

## Kesan Infusi Terhadap Kepekatan Fluorida dalam Pelbagai Jenis Teh Cina (Effect of Infusion on Fluoride Concentration in Various Chinese Tea)

WONG WIN NI & A.R. SURIAH\*

### ABSTRAK

*Kepekatan fluorida dalam infusi teh komersial bagi sampel teh hitam, teh oolong, teh hijau, teh putih dan teh bata ditentukan dengan menggunakan kaedah elektrod selektif ion fluorida. Dua jenis infusi dilakukan, iaitu infusi berterusan dan infusi berulang. Dalam infusi berterusan, teh hitam menghasilkan kepekatan fluorida yang paling tinggi, iaitu antara  $0.929 \pm 0.053$  mg/L hingga  $3.746 \pm 0.028$  mg/L. Teh bata pula menghasilkan kepekatan fluorida antara  $1.099 \pm 0.046$  mg/L hingga  $2.398 \pm 0.006$  mg/L. Kepekatan fluorida terlarut bagi teh oolong, teh hijau dan teh putih masing-masing adalah antara  $0.584 \pm 0.080$  mg/L hingga  $1.255 \pm 0.044$  mg/L,  $0.624 \pm 0.088$  mg/L hingga  $1.838 \pm 0.062$  mg/L dan  $0.571 \pm 0.027$  mg/L hingga  $1.845 \pm 0.017$  mg/L. Kandungan kumulatif fluorida dalam infusi berulang didapati lebih tinggi daripada yang disediakan melalui infusi berterusan bagi semua jenis teh. Hasil kajian menunjukkan kandungan fluorida berbeza-beza dengan jenis teh dan kaedah infusi yang berlainan. Oleh sebab pengambilan fluorida yang berlebihan boleh menyebabkan fluorosis gigi dan fluorosis tulang, maka kerajaan tempatan atau organisasi antarabangsa harus menetapkan suatu piawai keselamatan untuk kandungan fluorida dalam pelbagai jenis teh demi menjamin keselamatan pengguna.*

*Kata kunci: Fluorida; infusi berterusan; infusi berulang; teh cina*

### ABSTRACT

*The fluoride content in infusions of commercially available black tea, oolong tea, green tea, white tea and bata tea was determined via fluoride ion selective electrode method. Two methods of infusion were carried out: continuous infusion and repeated infusion. In continuous infusion, black tea yielded the highest concentration of fluoride, which ranged between  $0.929 \pm 0.053$  mg/L and  $3.746 \pm 0.028$  mg/L. Fluoride detected in brick tea ranged from  $1.099 \pm 0.046$  mg/L to  $2.398 \pm 0.006$  mg/L. The dissolvable fluoride for oolong tea, green tea, and white tea were ranged from  $0.584 \pm 0.080$  mg/L to  $1.255 \pm 0.044$  mg/L,  $0.624 \pm 0.088$  mg/L to  $1.838 \pm 0.062$  mg/L and  $0.571 \pm 0.027$  mg/L to  $1.845 \pm 0.017$  mg/L, respectively. The cumulative fluoride contents in repeated infusion were higher than those prepared by continuous infusion for all types of tea. Results of the study indicate that there was a wide range of fluoride content with different types of tea and methods of infusion. Because excessive intake of fluoride can cause dental and skeletal fluorosis, it is necessary for the government or international organization to establish a standard of fluoride content in tea commodities in order to protect the consumers against health hazards.*

*Keywords: Chinese tea; continuous infusion; fluoride; repeated infusion*

### PENGENALAN

Pokok teh (*Camellia sinensis*) merupakan sejenis pokok renek malar hijau yang tumbuh di tanah berasid dan berupaya menghasilkan pengeluaran yang stabil selama 100 tahun (Wong et al. 2003). Kini, terdapat sebanyak 30 buah negara pengeluar teh di dunia (Chan et al. 2007). Teh merupakan sejenis minuman berkafein yang tertua dan kedua paling popular di dunia. Ia disediakan daripada rendaman daun teh yang kering (Yemane et al. 2008). Lee et al. (1995) membuktikan bahawa teh memberi faedah antikarsinogenik, antioksidan, penyahtoksikan, serta membantu mencegah penyakit kronik dan penyakit kardiovaskular. Selain itu, pengambilan teh boleh membekalkan beberapa jenis unsur nutrien yang penting seperti kalium, magnesium dan mangan (Ferrara et al. 2001; Fernandez et al. 2002).

Pokok teh menyerap ion fluorida secara selektif dari tanah dan mengumpulkannya di bahagian daun sebagai anion. Lebih kurang 98% daripada jumlah fluorida dalam pokok teh disimpan di bahagian daun dan kandungan fluorida bertambah secara langsung dengan peningkatan hayat tumbuhan tersebut (Cao et al. 2006). Fung et al. (1999) menyatakan bahawa hampir semua (94.9%) ion fluorida dibebaskan semasa infusi. Justeru, teh merupakan salah satu sumber fluorida yang penting bagi peminum teh.

Terdapat pelbagai cara untuk merendam dan membuat minuman teh. Di Hong Kong, cara yang paling lazim diamalkan adalah dengan merendamkan daun teh dalam air panas yang berisi padu kecil (50 mL) selama beberapa minit dan daun teh yang sama akan direndamkan beberapa kali sehingga tiada rasa atau warna dikeluarkan lagi.

Selain itu, daun teh juga boleh direndam secara berterusan dengan menggunakan isipadu air panas yang lebih banyak (melebihi 1L) untuk masa yang lebih lama (Fung et al. 1999).

Pengambilan fluorida dalam kuantiti yang sedikit dapat membantu mengelakkan karies gigi dan osteoporosis. Namun, pendedahan kepada fluorida secara berlebihan dalam jangka masa panjang akan menyebabkan fluorosis gigi di kalangan kanak-kanak dan fluorosis tulang di kalangan orang dewasa (Cao et al. 1997). Kajian epidemiologi telah membuktikan bahawa kejadian fluorosis yang tinggi di kalangan penduduk Tibet adalah disebabkan oleh pengambilan teh bata dalam jangka masa yang panjang (Shu et al. 2003).

Kini, masih belum ada organisasi antarabangsa menetapkan suatu piawaian yang selamat untuk kandungan fluorida dalam teh. Pelbagai produk teh di pasaran didapati mengandungi julat kandungan fluorida yang sangat luas. Tambahan pula, kebanyakan pengguna tidak menyedari akan kesan buruknya terhadap kesihatan akibat pengambilan fluorida yang berlebihan. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk melihat kesan kaedah infusi terhadap kandungan fluorida dalam pelbagai jenis teh.

#### BAHAN DAN KAEDAH

Sejumlah 15 jenis produk teh yang berlainan kategori (hitam, oolong, hijau, putih dan bata) ditentukan kandungan fluoridanya. Sebanyak tiga jenis jenama teh hitam, teh oolong, teh hijau dan teh bata masing-masing

dan dua jenama untuk teh putih digunakan dalam kajian ini. Kesemua produk teh ini diperolehi dari pasaran di sekitar Kajang dan Balakong. Jadual 1 menunjukkan ciri-ciri bagi pelbagai jenis teh yang dikaji. Larutan sampel disediakan dengan menggunakan dua kaedah infusi yang berlainan, iaitu infusi berterusan dan infusi berulang.

#### INFUSI BERTERUSAN

Sebanyak 1 g sampel teh direndamkan dalam 100 mL air ternyahion yang bersuhu 100°C (1%, berat/isipadu teh) dan diletak dalam kukusan air panas (100°C) (King & Tsang 1987). Kemudian sebanyak 10 mL ekstrak teh diambil pada masa ke-10, 20, dan 30 minit untuk mengkaji kesan perubahan masa infusi terhadap kandungan fluorida dalam larutan teh. Setiap jenama teh diuji secara tripliket.

#### INFUSI BERULANGAN

Sebanyak 1 g sampel teh direndamkan dalam 100 mL air ternyahion pada suhu 100°C (1%, berat/isipadu teh) dan diletak dalam kukusan air panas (100°C) (King & Tsang 1987). Dalam selang masa 10 minit, sebanyak 10 mL ekstrak teh diambil untuk fluorida analisis dan cecair teh yang tertinggal dibuang dengan menggunakan penapis. Seterusnya, sisa daun teh direndam sekali lagi dengan 100 mL air ternyahion pada suhu 100°C dan diletak dalam kukusan air panas (100°C). Langkah di atas diulangi sebanyak 3 kali dan setiap jenama teh diuji secara tripliket.

JADUAL 1. Jenis teh yang dikaji dan ciri-cirinya

Jenis Teh dan Jenama	Pengeluar	Bentuk
<i>Teh Hitam</i>		
Teh Lipton	Malaysia	Daun
Lipton Uncang Teko	Malaysia	Uncang
Teh Boh	Malaysia	Daun
Liu Bao Cha	China	Daun
<i>Teh Oolong</i>		
Teh Cina Tie Guan Yin	Malaysia	Daun
Teh Tork Shou Heong	Malaysia	Daun
Teh Oolong Fujian	China	Daun
<i>Teh Hijau</i>		
Teh Hijau Boh	Malaysia	Uncang
Teh Cina Cap Batu	China	Uncang
Teh Hijau Cina	China	Uncang
<i>Teh Putih</i>		
Teh Shou Mei	China	Daun
Teh putih uncang	China	Uncang
<i>Teh Bata</i>		
Teh Gong Ting	China	Daun, ranting, akar
Teh Puerh	China	Daun, ranting, akar
Teh Bu Lang	China	Daun, ranting, akar

#### PENENTUAN KANDUNGAN FLUORIDA DALAM TEH

Kandungan fluorida dalam larutan sampel yang dikumpul daripada kedua-dua jenis infusi ditentukan dengan alat potentiometer (model WTW pH/ Ion 340i, F500/ F800) mengikut Malinowska et al. (2008) dengan menggunakan elektrod selektif ion fluorida. Sebelum analisis dilakukan, satu siri larutan piawai fluorida dalam lingkungan 0-10 mg/L disediakan dengan menjalankan pencairan bersiri daripada 10,000 ppm larutan piawai fluorida. Kemudian elektrod dikalibrasikan pada kepekatan 0.1, 1, dan 10 mg/L. Seterusnya sebanyak 10 mL larutan sampel dicampurkan dengan 10 mL larutan penimbal TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) dan dikacau sekata dengan menggunakan pengacau magnetik. Nisbah larutan sampel atau larutan piawai dengan TISAB mestilah 1:1. Larutan penimbal TISAB berfungsi untuk mengawal atur kekuatan ion larutan sampel dan larutan piawai di samping mengawal pH larutan. Ia juga mengelakkan gangguan kation polivalen seperti  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ , dan  $Si^{4+}$  kerana ion-ion ini mampu berkompleks dengan ion fluorida bebas dalam larutan dan menjejaskan bacaan sebenar. Selepas itu, elektrod fluorida dicelupkan ke dalam larutan campuran tersebut sehingga bacaan meter menjadi stabil lalu dicatatkan bacaannya. Elektrod yang telah digunakan dibilas dengan air ternyahion dan dikeringkan sebelum digunakan untuk sampel seterusnya bagi mengelakkan pencemaran silang.

#### ANALISIS STATISTIK

Data yang diperolehi daripada analisis fluorida dan soal selidik dianalisis dengan menggunakan perisian SPSS. Perbezaan statistik diuji dengan analisis varian (ANOVA) dan dibandingkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* pada 5% ( $p < 0.05$ ). Bagi soal selidik, ujian korelasi dijalankan untuk menentukan sama ada terdapat perhubungan antara dua pembolehubah pada  $p < 0.05$ . Nilai pekali korelasi Spearman,  $r_s$  menunjukkan kekuatan korelasi tersebut.

#### HASIL DAN PERBINCANGAN

##### KANDUNGAN FLUORIDA DALAM CECAIR TEH

*Infusi Berterusan* Pembebasan fluorida dari daun teh ke dalam air berbeza mengikut jenis teh dan jenama teh. Jadual 2 menunjukkan perubahan kepekatan fluorida dalam air teh pada masa infusi yang semakin bertambah, iaitu 10, 20 dan 30 minit. Didapati bahawa kesemua jenama teh menunjukkan tren yang sama, iaitu kepekatan fluorida meningkat secara berterusan dari masa infusi pada minit ke-10 hingga minit ke-30. Ini bererti semakin lama masa infusi, kepekatan fluorida dalam cecair teh semakin meningkat.

Dalam infusi berterusan, teh hitam menghasilkan kepekatan fluorida yang paling tinggi, iaitu antara  $0.929 \pm 0.053$  mg/L hingga  $3.746 \pm 0.028$  mg/L. Teh bata pula menghasilkan kepekatan fluorida antara  $1.099 \pm 0.046$  mg/L

hingga  $2.398 \pm 0.006$  mg/L. Kepekatan fluorida terlarut bagi teh oolong, teh hijau dan teh putih masing-masing adalah antara  $0.584 \pm 0.080$  mg/L hingga  $1.255 \pm 0.044$  mg/L,  $0.624 \pm 0.088$  mg/L hingga  $1.838 \pm 0.062$  mg/L, dan  $0.571 \pm 0.027$  mg/L hingga  $1.845 \pm 0.017$  mg/L.

Bagi kumpulan teh hitam, kepekatan fluorida dalam air teh berbeza daripada  $0.929 \pm 0.053$  mg/L hingga ke  $3.431 \pm 0.157$  mg/L selepas infusi selama 10 minit. Kepekatan fluorida yang tertinggi didapati pada sampel Lipton Uncang Teko yang diperbuat di Malaysia manakala kepekatan fluorida yang terendah didapati pada sampel Liu Bao Cha yang berasal dari negara China. Selain itu, kepekatan fluorida didapati lebih tinggi dalam cecair teh yang disediakan daripada sampel yang berbentuk uncang berbanding dengan sampel yang berbentuk daun. Keputusan ini adalah selaras dengan kajian yang dilakukan oleh Cao et al. (2006) dan Malinowska et al. (2008). Sampel Lipton Uncang Teko menunjukkan perbezaan kandungan fluorida yang bererti ( $p < 0.05$ ) daripada teh hitam yang lain, manakala Teh Boh dan Teh Lipton tidak menunjukkan perbezaan kandungan fluorida yang bererti antara satu sama lain. Sehubungan itu, purata peratus peningkatan fluorida terlarut dari minit ke-10 hingga ke-20 adalah lebih tinggi daripada purata peratus peningkatan dari minit ke-20 hingga ke-30 dengan nilainya masing-masing 28.11% (6.21-78.58%) dan 8.96% (2.80-18.08%). Kajian Lu et al. (2004) membuktikan bahawa teh hitam yang berlainan jenis mempunyai jurang perbezaan yang besar daripada segi kandungan fluorida dan polifenol. Kandungan fluorida didapati berkadar secara songsang dengan kandungan polifenol dalam daun teh.

Menurut Cao et al. (2006), teh hitam uncang mengandungi fluorida yang lebih tinggi disebabkan produknya dijual secara bungkusan dan isinya tidak kelihatan. Oleh sebab tiada mana-mana peruntukan perundangan daripada kerajaan tempatan atau antarabangsa yang berkaitan dengan kandungan fluorida dalam teh, maka peladang teh memetik daun teh yang lebih tua untuk menghasilkan teh uncang supaya dapat mengaut lebih banyak keuntungan. Teh hitam uncang merupakan suatu komoditi yang paling rendah kosnya jika berbanding dengan pengeluaran daun teh hitam kerana bahan mentahnya amat murah.

Bagi teh bata, kandungan fluorida yang tertinggi dikesan dalam sampel Teh Puerh dan diikuti dengan Teh Gong Ting serta Teh Bu Lang. Pada masa infusi ke-10 minit, Teh Puerh menghasilkan sebanyak  $1.756 \pm 0.104$  mg/L dan nilai ini meningkat kepada  $1.978 \pm 0.086$  mg/L pada minit ke-20 dengan peratus peningkatan sebanyak 12.64%. Purata peratus peningkatan fluorida terlarut dari minit ke-20 hingga ke-30 adalah sebanyak 26.47% (17.52-40.65%) dan nilai ini didapati lebih tinggi daripada peratus peningkatan fluorida dari minit ke-10 hingga minit ke-20 (16.66%). Trend ini adalah berbeza dengan kumpulan teh yang lain. Daripada segi puratanya pada masa infusi ke-30 minit, kepekatan fluorida terlarut bagi kumpulan teh bata adalah sebanyak  $1.935 \pm 0.352$  mg/L dan berada di

JADUAL 2. Kepekatan fluorida dalam 1% (berat/isipadu) cecair teh yang disediakan melalui infusi berterusan pada masa yang berbeza (min  $\pm$  s.d.) (n=3)

Jenis Teh	Pengeluar Kepekatan Fluorida Dalam Cecair Teh (mg/L)			
		10 min	20 min	30 min
<i>Teh Hitam</i>				
Teh Lipton	Malaysia	1.859 $\pm$ 0.054 <sup>bc</sup>	2.205 $\pm$ 0.159 <sup>b</sup>	2.317 $\pm$ 0.018 <sup>b</sup>
Lipton Uncang Teko	Malaysia	3.431 $\pm$ 0.157 <sup>a</sup>	3.644 $\pm$ 0.142 <sup>a</sup>	3.746 $\pm$ 0.028 <sup>a</sup>
Teh Boh	Malaysia	2.002 $\pm$ 0.147 <sup>b</sup>	2.183 $\pm$ 0.201 <sup>b</sup>	2.399 $\pm$ 0.094 <sup>b</sup>
Liu Bao Cha	China	0.929 $\pm$ 0.053 <sup>fg</sup>	1.659 $\pm$ 0.038 <sup>d</sup>	1.959 $\pm$ 0.030 <sup>c</sup>
Purata		2.055 $\pm$ 0.939 <sup>A</sup>	2.423 $\pm$ 0.781 <sup>A</sup>	2.605 $\pm$ 0.711 <sup>A</sup>
<i>Teh Oolong</i>				
Teh Cina Tie Guan Yin	Malaysia	0.675 $\pm$ 0.090 <sup>hi</sup>	0.874 $\pm$ 0.108 <sup>ji</sup>	1.030 $\pm$ 0.003 <sup>g</sup>
Teh Tork Shou Heong	Malaysia	0.584 $\pm$ 0.080 <sup>i</sup>	0.736 $\pm$ 0.118 <sup>k</sup>	0.757 $\pm$ 0.117 <sup>h</sup>
Teh Oolong Fujian	China	0.792 $\pm$ 0.047 <sup>gh</sup>	1.130 $\pm$ 0.012 <sup>sh</sup>	1.255 $\pm$ 0.044 <sup>f</sup>
Purata		0.683 $\pm$ 0.111 <sup>C</sup>	0.913 $\pm$ 0.191 <sup>C</sup>	1.014 $\pm$ 0.225 <sup>C</sup>
<i>Teh Hijau</i>				
Teh Hijau Boh	Malaysia	1.458 $\pm$ 0.036 <sup>d</sup>	1.681 $\pm$ 0.160 <sup>d</sup>	1.838 $\pm$ 0.062 <sup>d</sup>
Teh Cina Cap Batu	China	0.624 $\pm$ 0.088 <sup>hi</sup>	0.865 $\pm$ 0.067 <sup>ji</sup>	1.017 $\pm$ 0.061 <sup>g</sup>
Teh Hijau Cina	China	0.766 $\pm$ 0.136 <sup>gh</sup>	0.966 $\pm$ 0.141 <sup>hi</sup>	1.158 $\pm$ 0.086 <sup>f</sup>
Purata		0.949 $\pm$ 0.395 <sup>BC</sup>	1.171 $\pm$ 0.401 <sup>BC</sup>	1.338 $\pm$ 0.385 <sup>C</sup>
<i>Teh Putih</i>				
Teh Shou Mei	China	0.571 $\pm$ 0.027 <sup>i</sup>	0.661 $\pm$ 0.028 <sup>k</sup>	0.750 $\pm$ 0.039 <sup>h</sup>
Teh Putih Uncang	China	0.933 $\pm$ 0.052 <sup>fg</sup>	1.464 $\pm$ 0.040 <sup>e</sup>	1.845 $\pm$ 0.017 <sup>d</sup>
Purata		0.752 $\pm$ 0.202 <sup>C</sup>	1.063 $\pm$ 0.441 <sup>BC</sup>	1.298 $\pm$ 0.601 <sup>C</sup>
<i>Teh Bata</i>				
Teh Gong Ting	China	1.143 $\pm$ 0.174 <sup>e</sup>	1.235 $\pm$ 0.138 <sup>fg</sup>	1.737 $\pm$ 0.084 <sup>e</sup>
Teh Puerh	China	1.756 $\pm$ 0.104 <sup>e</sup>	1.978 $\pm$ 0.086 <sup>e</sup>	2.398 $\pm$ 0.006 <sup>b</sup>
Teh Bu Lang	China	1.099 $\pm$ 0.046 <sup>ef</sup>	1.421 $\pm$ 0.051 <sup>ef</sup>	1.670 $\pm$ 0.030 <sup>e</sup>
Purata		1.333 $\pm$ 0.335 <sup>B</sup>	1.545 $\pm$ 0.346 <sup>B</sup>	1.935 $\pm$ 0.352 <sup>B</sup>

Superskrip huruf kecil atau huruf besar yang sama dalam setiap lajur menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang bererti pada  $p < 0.05$  mengikut Ujian Duncan's Multiple Range.

tempat kedua tertinggi di antara kesemua jenis teh yang dikaji. Analisis statistik menunjukkan bahawa kandungan fluorida teh bata berbeza secara bererti dengan teh hitam, teh oolong, teh hijau dan teh putih pada  $p < 0.05$ .

Daripada segi fizikal, kesemua sampel teh hitam, teh oolong, teh hijau, dan teh putih diperbuat daripada daun yang muda manakala teh bata pula diperbuat daripada daun tua yang keras, batang dan akar yang dimampat menjadi suatu kepingan yang keras. Menurut Wong et al. (2003), teh bata mengandungi dua hingga empat kali ganda lebih banyak kandungan fluorida daripada jenis teh yang lain kerana komposisi utamanya ialah daun tua yang mengandungi fluorida yang amat tinggi. Namun hasil kajian ini tidak menunjukkan kandungan fluorida dalam teh bata adalah tertinggi tetapi sebaliknya teh hitam. Ini disebabkan sel-sel dalam daun tua ini telah diligninkan dan menyebabkan fluorida terbebas secara perlahan ke dalam cecair infusi. Sebahagian besar fluorida meresap keluar selepas 30 minit infusi (Fung et al. 1999). Oleh itu, kemungkinan besar sekiranya teh ini direndamkan lebih daripada 30 minit, kandungan fluorida yang terlarut akan meningkat dengan banyak.

*Infusi Berulangan* Jadual 3 menunjukkan perubahan kepekatan fluorida dalam cecair teh yang disediakan melalui infusi berulang. Hasil kajian menunjukkan bahawa kepekatan fluorida dalam cecair teh berkadar secara songsang dengan peningkatan bilangan infusi bagi kesemua jenis teh. Secara umumnya, infusi pertama menunjukkan pembebasan ion fluorida yang tertinggi antara ketiga-tiga infusi tersebut. Dalam infusi yang kedua, kepekatan fluorida dalam cecair menurun secara mendadak dan pada infusi yang ketiga, kepekatan fluorida didapati berkurangan secara beransur-ansur. Jumlah kandungan fluorida bagi teh hitam adalah antara 2.019-5.196 mg/L dan purata bagi jumlah kepekatan fluorida adalah sebanyak 3.198 mg/L. Nilai ini merupakan nilai yang tertinggi jika dibandingkan dengan teh oolong, teh hijau, teh putih dan teh bata. Jumlah kandungan fluorida bagi teh hitam yang diperolehi dalam uji kaji ini adalah hampir sama dengan hasil kajian Fung et al. (1999) dengan nilainya antara 1.90-2.41 mg/L.

Perbezaan kandungan fluorida dalam teh berkait rapat dengan nilai pH tanah. Semakin tinggi keasidan tanah,

JADUAL 3. Kepekatan fluorida dalam 1% (berat/isipadu) cecair teh yang disediakan melalui infusi berulang (min  $\pm$  s.d.) (n=3)

Jenis Teh	Kepekatan Fluorida Dalam Cecair Teh (mg/L)			
	Bilangan Ulangan Infusi Selama 10 min			
	1	2	3	Jumlah
<i>Teh Hitam</i>				
Teh Lipton	2.162 $\pm$ 0.077 <sup>b</sup>	0.410 $\pm$ 0.022 <sup>def</sup>	0.247 $\pm$ 0.025 <sup>def</sup>	2.819
Lipton Uncang Teko	3.940 $\pm$ 0.290 <sup>a</sup>	0.740 $\pm$ 0.015 <sup>b</sup>	0.516 $\pm$ 0.050 <sup>ab</sup>	5.196
Teh Boh	1.961 $\pm$ 0.218 <sup>b</sup>	0.529 $\pm$ 0.163 <sup>cd</sup>	0.266 $\pm$ 0.012 <sup>de</sup>	2.756
Liu Bao Cha	0.966 $\pm$ 0.064 <sup>ef</sup>	0.607 $\pm$ 0.074 <sup>bc</sup>	0.446 $\pm$ 0.061 <sup>bc</sup>	2.019
Purata	2.257 $\pm$ 1.131 <sup>A</sup>	0.572 $\pm$ 0.147 <sup>A</sup>	0.369 $\pm$ 0.125 <sup>AB</sup>	3.198
<i>Teh Oolong</i>				
Teh Cina Tie Guan Yin	0.798 $\pm$ 0.043 <sup>fg</sup>	0.581 $\pm$ 0.038 <sup>bc</sup>	0.359 $\pm$ 0.025 <sup>cd</sup>	1.738
Teh Tork Shou Heong	0.538 $\pm$ 0.027 <sup>h</sup>	0.295 $\pm$ 0.013 <sup>fg</sup>	0.255 $\pm$ 0.022 <sup>def</sup>	1.088
Teh Oolong Fujian	0.926 $\pm$ 0.051 <sup>ef</sup>	0.399 $\pm$ 0.050 <sup>def</sup>	0.246 $\pm$ 0.037 <sup>def</sup>	1.571
Purata	0.754 $\pm$ 0.175 <sup>B</sup>	0.425 $\pm$ 0.129 <sup>B</sup>	0.286 $\pm$ 0.060 <sup>BC</sup>	1.466
<i>Teh Hijau</i>				
Teh Hijau Boh	1.358 $\pm$ 0.044 <sup>cd</sup>	0.621 $\pm$ 0.080 <sup>bc</sup>	0.229 $\pm$ 0.025 <sup>ef</sup>	2.208
Teh Cina Cap Batu	0.660 $\pm$ 0.117 <sup>gh</sup>	0.379 $\pm$ 0.131 <sup>def</sup>	0.272 $\pm$ 0.101 <sup>de</sup>	1.311
Teh Hijau Cina	0.801 $\pm$ 0.090 <sup>fg</sup>	0.357 $\pm$ 0.160 <sup>ef</sup>	0.228 $\pm$ 0.110 <sup>ef</sup>	1.386
Purata	0.940 $\pm$ 0.328 <sup>B</sup>	0.452 $\pm$ 0.168 <sup>B</sup>	0.243 $\pm$ 0.079 <sup>C</sup>	1.635
<i>Teh Putih</i>				
Teh Shou Mei	0.489 $\pm$ 0.049 <sup>h</sup>	0.171 $\pm$ 0.021 <sup>g</sup>	0.137 $\pm$ 0.016 <sup>f</sup>	0.797
Teh Putih Uncang	1.148 $\pm$ 0.112 <sup>de</sup>	0.720 $\pm$ 0.131 <sup>b</sup>	0.300 $\pm$ 0.021 <sup>de</sup>	2.168
Purata	0.819 $\pm$ 0.369 <sup>B</sup>	0.445 $\pm$ 0.312 <sup>B</sup>	0.218 $\pm$ 0.091 <sup>C</sup>	1.483
<i>Teh Bata</i>				
Teh Gong Ting	1.152 $\pm$ 0.222 <sup>de</sup>	0.699 $\pm$ 0.130 <sup>b</sup>	0.474 $\pm$ 0.039 <sup>b</sup>	2.325
Teh Puerh	1.418 $\pm$ 0.157 <sup>c</sup>	0.893 $\pm$ 0.039 <sup>a</sup>	0.607 $\pm$ 0.158 <sup>a</sup>	2.918
Teh Bu Lang	1.007 $\pm$ 0.085 <sup>ef</sup>	0.502 $\pm$ 0.048 <sup>cde</sup>	0.335 $\pm$ 0.051 <sup>cde</sup>	1.844
Purata	1.192 $\pm$ 0.230 <sup>B</sup>	0.698 $\pm$ 0.184 <sup>A</sup>	0.472 $\pm$ 0.145 <sup>A</sup>	2.362

Superskrip huruf kecil atau huruf besar yang sama dalam setiap lajur menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang bererti pada  $p < 0.05$  mengikut Ujian Duncan's Multiple Range.

semakin tinggi kandungan fluorida dalam tumbuhan teh. Ini adalah disebabkan keterbiosediaan fluorida dan aluminium dalam tanah berkurangan daripada pH 4 hingga pH 8. Pada pH yang rendah, ion aluminium adalah pasangan dominan kepada ion fluorida dan membentuk  $AlF_3$ . Kestabilan kompleks Al-F meningkat dalam keadaan yang semakin asidik dan pembebasan fluorida selalunya berasal daripada kompleks Al-F (Fung et al. 1999). Pengambilan fluorida oleh tumbuhan teh didapati paling tinggi pada pH 5.5 (Ruan et al. 2004).

Selain daripada faktor keadaan tanah, faktor lain yang mempengaruhi kandungan fluorida dalam teh juga termasuklah tahap kematangan bahan mentah yang digunakan untuk pemprosesan, penambahan bahan organik, pengapuran serta pemilihan kepelbagaian tumbuhan teh (Ruan & Wong 2001). Kajian Ruan dan Wong (2001) menunjukkan bahawa daun teh yang matang mengandungi fluorida yang paling tinggi berbanding dengan bahagian lain seperti batang, ranting, pucuk dan akar. Penambahan bahan organik atau pengapuran (kalsium karbonat) didapati mengurangkan kandungan fluorida dalam tanah dan seterusnya mengurangkan penyerapan fluorida oleh tumbuhan teh.

Teh bata pula menunjukkan jumlah kandungan fluorida terlarut yang lebih tinggi daripada teh oolong, teh hijau dan teh putih tetapi lebih rendah daripada teh hitam. Keadaan ini serupa dengan infusi berterusan. Teh bata sepatutnya menghasilkan kandungan fluorida terlarut yang tertinggi kerana ia diperbuat daripada daun tua. Ini disebabkan sel-sel daun tua telah diligninkan dan memerlukan lebih banyak masa untuk membebaskan fluorida dari daun teh (Fung et al. 1999). Selain itu, kajian Fung et al. (1999) menunjukkan bahawa tiada perbezaan yang bermakna ( $p > 0.05$ ) dalam kandungan fluorida terlarut bagi teh oolong yang mengalami infusi selama 5 minit hingga 6 jam tetapi sebaliknya bagi teh bata, fluorida yang terbebas dari daun teh berkadar secara langsung dengan masa infusi.

Jika dibandingkan kandungan fluorida terlarut pada minit ke-30 dalam infusi berterusan dengan jumlah fluorida dalam infusi berulang, didapati bahawa kandungan kumulatif fluorida dalam infusi berulang lebih tinggi daripada kaedah infusi berterusan. Keputusan ini adalah selaras dengan hasil kajian Sha dan Zheng (1993) dan Fung et al. (1999). Sha dan Zheng (1993) melaporkan bahawa jumlah fluorida terlarut dalam 10 kali infusi berulang

(106 mg/kg) adalah lebih tinggi daripada infusi berterusan selama 24 jam (94.4 mg/kg).

Menurut Malde et al. (2006), kandungan fluorida dalam air boleh mempengaruhi pengeluaran fluorida dari daun teh. Daun teh cenderung untuk menyerap fluorida dari air yang mengandungi kepekatan fluorida yang tinggi dan seterusnya menyebabkan pengurangan pembebasan fluorida ke dalam cecair. Ini bermakna semasa infusi berterusan, kepekatan fluorida dalam cecair teh semakin meningkat dengan masa infusi dan seterusnya mengurangkan kadar pengeluaran fluorida dari daun teh. Sebaliknya dalam infusi berulang, daun teh yang sama ditambah dengan air ternyahion secara berulang. Ini menggalakkan lebih banyak pengeluaran fluorida dari daun kerana fluorida meresap dari kawasan berkepekatan tinggi kepada kawasan berkepekatan rendah. Maka kandungan kumulatif fluorida dalam infusi berulang didapati lebih tinggi daripada infusi berterusan.

Kandungan fluorida dalam teh boleh dijadikan sebagai satu petunjuk tentang kualitinya mengikut Malinowska et al. (2008). Kualiti teh berkadar secara songsang dengan kandungan fluoridanya. Daun teh yang dituai pada awal musim panas adalah lebih unggul daripada daun yang dituai pada akhir musim panas. Selain itu, Cao et al. (2001) menyatakan bahawa kandungan fluorida yang tinggi dalam teh bata disebabkan oleh kandungan bahan mentah dan bukan disebabkan oleh teknik pemrosesannya.

#### KESIMPULAN

Kandungan kumulatif fluorida terlarut dalam infusi berulang didapati lebih tinggi daripada kandungan fluorida terlarut dalam infusi berterusan untuk semua jenis teh. Teh hitam mengandungi kandungan fluorida yang paling tinggi antara kesemua sampel yang dikaji dalam infusi berterusan dan berulang. Teh bata pula menghasilkan kepekatan fluorida yang kedua tertinggi.

#### RUJUKAN

- Cao, J., Zhao, Y. & Liu, J. 1997. Bata tea consumption as the cause of dental fluorosis among children from Mongol, Kazak and Yugu populations in China. *Food and Chemical Toxicology* 35(8): 827-829.
- Cao, J., Zhao, Y., Li, Y., Deng, H.J., Yi, J. & Liu, J.W. 2006. Fluorida levels in various black tea commodities: Measurement and safety evaluation. *Food and Chemical Toxicology* 44(7): 1131-1137.
- Cao, J., Zhao, Y., Liu, J., Xirao, R. & Danzeng, S. 2001. Varied ecological environment and fluorosis in Tibetan children in the nature reserve of Mount Qomolangma. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 48(1): 62-65.
- Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. & Chew, Y.L. 2007. Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food Chemistry* 102(4): 1214-1222.
- Fernandez, P.L., Pablos, F., Martin, M.J. & Gonzalez, A.G. 2002. Multi-element analysis of tea beverages by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Food Chemistry* 76(4): 483-489.
- Ferrara, L., Montesano, D. & Senatore, A. 2001. The distribution of minerals and flavonoids in the tea plant (*Camellia sinensis*). *Il Farmaco* 56(5-7): 397-401.
- Fung, K.F., Zhang, Z.Q., Wong, J.W.C. & Wong, M.H. 1999. Fluorida contents in tea and soil from tea plantations and the release of fluoride into tea liquor during infusion. *Environmental Pollution* 104(2): 197-205.
- King, M.N. & Tsang, M.C.K. 1987. The fluorida content of chinese and black teas available in Hong Kong. *Fluorida* 20(1): 18-23.
- Lee, S., Kim, M. & Hee, Y. 1995. Effect of Korean green tea, oolong tea and black beverage on the removal of cadmium and antioxidative detoxification in cadmium administered rates. *Third International Symposium on Green Tea*. Seoul, 1 September.
- Lu, Y., Guo, W.F. & Yang, X.Q. 2004. Fluorida content in tea and its relationship with tea quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(14): 4472-4476.
- Malde, M.K., Greiner-Simonsen, R., Julshamn, K. & Bjorvatn, K. 2006. Tea leaves may release or absorb fluorida, depending on the fluorida content of water. *Science of the Total Environment* 366: 915-917.
- Malinowska, E., Inkielewicz, I., Czarnowski, W. & Szefer, P. 2008. Assessment of fluorida concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions. *Food and Chemical Toxicology* 46(3): 1055-1061.
- Ruan, J., Ma, L., Shi, Y. & Han, W. 2004. The Impact of pH and calcium on the uptake of fluorida by tea plants (*Camellia sinensis* L.). *Annals of Botany* 93: 97-105.
- Ruan, J. & Wong, M.H. 2001. Accumulation of fluoride and aluminium related to different varieties of tea plant. *Environmental Geochemistry and Health* 23: 53-63.
- Sha, J.Q. & Zheng, D.X. 1993. Relation between the amount of fluoride infusid from tea leaves and fluoride intake by human. *Chinese Journal of Tea Leaves of Fujian Province* 4: 15-19.
- Shu, W.S., Zhang, Z.Q., Lan, C.Y. & Wong, M. H. 2003. Fluorida and aluminium concentrations of tea plants and tea products from Sichuan Province, PR China. *Chemosphere* 52(9): 1475-1482.
- Wong, M.H., Fung, K.F. & Carr, H.P. 2003. Aluminium and fluorida contents of tea, with emphasis on bata tea and their health implications. *Toxicology Letters* 137(1-2): 111-120.
- Yemane, M., Chandravanshi, B.S. & Wondimu, T. 2008. Levels of essential and non-essential metals in leaves of the tea plant (*Camellia sinensis* L.) and soil of Washwush farms, Ethiopia. *Food Chemistry* 107: 1236-1243.

Program Sains Makanan  
Pusat Pengajian Sains Kimia & Teknologi Makanan  
Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi, Selangor D.E.  
Malaysia

\*Pengarang untuk surat-menyurat; email: sar@ukm.my

Diserahkan: 13 Ogos 2009

Diterima: 1 Disember 2009