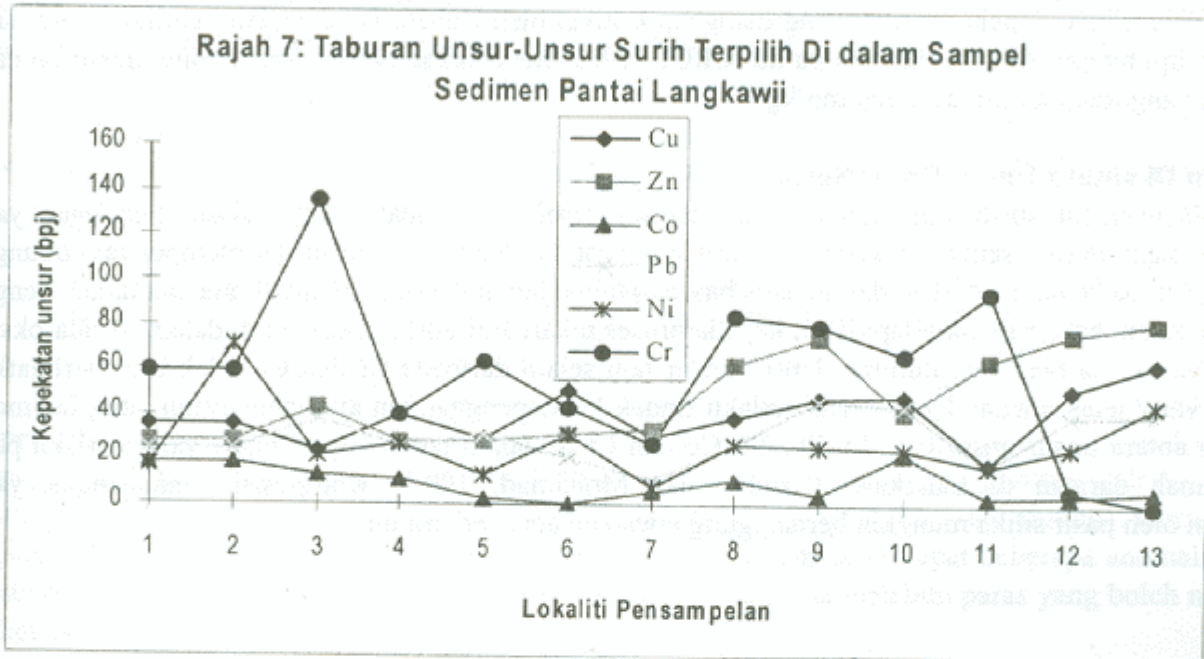
Komposisi Unsur Surih

Kepekatan enam jenis unsur minor di dalam sampel tanah sedimen telah ditentukan. Unsur-unsur tersebut ialah Pb, Cu, Zn, Co, Ni, dan Cr. Unsur-unsur ini dikaji kerana ia merupakan unsur-unsur yang

banyak ditemui sebagai pencemar. Unsur-unsur tersebut mempunyai kepekatan kurang dari 100 bpj kecuali untuk unsur Cr yang bacaannya melebihi 100 bpj di lokaliti 3.



Kuprum: Kepekatan unsur Cu adalah di antara 18 bpj hingga 63 bpj dengan sisihan piawai 12.5 bpj. Komposisi unsur yang tinggi di dapati pada sampel 12, 20, 26 dan 27 dengan kepekatan masing-masing 51 bpj, 20 bpj, 52 bpj dan 63 bpj. Sampel-sampel ini terdiri dari tanah gambut dan juga aluvium lumpur yang mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi. Kepekatan jumlah di dalam tanah yang boleh menyebabkan ketoksidaan ialah 60-125 mg/kg.



¹Sheraton Perdana, aluvium pasir marin (a.p.m), rumput; ²Kg.Penarak, a.p.m., bakau; ³Cenerong Dalam, a.p.m, getah; ^{4,5,6}Batu Kulat, gambut, bakau; ⁷Padang Lalang, aluvium, aluvium lumpur marin (a.l.m), sawah padi; ^{8,9}Kg.Sg.Itau, a.l.m., sawah padi/kebun sayur; ¹⁰Kilim, gambut, bakau; ¹¹Kilim, a.p.m., getah; ^{12,13}Pulau Dayang Bunting, a.l.m., bakau.

Zink: Kepekatan unsur Zn di dalam sampel yang dikaji ialah di antara 28 bpj hingga 82 bpj dengan sisihan piawai 20.3 bpj. Kepekatan yang tinggi didapati pada sampel 15, 16, 21, 26 dan 27 dengan kepekatan masing-masing 62 bpj, 67 bpj, 64 bpj, 76 bpj dan 82 bpj. Sampel-sampel ini juga merupakan aluvium lumpur dan gambut yang mempunyai kandungan bahan organik yang agak tinggi. Kepekatan jumlah di dalam tanah yang dianggap boleh menyebabkan ketoksidaan ialah 70-400 mg/kg.

Kobalt: Kepekatan unsur Co di dalam sampel tanah ialah di antara 0 bpj hingga 23 bpj dengan sisihan piawai 7.3 bpj. Kepekatan ini adalah rendah dari jumlah kepekatan yang dianggap memungkinkan berlakunya ketoksida iaitu 25-50 mg/kg.

Plumbum: Kepekatan unsur Pb di dalam tanah ialah di antara 11 bpj hingga 46 bpj dengan sisihan piawai 11.2 bpj. Kepekatan ini juga jauh lebih rendah dari paras yang dianggap boleh menyebabkan ketoksidaan iaitu di antara 100-400 bpj.

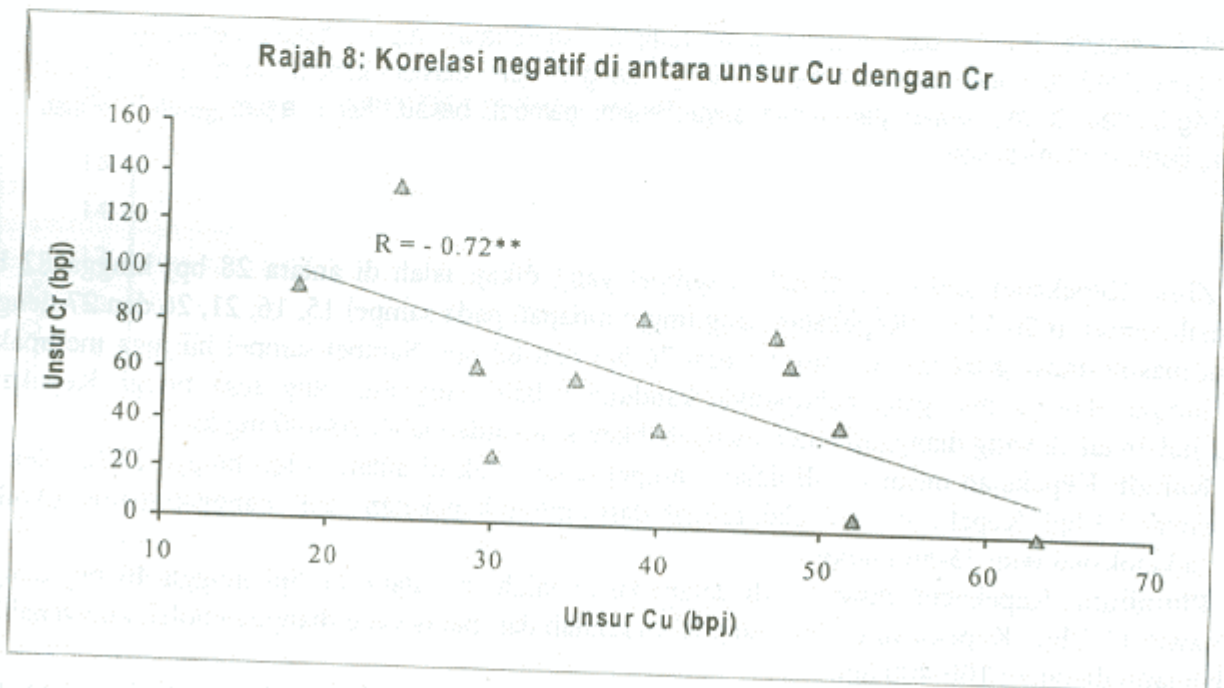
Nikel: Unsur Ni mempunyai kepekatan di antara 8 bpj hingga 71 bpj dengan sisihan piawai 16 bpj. Kabata-Pendias dan Pendias (1992) meletakkan paras yang kritikal pada kepekatan 100 mg/kg bagaimanapun ICRC (1987) meletakkan nilainya pada kepekatan 70 mg/kg. Dengan ini sampel yang

dicerap pada lokaliti 5 menunjukkan kepekatan yang melebihi paras toksid. Sampel ini telah dikutip di Kg.Penarak dari aluvium pasir laut.

Kromium: Kepekatan unsur Cr di dalam sampel tanah adalah di antara 0 bpj hingga 135 bpj dengan sisihan piawai 36.9 bpj. Bacaan yang tertinggi di dapati dalam sampel nombor 8, yang dikutip di Cenerong Dalam dengan bahan induknya aluvium pasir laut. Sampel tanah yang banyak mengandungi bahan organik juga mengandungi kepekatan Cr yang agak tinggi. Sampel-sampel tersebut ialah nombor 15, 16, 20 dan 21 dengan kepekatan masing-masing ialah 84 bpj, 79 bpj, 67 bpj dan 94 bpj. Kepekatan ini berada di dalam julat kepekatan total yang dianggap kritikal oleh Kabata-Pendias dan Pendias (1992) iaitu di antar 75 bpj hingga 100 bpj. Sementara itu ICRCL (1987) meletakkan paras kritikal untuk unsur ini pada kepekatan yang lebih tinggi iaitu 600 mg/kg.

Hubungan Di antara Unsur-Unsur Surih

Unsur-unsur surih yang terdapat di dalam sampel tanah tidak menunjukkan hubungan yang signifikan di antara satu sama lain kecuali unsur Cu dengan Cr. Kedua-dua unsur ini mempunyai hubungan linear negatif pada paras 0.01% darjah kebebasan. Hubungan ini mungkin tidak ada perkaitan dengan mineral di dalam bahan induk tetapi lebih kepada proses tukarganti unsur-unsur ini di dalam oksida-oksida terutamanya oksida besi dan alumina. Unsur-unsur lain selain daripada Cr dan Cu tidak memperlihatkan perkaitan yang jelas, menandakan tidak berlaku tindak balas penggantian atau pengayaan yang lazimnya berlaku di antara unsur-unsur Cu, Zn, Pb, Ni, Co dan Cr di dalam tanah, sepertimana yang berlaku pada sampel tanah daratan di Langkawi (Sahibin dan Mohamad, 1997). Komposisi bahan induk yang didominasi oleh pasir silika mungkin bertanggung jawab ke atas perkara ini.



Analisis untuk melihat perkaitan di antara LOI dengan unsur-unsur surih tidak menunjukkan paras yang bererti. Memperlihatkan bacaan LOI yang tinggi bersama dengan kepekatan tinggi unsur-unsur surih tertentu di dalam sampel tanah berlaku secara kebetulan. Ini boleh diterangkan dengan beberapa cara:

- Komposisi LOI yang tinggi di dalam sampel tanah terdiri dari air dan bukan bahan organik. Selalunya bahan organik berupaya untuk menjerap unsur-unsur surih dengan banyak.
- Bahan induk tanah tersebut terdiri dari jenis yang memang mempunyai kepekatan unsur surih yang tinggi.
- Kawasan tersebut menerima sedimentasi bahan-bahan yang mempunyai kandungan unsur surih yang tinggi.

KESIMPULAN

Komposisi unsur major dikuasai oleh unsur SiO_2 diikuti oleh Al_2O_3 dan Fe_2O_3 . Tidak ada perkaitan signifikan di antara SiO_2 dengan Al_2O_3 dan Fe_2O_3 . Walau bagaimanapun terdapat perkaitan positif signifikan di antara Al_2O_3 dengan Fe_2O_3 . Ini menunjukkan tiada penggantian oleh Al^{3+} dan Fe^{3+} ke atas Si^{4+} . Berlaku pengayaan Al_2O_3 dan Fe_2O_3 di dalam bentuk oksida besi dan alumina. Unsur-unsur surih juga tidak menunjukkan anomali luar biasa. Walau bagaimanapun terdapat beberapa anomali unsur surih seperti Cr, Ni dan Co yang berada pada paras kritikal, yang mana melebihi paras yang boleh menyebabkan ketoksidan.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan terima kasih kepada UKM di atas pembiayaan projek penyelidikan ini melalui geran penyelidikan UKM A/1/96. Semua analisis XRF telah dilakukan di Makmal Sinar-X, Jabatan Geologi, FSFG, UKM, diselia oleh En. Abdul Aziz Ngah dan dibantu oleh En. Sharilnizam Mohd. Yusof dan En. Azarindra Abas.

RUJUKAN

- Alloway, B.J. 1995. *Heavy metals in soils*. Blackie Academic and Professional.
- Baba, M. 1995. *Perlakuan luluhawa batuan bes dan ultrabes di Malaysia: Tafsiran Geokimia*. Tesis Sarjana Universiti Kebangsaan Malaysia (Tidak diterbitkan).
- Baba, M. dan Mohamad, M. T. 1996. Perlakuan beberapa unsur major dan unsur surih dalam profil luluhawa batuan basalt di Segamat, Johor. *Sains Malaysiana* **25(1)** 1996:1-18
- De Jongh, W.K., 1973. X-ray fluorescence analysis applying theoretical matrix corrections. *Stainless Steel. X-ray Spectrometry*, **2(151)**.
- De Jongh, W.K., 1979. The atomic number $Z=0$: Loss and gain on Ignition in XRF analysis treated by the JN-equations. *X-ray Spectrometry*, **8(52)**.
- ICRCL, 1987. *Guidance on the assessment and redevelopment of contaminated land*. ICRCL 59/83 2nd edition. CDEP/EPTS, DOE.

Kabata-Pendias, A. dan Pendias, H. 1992. *Trace elements in soil and plants (2nd edition)*. CRC Press, Boca Raton, Fla.

Norrish, K. dan Hutton, J.T. 1969. An accurate X-Ray spectrographic method for the analysis of a wide range of geological samples. *Geochim. Et Cosmochima Acta*, **33**:431-453.

Sahibin, A.R. dan Mohamad, M.T. , 1997. Komposisi unsur major dan surih di dalam beberapa sampel tanah atas di Pulau Langkawi. *Jurnal Kimia Analisis (dalam cetakan)*