

# KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM TUMBUHAN PERISA (HALIA DAN SERAI) YANG DITANAM DALAM TANAH ULTRABES DI RANAU, SABAH, MALAYSIA

## HEAVY METAL CONTENT IN FLAVORING PLANTS (GINGER AND LEMONGRASS) GROWN IN ULTRABASE SOIL IN RANAU, SABAH, MALAYSIA

### Article history

Received

28 October 2024

Received in revised form

19 June 2025

Accepted

13 August 2025

Published Online

30 April 2026

\*Corresponding author  
khorweichung@ums.edu.my

Sahibin Abd Rahim, Angie Fan Yan Kai, Diana Demiyah Mohd Hamdan, Nur Zaida Zahari, Baba Musta, Khor Wei Chung\*

Fakulti Sains Teknologi, Universiti Malaysia Sabah, 88400 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia

### Abstrak

Pencemaran logam berat sentiasa menjadi ancaman kepada alam sekitar terutamanya dalam sektor pertanian. Kajian ini dilakukan untuk mengkaji kandungan logam berat dalam tumbuhan perisa (serai dan halia) yang ditanam di kawasan tanah ultrabes. Parameter fiziko-kimia (pH tanah, kandungan bahan organik dan kekonduksian elektrik) dalam sampel tanah dan kandungan logam berat dalam kedua-dua sampel tanah dan tumbuhan telah dikaji. Pengekstrakan logam berat (Co, Cr, Ni, Cu, Pb dan Zn) dalam tanah dan tumbuhan dilakukan menggunakan kaedah penghadaman basah. Agen-agen pengoksida yang digunakan adalah HNO<sub>3</sub> berkepekatan 69% dan HCl berkepekatan 30%. Kaedah penghadaman asid basah hibrid telah digunakan. Susunan menaik bagi purata kepekatan logam dalam tanah dan tumbuhan untuk semua stesen adalah Pb<Cu<Zn<Co<Ni<Cr. Kepekatan purata logam berat dalam sampel tumbuhan L adalah Cr (24.54±24.08b), Ni (18.79±12.18b), Co (0.34±0.90b), Zn (99.88±63.40a), Cu (3.85±1.82ab), dan Pb (1.48). Manakala kepekatan purata logam berat dalam sampel tumbuhan G adalah Cr (104.14±49.81a), Ni (82.32±49.169a), Co (6.59±5.43a), Zn (13.26±1.73b), Cu (1.60±0.92b), dan Pb (1.46). Kepekatan Cr, Ni, dan Co tergolong tinggi dan telah melebihi kepekatan maksimum yang dibenarkan dalam tanah, manakala bagi kandungan logam dalam tumbuhan hanya kromium (Cr) yang melebihi kepekatan yang dibenarkan dalam tumbuhan. Nilai Faktor Akumulasi-Bio (Bio-Accumulation Factor, BAF) bagi semua logam berat yang dikaji adalah kurang daripada 1 (<1) menunjukkan penyerapan logam berat oleh tumbuhan adalah tidak aktif. Kajian ini bertujuan untuk menilai dan memantau tahap logam berat dalam tanah serta tumbuhan yang sering digunakan bagi menyokong penilaian kualiti tanaman dan melindungi kesihatan awam.

*Kata kunci:* Logam berat, tanah ultrabes, halia, serai, nilai faktor akumulasi

### Abstract

Heavy metal pollution is always a threat to the environment especially in the agricultural sector. This study was conducted to examine the content of heavy metals in flavor plants (lemongrass and ginger) grown in ultrabasic soil areas. Physico-chemical parameters (soil pH, organic matter content and electrical conductivity) in soil samples and heavy metal content in both soil and plant samples were studied. Extraction of heavy metals (Co, Cr, Ni, Cu, Pb and Zn) in soil and plants is done using wet digestion method. The oxidizing agents used were 69% concentrated HNO<sub>3</sub>, 36% concentrated HCl, and 30% concentrated H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. The ascending order of average metal concentrations in soil and plants for all stations is Pb<Cu<Zn<Co<Ni<Cr. It was found that the concentration of heavy metals in the soil for each heavy metal Cr, Ni, Co, Zn, Cu, and Pb are respectively 7394.64 - 7835.96 mg/kg, 3405.57 - 3756.78 mg/kg, 262.93 - 339.40 mg/kg, 130.08 - 127.90 mg/kg, 79.06 - 90.45 mg/kg and 16.20 - 26.00 mg/kg. The average concentration of heavy metals in plant sample L was Cr (24.54 ± 24.08b), Ni (18.79 ± 12.18b), Co (0.34 ±

0.90b), Zn ( $99.88 \pm 63.40a$ ), Cu ( $3.85 \pm 1.82ab$ ), and Pb (1.48). While the average concentration of heavy metals in sampel G is Cr ( $104.14 \pm 49.81a$ ), Ni ( $82.32 \pm 49.169a$ ), Co ( $6.59 \pm 5.43a$ ), Zn ( $13.26 \pm 1.73b$ ), Cu ( $1.60 \pm 0.92b$ ), dan Pb (1.46). The concentration of Cr, Ni, and Co is high and has exceeded the maximum concentration allowed in the soil, while for the metal content in plants only chromium (Cr) exceeds the concentration allowed in plants. The value of the Bio-Accumulation Factor (BAF) for all heavy metals studied is less than 1 ( $<1$ ), indicating that the absorption of heavy metals by plants is inactive. This study aims to assess and monitor heavy metal levels in both soil and these commonly consumed plants to support crop quality evaluation and safeguard public health.

Keywords: Heavy metals, ultrabasic soil, ginger, lemongrass, bioaccumulation factor

© 2026 Penerbit UTM Press. All rights reserved

## 1.0 PENGENALAN

Amnya, logam berat boleh didapati secara semula jadi di alam sekitar, tetapi aktiviti manusia seperti perindustrian, perlombongan, pertanian, dan pelupusan sisa boleh meningkatkan kehadirannya dalam kehidupan seharian kita. Pembangunan dan perkembangan bandar yang pantas telah membawa kepada pencemaran logam berat dalam tanah dan pengumpulannya dalam tumbuhan kepada tahap yang membimbangkan lalu menimbulkan ancaman besar kepada kesihatan pengguna [1]. Pengambilan logam berat, walaupun pada kadar yang rendah, mempunyai kesan negatif terhadap kesihatan manusia. Ini kerana logam berat mempunyai kelarutan yang sangat rendah dalam air dan cenderung untuk diserap sebagai nutrien tumbuhan [2].

Penyelidikan mengenai tumbuhan sayuran di sekitar lombong Dabaoshan di China Selatan telah mendedahkan pengumpulan logam berat yang ketara dalam keladi, tumbuhan akar yang serupa dengan halia. Halia (*Zingiber officinale*, tumbuhan herba daripada keluarga Zingiberaceae, ditanam di hampir semua negara tropika dan subtropika. Ia digunakan terutamanya sebagai rempah ratus, perasa dan perubatan [3, 4, 5]. Manakala serai (*Cymbopogon citratus*) ialah tumbuhan herba tinggi dengan wangian berbau asap, herba dan limau. Serai ini digunakan terutamanya sebagai rempah dan perasa, serta tumbuhan ubatan untuk membantu mengawal patogen dan mencegah penyakit. Selain itu, bahagian aerial tumbuhan turut digunakan untuk merawat kencing manis, gangguan pencernaan, dan gangguan saraf [6].

Taburan tanah ultrabes adalah meluas di Sabah akibat kawalan geologi [7]. Amnya, unsur surih seperti besi, nikel, magnesium, kromium dan kobalt adalah tinggi dalam tanah ultrabes [8, 9]. Konsentrasi logam berat yang tinggi dalam tanah ultrabes seperti serpentinit boleh menimbulkan potensi bahaya kepada kesihatan manusia dan alam sekitar. Laporan daripada kajian lepas di kawasan kajian dan sekitarnya yang merupakan tanah ultrabes menunjukkan kandungan logam berat Co, Cr dan Ni yang tinggi [10, 11]. Sifat kimia tanah bukan sahaja mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan tetapi juga

haiwan dan kemandirian mikroorganisma [12]. Tumbuhan sensitif dan terkesan terhadap perubahan konsentrasi logam berat dalam tanah biar, sama ada berlebihan atau kekurangan [13]. Konsentrasi logam berat yang rendah boleh meningkatkan pertumbuhan, manakala tahap konsentrasi yang tinggi akan menyebabkan kerosakan struktur sel dan pengagihan zat [14]. Kandungan unsur logam yang paling tinggi adalah pada akar kerana sentuhan dan penyerapan daripada tanah [15]. Disebabkan kandungan logam berat yang tinggi secara semulajadi dalam tanah ultrabes dan penggunaan tanahnya dalam pertanian, adalah penting untuk mengetahui sama ada tumbuhan yang ditanam menyerap jumlah logam berat berpotensi toksik yang boleh menimbulkan risiko kepada kesihatan manusia. Matlamat kajian ini adalah untuk menyiasat kepekatan Co, Cr, Ni, Cu, Pb dan Zn dalam bahagian boleh dimakan daripada serai dan halia, dan untuk menilai faktor bioakumulasi mereka. Selain itu, korelasi antara kepekatan logam berat dalam tanah dan tumbuhan turut dikaji. Maklumat ini akan menyumbang kepada pemahaman tentang pencemaran logam berat dalam tanaman ini dan mencadangkan strategi untuk meminimumkan pendedahan kepada manusia.

## 2.0 METHODOLOGI

Kampung Mibang, Ranau dipilih sebagai kawasan persampelan kerana Ranau merupakan penyumbang terbesar sayur-sayuran kepada pembekal tempatan dan luar negara struktur geografinya terdiri daripada cerun pergunungan yang mempunyai tanah berasaskan ultrabes. Sampel G mewakili halia manakala sampel L ialah serai (Rajah 1 dan 2). Tiga replikasi sampel tumbuhan dan tanah di setiap stesen pensampelan telah dilakukan. Tiga sampel tumbuhan dan tanah turut diambil dari stesen kawalan. Sebanyak 21 set sampel tanah dan tumbuhan telah dikumpul dalam kajian ini. Proses pemilihan kawasan sampel adalah berdasarkan klasifikasi pencemaran dan saliniti oleh National Resources Conservation Service (2011)[16].

Sampel tanah yang diambil dikeringkan pada suhu bilik, ditumbuk dan diayak melalui ayakan 2 mm

untuk analisis bahan organik, kekonduksian elektrik dan pH tanah. Untuk penentuan logam berat, sampel tanah dikisar sehingga melepasi ayakan 63  $\mu\text{m}$ . Logam berat seperti Kobalt (Co), Kromium (Cr), Kuprum (Cu), Plumbum (Pb), Zink (Zn) dan Nikel (Ni) dalam sampel tanah seberat 1 g dan sampel tumbuhan seberat 0.3 g diekstrak menggunakan HCl-HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (dalam nisbah 3:1) mengikut kaedah 3050B oleh Agensi Perlindungan Alam Sekitar Amerika Syarikat (USEPA) [17]. Larutan akhir selepas proses penghadaman ditapis melalui penapis membran bersaiz 45  $\mu\text{m}$  dan dianalisis secara elemen menggunakan instrumen Spektrometri Pelepasan Optik Plasma Teraruh Berpasangan (ICP-OES) model PerkinElmer Optima 5300DV. Kemudian, konsentrasi logam berat dalam tanah dan tanaman dikira berdasarkan berat kering. Faktor Bioakumulasi (BAF),

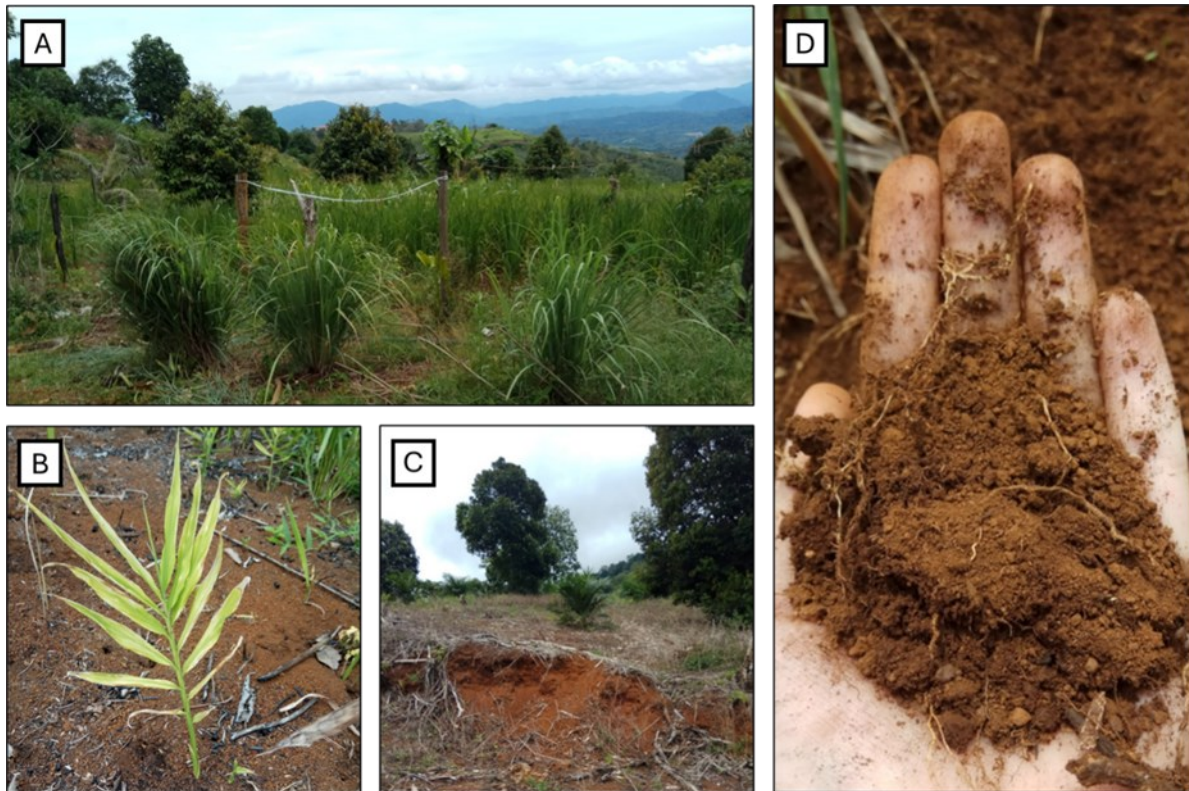
iaitu indeks keupayaan tumbuhan untuk mengumpul logam tertentu berbanding dengan konsentrasinya dalam substrat tanah [18, 5], dikira seperti di bawah.

$$\text{BAF} = \text{C}_{\text{tumbuhan}} / \text{C}_{\text{tanah}}$$

Dalam formula Faktor Bioakumulasi (BAF) ini, C<sub>tumbuhan</sub> mewakili konsentrasi logam berat dalam bahagian boleh dimakan tumbuhan, manakala, C<sub>tanah</sub> mewakili konsentrasi logam berat dalam tanah. Bahagian tumbuhan yang dikaji adalah rizom bagi halia dan batang bagi serai. Untuk memastikan ketepatan analisis tanah dan tumbuhan dalam kajian ini, analisis kosong disertakan semasa proses pengestrakan.



Rajah 1 Peta Kawasan kajian di Mibang, Ranau, Sabah



**Rajah 2** A) Tumbuhan perisa serai dari stesen L.2; B) Tumbuhan halia di stesen G2; C) Tanah ultrabases di Mibang, Sabah; D) Segenggan tanah ultrabases berwarna merah yang menunjukkan kandungan besi (Fe) yang tinggi [32]

Ujian pemulihan logam dalam bahan rujukan piawai (Standard Reference Materials) seperti SRM2711a (Montana II Soil), Asosiasi Crocker dan SRM (Strawberry Leaf-1) turut dijalankan untuk tujuan kawalan kerana kesesuaian kandungan logam berat untuk analisis dan perbandingan. Keputusan menunjukkan ujian pemulihan untuk Strawberry Leaf-1 mempunyai ketepatan lebih daripada 90% untuk elemen Ni dan Cr, manakala untuk Co adalah sekitar 80%. Keputusan ujian pemulihan untuk sampel tanah adalah sekitar 91% ketepatan untuk Cr, Co dan Ni. Perbandingan statistik purata dilakukan menggunakan ujian Student's T-Test dan ujian varians (ANOVA). Perbezaan dianggap signifikan pada tahap  $p=0.05\%$  dan sangat signifikan pada tahap  $p=0.001\%$ .

### 3.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Keputusan sifat fizikokimia tanah adalah seperti dalam Jadual 1. Tiga sampel daripada tiga stesen untuk setiap jenis tanah tumbuhan dan tanah kawalan daripada Asosiasi Crocker (Crocker Association) telah dianalisis (Rajah 2). pH tanah di kedua-dua kawasan persampelan adalah hampir neutral. Tiada perbezaan yang signifikan dalam nilai pH tanah antara kawasan persampelan dan kawalan. Purata kandungan bahan organik tanah untuk tanaman serai dan halia juga tidak menunjukkan peratusan yang berbeza dengan bacaan sebanyak  $3.77\pm 0.90\%$  dan  $3.91\pm 0.47\%$ .

Kandungan bahan organik di plot kawalan mencatatkan nilai sebanyak  $2.40\pm 0.06\%$  yang jauh lebih rendah berbanding kandungan bahan organik dalam tanah ultrabases di mana serai dan halia ditanam. Nilai kekonduksian elektrik tidak menunjukkan perbezaan signifikan antara tapak tanaman dan kawalan.

Amnya, pH tanah ultrabases yang hampir neutral merupakan perkara biasa. dalam tanah yang diperhatikan adalah normal untuk tanah ultrabases ber-pH hampir neutral [19]. Kajian terdahulu melaporkan nilai pH boleh mencapai 6.4 [20] dan 6.8 [21]. Nilai pH untuk tanah ultrabases yang paling rendah adalah 5.3 [22, 11]. Tanah ultrabases terluhawa daripada batuan ultrabases yang terdiri daripada mineral bermagnesium tinggi [22]. Ini menyebabkan tanah menjadi beralkali. Penggantian unsur alkali ini dengan kation berasid seperti  $H^+$  dan  $Al^{3+}$  melalui luluhawa dan larut lesap dapat mengurangkan kealkalian tanah. Kandungan bahan organik juga adalah lebih rendah berbanding dengan kajian terdahulu iaitu sebanyak 3.77 – 3.91% dan 5.5 – 8.0% [23]. Nilai kekonduksian elektrik kajian ini adalah 1960.36 – 1981.30  $\mu S/cm$  dan didapati sedikit rendah jika dibandingkan dengan nilai yang dilaporkan oleh [11]. Walau bagaimanapun, kedua-dua nilai kekonduksian elektrik ini boleh dianggap rendah berdasarkan pengelasan oleh Landon (2014) [24] dan tidak memberi kesan buruk terhadap tumbuhan.

Jadual 1 Sifat fizikokimia sampel tanah

Stesen	pH Tanah (purata+SD)	BOT (%)	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
Kontrol	6.57 $\pm$ 0.24a	2.40 $\pm$ 0.06b	1904.70 $\pm$ 18.90a
L1	6.71 $\pm$ 0.24	3.99 $\pm$ 0.89	2150.16 $\pm$ 81.44
L2	6.87 $\pm$ 0.17	3.93 $\pm$ 0.28	2092.75 $\pm$ 100.11
L3	6.59 $\pm$ 0.14	3.40 $\pm$ 0.13	1700.99 $\pm$ 65.59
<b>Mean <math>\pm</math> SD</b>	<b>6.72 <math>\pm</math> 0.14a</b>	<b>3.77 <math>\pm</math> 0.99a</b>	<b>1981.30 <math>\pm</math> 244.45a</b>
G1	7.09 $\pm$ 0.14	344 $\pm$ 0.17	1997.97 $\pm$ 36.46
G2	6.92 $\pm$ 0.05	4.03 $\pm$ 0.23	1869.86 $\pm$ 20
G3	6.73 $\pm$ 0.03	4.26 $\pm$ 0.24	2013.25 $\pm$ 14.95
<b>Mean <math>\pm</math> SD</b>	<b>6.91 <math>\pm</math> 0.18a</b>	<b>3.91 <math>\pm</math> 0.47a</b>	<b>1960.36 <math>\pm</math> 78.75a</b>

### 3.1 Kandungan Logam Berat dalam Tanah

Tanah di kawasan tanaman halia dan serai yang disampelkan dalam kajian ini merupakan tanah jenis ultrabes. Jadual 2 menunjukkan kepekatan beberapa logam berat yang terpilih dalam tanah sampel. Kepekatan Co dalam tanah halia adalah antara 178.28 hingga 341.08 mg/kg dengan purata dan sisihan piawai sebanyak 262.93 $\pm$ 98.46 mg/kg manakala tanah serai mempunyai kepekatan kobalt antara 258.09 hingga 480.45 mg/kg dengan purata dan sisihan piawai sebanyak 339.40 $\pm$ 118.34 mg/kg. Ini menunjukkan bahawa kandungan Co dalam tanah dan tumbuhan tidak menunjukkan perbezaan yang ketara. Nilai purata dan sisihan piawai Cr dalam tanah serai iaitu 7835.96 $\pm$ 772.43 mg/kg tidak mempunyai perbezaan yang ketara dengan kandungan cromium dalam tanah halia iaitu 7394.64 $\pm$ 705.66 mg/kg. Selain itu, kandungan Ni dalam tanah serai dan halia juga tidak jauh berbeza. Secara amnya, kepekatan Ni dan Cr adalah berkait langsung dalam kebanyakan batuan. Seperti yang dilaporkan oleh Proctor (1994) [25], hubungan Ni dan Cr ini difahamkan mempunyai variasi spatial yang ketara dalam tanah, walaupun pada skala kecil.

Semua kepekatan logam dalam tanah ultrabes dalam kajian ini bukan sahaja jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanah kawalan malah melebihi had maksimum yang dibenarkan dalam piawai Kabata-Pendias (2011) [26] dan WHO (1989) [28]. Kepekatan logam berat dalam tanah biasanya adalah beberapa kali ganda lebih tinggi berbanding dengan kandungannya dalam batuan (Sahibin et al., 2008) [23].

### 3.2 Kandungan Logam Berat dalam Tumbuhan

Logam berat dalam tumbuhan dapat menyebabkan pengumpulan toksik yang mengganggu pertumbuhan atau perkembangan mereka.

Penyerapan logam-logam ini dari tanah atau air yang tercemar boleh membawa risiko kesihatan kepada haiwan dan manusia yang memakan tumbuhan tersebut. Jadual 3 mempamerkan kandungan logam berat dalam serai dan halia yang dikaji.

Kepekatan purata Co adalah jauh lebih rendah dalam serai (0.34 $\pm$ 0.90 mg/kg) berbanding dalam halia (6.59 $\pm$ 5.43 mg/kg). Selain itu, kepekatan Cr dan Ni juga menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah, iaitu 24.54 $\pm$ 24.08 mg/kg dan 18.79 mg/kg, berbanding dalam halia yang masing-masing mencatatkan kepekatan 104.14 $\pm$ 49.81 mg/kg dan 82.23 $\pm$ 49.16 mg/kg.

Kedua-dua Cr dan Ni juga mempamerkan kepekatan yang lebih rendah daripada sampel kawalan. Kepekatan kobalt dalam serai tidak berbeza dengan ketara berbanding dengan kawalan, namun kepekatan purata kobalt dalam halia adalah jauh lebih tinggi daripada kawalan.

Had kepekatan kritikal dalam tumbuhan memberi tumpuan kepada kesan ke atas kesihatan dan pertumbuhan tumbuhan tersebut, manakala had kepekatan kritikal dalam tumbuhan memberi tumpuan kepada keselamatan dan kesihatan manusia yang memakannya. Berdasarkan Kabata-Pendias (2011) [26], kepekatan purata Co berada dalam lingkungan had kepekatan kritikal dalam tumbuhan. Kepekatan purata Cr pula telah melebihi kepekatan kritikal dalam tumbuhan [27]. Didapati juga kepekatan purata Ni berada pada bawah had kritikal dalam tumbuhan tetapi melebihi kepekatan untuk tumbuhan. Amnya, nilai kepekatan Co, Cr, dan Ni dalam halia adalah jauh lebih tinggi berbanding dengan serai. Kandungan yang jauh lebih tinggi dalam halia mungkin berkaitan dengan umbi halia yang tertanam dalam tanah dan mempunyai permukaan sentuhan dengan tanah yang lebih luas.

### 3.3 Faktor Bioakumulasi (Bioaccumulation Factor) (BAF)

Faktor Bioakumulasi logam berat adalah perbandingan antara kepekatan logam berat dalam tumbuhan dengan kepekatan logam berat dalam substrat, seperti tanah. Ia mewakili tahap penyerapan dan pengumpulan logam berat oleh tumbuhan dengan persekitaran tanahnya. Nilai pH tanah di kawasan kajian yang neutral boleh menyebabkan logam berat terpresipitasi, dan mengurangkan keupayaannya untuk diserap oleh tumbuhan. Dengan kata lain, logam-logam berat tersebut kurang terkumpul dalam tumbuhan walaupun kekekatannya melebihi piawai WHO (1989) [28], seperti yang diwakili oleh nilai Faktor Bioakumulasi (Jadual 4) yang kurang daripada 1 (<1).

**Jadual 2** Kandungan logam berat dalam tanah tanaman serai L1, L2 dan L3, serta sampel tanah tanaman halia G1, G2 dan G3. MAC\* adalah Aras Maksimum yang dibenarkan dalam tanah berdasarkan (Kabata-Pendias, 2011) [26]

mg/kg	Co	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn
Kawalan	27.86±3.58b	131.35±22.99b	92.45±22.53b	58±19.24a	42.71±31.67a	158.62±58.49a
L1	341.08±88.65	7244.82±74.23	3355.55±316.80	79.08±20.54	16.67±6.08	149.30±18.43
L2	269.44±43.08	7921.93±636.13	3613.46±199.95	73.03±6.19	30.92±16.16	129.24±17.06
L3	178.28±95.35	8342.13±1028.76	3247.70±238.69	119.19±55.95	30.41±5.27	118.10±31.37
<b>Purata±SD</b>	<b>262.93±98.46a</b>	<b>7835.96±772.43a</b>	<b>3405.57±275.35a</b>	<b>90.45±37a</b>	<b>26±11.42a</b>	<b>130.08±24.09a</b>
G1	480.45±10.14	6948.27±657.30	5348.40±229.34	71.48±12.02	21.47±13.89	153.39±6.33
G2	279.66±59.90	7479.84±846.76	3089.40±282.81	87.96±16.69	20.90±11.68	102.88±6.34
G3	258.09±84.92	7755.81±846.76	2832.54±570.44	77.74±9.27	14.15±6.64	127.41±20.95
<b>Purata±SD</b>	<b>339.40±118.34a</b>	<b>7394.64±705.66a</b>	<b>3756.78±1245.72a</b>	<b>79.06±13.39a</b>	<b>16.20±11.35a</b>	<b>127.90±24.66a</b>
MAC*	25-50	75-100	100	60-125	100-400	70-400

**Jadual 3** Kandungan logam berat dalam sampel tumbuhan. L1, L2 dan L3 adalah serai. G1, G2 dan G3 adalah halia. \*WHO, kandungan logam berat maksimum yang dibenarkan dalam tanaman menurut World Health Organisation (WHO) (1989) \*bal adalah Bawah Had Pengesanan

mg/kg	Co	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn
Kawalan	0.26±45b	5.47±0.94c	0.52±0.73c	5.49±2.38a	0.65	54.53±30.83a
L1	0.90±1.56	38.50±33.19	21.44±11.35	2.96±1.92	1.29	34.07±25.20
L2	0.11±0.19	4.58±4.28	24.11±14.43	5.94±1.93	1.59	160.55±68.90
L3	BHU	30.52±15.94	10.82±10.39	2.65±1.08	1.56	105.01±20.24
<b>Purata±SD</b>	<b>0.34±0.90b</b>	<b>24.54±24.08b</b>	<b>18.79±12.18b</b>	<b>3.85±1.82ab</b>	<b>1.48</b>	<b>99.88±63.40a</b>
G1	8.74±6.62	114.40±47.03	121.92±32.09	2.05±0.88	1.37	14.02±1.69
G2	1.30±0.42	53.13±10.94	22.68±11.21	2.21±0.57	1.75	11.28±1.76
G3	9.72±3.26	144.49±32.27	102.36±14.84	0.54±0.51	1.27	14.47±1.24
<b>Purata+SD</b>	<b>6.59±5.43a</b>	<b>104.14±49.81a</b>	<b>82.32±49.16a</b>	<b>1.60±0.92b</b>	<b>1.46</b>	<b>13.26±1.73b</b>
*WHO	4-40	2-18	67.9	73.3	0.3	99.4

**Jadual 4** Faktor Bioakumulasi (BAF) antara logam berat dengan sampel serai (L) dan halia (G)

Stesen	Co	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn
Kawalan	0.009	0.04	0.005	0.095	0.0113	0.343
L1	0.003	0.005	0.006	0.037	0.0774	0.228
L2	0.0004	0.0005	0.006	0.081	0.0514	1.242
L3	0.000	0.004	0.003	0.022	0.0513	0.889
G1	0.02	0.016	0.02	0.029	0.0638	0.091
G2	0.006	0.007	0.007	0.025	0.0837	0.110
G3	0.04	0.019	0.04	0.007	0.0897	0.114

**Jadual 5** Korelasi antara parameter fiziko-kimia tanah dengan logam berat dalam tanah dan tanaman

	pCo	pCr	pNi	sCo	sCr	sNi
pCo	1					
pCr	0.826***	1				
pNi	0.901***	0.842***	1			
sCo	0.437	0.279	0.555*	1		
sCr	-0.038	-0.294	-0.255	-0.546*	1	
sNi	0.338	0.160	0.534*	0.812***	-0.298	1
pH	0.273	0.294	0.361	0.658**	-0.621**	0.407
OM	0.050	0.180	-0.049	-0.340	-0.087	-0.536*
EC	0.164	0.240	0.358	0.589**	-0.683**	0.537*
N=18	r=0.456*	r=0.575**	r=0.693***			

\*Korelasi pada aras 0.05

\*\*Korelasi pada aras 0.01

\*\*\*Korelasi pada aras 0.001

**Jadual 6** Korelasi antara parameter fiziko-kimia tanah dengan unsur Cu, Zn, dan Pb dalam tanah

	pCu	pZn	sCu	sPb	sZn
pCu	1				
pZn	0.723***	1			
sCu	0.046	0.196	1		
sPb	0.354	0.350	-0.008	1	
sZn	-0.178	-0.072	-0.154	-0.123	1
pH	-0.110	-0.538*	-0.432	-0.007	0.003
OM	-0.003	-0.223	-0.009	-0.500*	0.200
EC	0.029	-0.477*	-0.290	0.217	-0.102

\*Korelasi pada aras 0.05

\*\*Korelasi pada aras 0.01

\*\*\*Korelasi pada aras 0.001

### 3.4 Korelasi antara Logam Berat dalam Tanah Dengan Tumbuhan

Kepekatan (Cr) dalam tanah dan tumbuhan adalah penting dalam proses metabolisme gula dan lemak badan. Pendedahan kepada Cr yang berlebihan boleh menyebabkan kerosakan kepada organ tubuh. Manakala kandungan Pb yang tinggi akan menjejaskan system imun tubuh manusia [29]. Peningkatan mendadak kepekatan Mn dalam tanah penanaman di stesen 1 bagi halia mungkin berkaitan dengan guna tanah, di mana stesen persampelan tersebut digunakan terutamanya untuk tujuan pertanian, iaitu penanaman sawi. Proses penanaman ini mungkin berkaitan dengan penggunaan baja dalam kuantiti yang tinggi. Nikel juga merupakan salah satu unsur penting untuk pertumbuhan tumbuhan. Namun begitu, tanah ultrabes mempunyai kandungan Ni yang luar biasa. Kandungan Ni yang sangat rendah di stesen 1 disebabkan oleh tanah biasa di stesen tersebut yang tidak tercemar dengan Ni seperti tanah ultrabes. Kandungan Ni yang sangat tinggi pula mungkin

berkaitan dengan proses pembakaran di kawasan pertanian kerana Ni sering ditemui dalam hasil pembakaran. Pertanian tradisional mempercayai bahawa tanah yang dibakar lebih subur dan dapat menggalakkan pertumbuhan tumbuhan [30].

Korelasi antara logam berat dalam tanah dengan tumbuhan dapat menunjukkan bagaimana kepekatan logam berat dalam tanah mempengaruhi tahap penyerapan logam berat dalam tumbuhan. Faktor-faktor seperti pH tanah dan bentuk kimia logam turut mempengaruhi tahap penyerapan dan pengumpulan logam berat dalam tumbuhan. Hubungan ini dapat diperhatikan pada Jadual 5. Korelasi yang kuat antara logam berat telah memberi pemahaman bahawa logam-logam ini berasal daripada sumber semula jadi, manakala korelasi lemah memberi tafsiran bahawa logam-logam berat ini berasal daripada sumber pencemaran yang berbeza [31].

Berdasarkan Jadual 5, korelasi yang tinggi pada tahap 0.001 antara Co, Ni, dan Cr dalam tumbuhan menunjukkan bahawa logam-logam ini diserap secara sepenuhnya oleh tumbuhan daripada substrat

tanah. Selain itu, Co, Ni, dan Cr juga berkorelasi antaranya pada tahap yang tinggi dalam tanah. Hubungan yang kuat ini mencadangkan asal-usulnya adalah daripada serpentin yang berasal daripada kompleks ofiolit yang terpecah-pecah [20, 12]. Korelasi logam berat Pb tidak dapat dilaksanakan akibat kepekatan bawah had.

#### 4.0 KONKLUSI

Kajian ini mendapati bahawa kepekatan logam berat seperti Kobalt (Co), Kromium (Cr), dan Nikel (Ni) dalam tanah ultrabases di Mibang, Ranau, Sabah adalah tinggi dan melebihi had maksimum yang dibenarkan. Walaupun kandungan logam berat dalam tumbuhan perisa (serai dan halia) adalah tinggi, namun nilai Faktor Bioakumulasi (BAF) adalah kurang dari 1 (<1). Ini menunjukkan bahawa penyerapan logam berat oleh tumbuhan adalah tidak aktif. Korelasi yang kuat antara logam berat dalam tanah dan tumbuhan juga memberi tafsiran yang logam-logam berat ini berasal daripada batuan di sekitar kawasan Ranau iaitu daripada serpentin yang terpecah-pecah daripada kompleks ofiolit. Walau bagaimanapun, kepekatan logam berat yang tinggi dalam halia mungkin disebabkan oleh penyerapan yang tinggi melalui permukaan sentuhan antara umbi halia dan tanah yang luas. Dengan ini, para penulis menyarankan kajian lanjut untuk menilai risiko kesihatan yang mungkin timbul akibat penggunaan tumbuhan ini.

#### Penghargaan

Para penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Universiti Malaysia Sabah (UMS) atas geran SDN0037-2019, SLB2245 dan SGA0032-2019 yang diberikan untuk melaksanakan projek ini. Terima kasih juga diucapkan kepada Fakulti Sains Teknologi (FST), UMS atas penggunaan kemudahan dalam menyempurnakan projek penyelidikan ini.

#### Kenyataan Etika

Kajian ini tertumpu secara eksklusif pada tanah tanaman halia dan serai di kawasan Mibang, Ranau, Sabah. Kajian ini tidak melibatkan sebarang penyelidikan dengan haiwan atau manusia. Para penulis mengesahkan bahawa mereka tidak mempunyai kepentingan kewangan atau hubungan peribadi yang boleh mempengaruhi penemuan yang dilaporkan dalam artikel ini.

#### Rujukan

- [1] Bifeng, H., Xiaolin, J., Hu, J., Xu, D., Xia, F., and Y. Li. 2017. Assessment of Heavy Metals Pollution and Health Risk in the Soil-Plant-Human System in the Yangtze River Delta, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 14(9): 1042. <https://doi.org/10.3390/ijerph14091042>.
- [2] Sultan, M. S., M. Z. Thani, H. S. Khalaf, and A. J. Salim. 2018. Determination of Some Heavy Metals in Solid Waste from Heavy Water Treatment Station in Baghdad. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. 49(3): 505–512. <https://doi.org/10.36103/ijas.v49i3.122>.
- [3] Mehdi, S.-R., E. M. Varoni, B. Salehi, J. Sharifi-Rad, K. R. Matthews, S. A. Ayatollahi, F. Kobarfard, S. A. Ibrahim, D. Mnayer, Z. A. Zakaria, M. Sharifi-Rad, Z. Yousaf, M. Iriti, A. Basile, and D. Rigano. 2017. Plants of the Genus *Zingiber* as a Source of Bioactive Phytochemicals: From Tradition to Pharmacy. *Molecules*. 22(12): 2145. <https://doi.org/10.3390/molecules22122145>.
- [4] Sharma, Y. 2017. Ginger (*Zingiber officinale*)—An Elixir of Life: A Review. *The Pharma Innovation Journal*. 6(7): 27–31.
- [5] Zhuang, P., M. B. McBride, H. Xia, N. Li, and Z. Li. 2009. Health Risk from Heavy Metals via Consumption of Food Crops in the Vicinity of Dabaoshan Mine, South China. *Science of the Total Environment*. 407(5): 1551–1561. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.10.061>.
- [6] Wifek, M., A. Saeed, R. Rehman, and S. Nisar. 2016. Lemongrass: A Review on Its Botany, Properties, Applications and Active Components. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 9: 84–92.
- [7] Jopony, M., and F. Tongkul. 1996. Some Biogeochemical Aspects of Ultrabasic Areas in Sabah. *Warta Geologi*. 22: 241–248.
- [8] Van der Ent, A., S. Sumail, and C. Clarke. 2015. Habitat Differentiation of Obligate Ultramafic *Nepenthes* Endemic to Mount Kinabalu and Mount Tambuyukon (Sabah, Malaysia). *Plant Ecology*. 216: 789–802. <https://doi.org/10.1007/s11258-015-0468-6>.
- [9] Tashakor, M., W. Z. W. Yaacob, H. Mohamad, and A. A. Ghani. 2014. Geochemical Characteristics of Serpentinite Soils from Malaysia. *Malaysian Journal of Soil Science*. 18: 35–48.
- [10] Sahibin, A. R., I. J. D. John, D. M. H. Hamdan, N. Z. Zahari, and M. Baba. 2020. Physico-Chemical Properties of Ultrabasic Soil from Mibang, Ranau, Sabah. *Transactions on Science and Technology*. 7(4): 224–230.
- [11] Sahibin, A. R., D. M. H. Hamdan, and M. Baba. 2019. Heavy Metals Content in Ultrabasic Soil and Plants around Ranau Sport Complex, Sabah, Malaysia. *Warta Geologi*. 45: 275–282.
- [12] Tashakor, M., B. Hochwimmer, and F. Q. Brearley. 2017. Geochemical Assessment of Metal Transfer from Rock and Soil to Water in Serpentine Areas of Sabah (Malaysia). *Environmental Earth Sciences*. 76: 281. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6585-x>.
- [13] Ackova, D. G. 2018. Heavy Metals and Their General Toxicity for Plants. *Plant Science Today*. 5(1): 18–23. <https://doi.org/10.14719/pst.2018.5.1.355>.
- [14] Chibuike, G. U., and S. C. Obiora. 2014. Heavy Metal Polluted Soils: Effect on Plants and Bioremediation Methods. *Applied and Environmental Soil Science*. 2014: 752708. <https://doi.org/10.1155/2014/752708>.
- [15] Kalaivanan, D., and A. N. Ganeshamurthy. 2015. Mechanisms of Heavy Metal Toxicity in Plants. In *Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops*. Edited by N. K. S. Rao, K. S. Shivashankara, and R. H. Laxman, 85–105. New Delhi: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-2725-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2725-0_5).
- [16] NRCS, USDA. 2011. *Soil Electrical Conductivity: Soil Quality Kit*. Washington, DC: United States Department of Agriculture.
- [17] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1996. *EPA Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils*. Washington, DC: U.S. EPA.
- [18] Ghosh, M., and S. P. Singh. 2005. A Comparative Study of Cadmium Phytoextraction by Accumulator and Weed Species. *Environmental Pollution*. 133(2): 365–371. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.05.015>.

- [19] Celestino, Q.-S., M.-P. Faucon, R. Repin, J. B. Sugau, R. Nilus, G. Echevarria, and S. Leguedois. 2020. Plant Functional Traits on Tropical Ultramafic Habitats Affected by Fire and Mining: Insights for Reclamation. *Diversity*. 12(6): 248. <https://doi.org/10.3390/d12060248>.
- [20] Hamdan, D. D. M., N. N. Roslan, and S. A. Rahim. 2019. Heavy Metals Bioavailability under Aerobic and Anaerobic Condition in Soil and Bubut Rice Plant Cultivated at Crocker Range, Borneo (Malaysia). *Journal of Advanced Agricultural Technologies*. 6(3): 187–193. <https://doi.org/10.18178/joaat.6.3.187-193>.
- [21] Proctor, J., L. A. Bruijnzeel, and A. J. M. Baker. 1999. What Causes the Vegetation Types on Mount Bloomfield, a Coastal Tropical Mountain of the Western Philippines? *Global Ecology and Biogeography*. 8(5): 347–354. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00147.x>.
- [22] Brearley, F. Q. 2005. Nutrient Limitation in a Malaysian Ultramafic Soil. *Journal of Tropical Forest Science*. 17(4): 596–609.
- [23] Sahibin, A. R., W. M. R. I. Idris, B. S. Ismail, M. B. Gasim, R. Omar, Z. A. Rahman, B. Musta, and M. Md Tan. 2008. Composition and Distribution Patterns of Major and Trace Elements in Gradually Weathered Andesite Rock from FELDA Jengka 4, Pahang, Malaysia. *Malaysian Journal of Science*. 27(2): 153–162.
- [24] Landon, J. R. 2014. *A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics*. London: Routledge.
- [25] Proctor, J., and A. J. M. Baker. 1994. The Importance of Nickel for Plant Growth in Ultrabasic (Serpentine) Soils. In *Toxic Metals in Soil-Plant Systems*. Edited by S. M. Ross. 417–432. Chichester: John Wiley & Sons.
- [26] Kabata-Pendias, A. 2011. *Trace Elements in Soils and Plants*. 4th ed. Boca Raton, FL: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10158>.
- [27] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). 1996. *Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants in Food*. WHO Food Additives Series No. 35. Geneva: World Health Organization.
- [28] World Health Organization (WHO). 1989. *Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants*. WHO Food Additives Series No. 24. Geneva: WHO.
- [29] Jabeen, S., M. T. Shah, S. Khan, and M. Q. Hayat. 2010. Determination of Major and Trace Elements in Ten Important Folk Therapeutic Plants of Haripur Basin, Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4 (7): 559–566.
- [30] Gautam, P. K., R. K. Gautam, S. Banerjee, M. C. Chattopadhyaya, and J. D. Pandey. 2016. Heavy Metals in the Environment: Fate, Transport, Toxicity and Remediation Technologies. In *Heavy Metals in the Environment*. 101–130.
- [31] Algül, F., and M. Beyhan. 2020. Concentrations and Sources of Heavy Metals in Shallow Sediments in Lake Bafa, Turkey." *Scientific Reports*. 10: 11782. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68833-2>.
- [32] Sahibin Abd Rahim, A., J. J. Ivy, D. D. M. Hamdan, N. Z. Zahari, and B. Musta. 2020. Physico-Chemical Properties of Ultrabasic Soil from Milbang, Ranau, Sabah. *Transactions on Science and Technology*. 7(4): 219–224.