

ANALISIS KANDUNGAN UNSUR ESENSIAL DAN TOKSIK DALAM TEH DAN AIR SEDUHANNYA DENGAN AKTIVASI NEUTRON

Th Rina Mulyaningsih
Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir, BATAN

ABSTRAK

ANALISIS KANDUNGAN UNSUR ESENSIAL DAN TOKSIK DALAM TEHDAN AIR SEDUHANNYA DENGAN AKTIVASI NEUTRON. Kadar unsur logam K, Ca, Mn, Mg, Fe, Na, Zn, Rb, Br, Cr, Cs, La, Sc dan Co dalam 14 sampel teh hijau, teh hitam, teh hitam dengan aroma melati, aroma vanilla, bunga rosella dan air seduhan teh telah ditentukan dengan analisis aktivasi neutron. Sampel teh dipilih dari produksi dalam negeri dan diperoleh dari Pasar Swalayan di daerah Serpong. Iradiasi neutron sampel dilakukan di Fasilitas Iradiasi reaktor RSG-GAS pada fluks neutron thermal sekitar sekitar $10^{13} \text{ ncm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Prosedur kerja menggunakan SOP yang dikeluarkan oleh FNCA. Sebagai kontrol mutu digunakan SRM- NIST 1573a Tomato leaves dan NIST 1547 Peach leaves. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi semua unsur bervariasi tergantung jenis teh. Konsentrasi Ca, K, Mg dan Mn dalam teh cukup tinggi $> 100 \text{ mg/kg}$. Konsentrasi Ca dan K memiliki rentang nilai antara 1135,36-9123,21 dan 1064,41-2473,12 mg/kg serta Mg 2725,6-5528,5; dan Mn 95,38-815,48 mg/kg. Unsur mikroesensial Na, Fe, Co, La, Cr, Br, Sc, Cs, Rb dan Zn memiliki konsentrasi $< 100 \text{ mg/kg}$. Sebagian besar unsur dalam teh dilepaskan dalam air seduhan dengan persentase berbeda dengan rentang nilai antara 27,89-68,94 % tergantung jenis sampel teh. Tidak terdeteksi unsur toksik Hg, Cd dan As, kecuali unsur Cr dengan konsentrasi masih cukup rendah. Dengan demikian minuman teh cukup baik menjadi sumber unsur esensial bagi tubuh dan tidak mengandung logam toksik.

Kata kunci: analisis unsur, esensial, toksik, teh, aktivasi neutron.

ABSTRACT

ELEMENTAL ANALYSIS OF ESSENTIAL AND TOXICAL CONTENT IN TEA AND ITS INFUSION USED BY NEUTRON ACTIVATION. Concentration of metal elements K, Ca, Mn, Mg, Fe, Na, Zn, Rb, Br, Cr, Cs, La, Sc and Co from 14 samples of green and black tea with aroma of jasmine, vanilla, rosella flower and tea infusion have been determined by means of neutron activation analysis. The Samples were chosen from the domestic product and were collected from Supermarket in Serpong region. Neutron irradiation of the samples was carried out in the Irradiation Facility of the RSG-GAS reactor at thermal neutron flux in the order of $10^{13} \text{ ncm}^{-2}\text{s}^{-1}$. The working procedures follow the Standard Operating Procedures of FNCA. As of the quality control the reference material of SRM-NIST 1573a Tomato leaves and NIST 1547 Peach leaves have been applied. The analysis results show that concentration of the elements vary depending on the sort of tea. Concentration of Ca, K, Mg dan Mn have a rather high value namely $> 100 \text{ mg/kg}$. Concentration of Ca and K have values in a range of 1135.36-9123.21 and 1064.41-2473.12 mg/kg as well as Mg of 2725.6-5528.5; and Mn of 95.38-815.48 mg/kg. Concentration of Na, Fe, Co, La, Cr, Br, Sc, Cs, Rb and Zn $< 100 \text{ mg/kg}$. Most elements in these tea were released into the infusions at different percentages in a range of 27.89-68.94% depending on the sort of the tea. There were not detected toxic elements Hg, Cd and As except Cr with low concentration. Therefore tea drink are adequately good enough as essential elements source and content no toxic elements.

Key words: elemental analysis, essential, toxic, tea, neutron activation.

PENDAHULUAN

Teh merupakan salah satu minuman yang cukup populer. Minuman ini terbuat dari daun the dari semak *Camellia sinensis*. Teh hijau dan teh hitam merupakan dua jenis teh yang banyak dikonsumsi. Teh hijau diperoleh melalui proses pengeringan dan pengukusan daun teh, sedangkan the hitam diperoleh setelah melalui proses fermentasi atau oksidasi. Perbedaan proses ini menyebabkan adanya perbedaan pada komposisi kimia dalam teh[1]. Dari kedua jenis dasar the ini di pasaran banyak beredar the dengan berbagai aroma seperti vanilla dan melati. Tentunya dengan penambahan aroma ini, maka komposisi kimianya juga menjadi berubah.

Teh mengandung flavonoid, mineral dan unsur runtu (*trace elements*) yang bersifat esensial dan non esensial bagi tubuh. Unsur-unsur esensial berperan dalam proses metabolisme dan kelebihan atau kekurangan unsur tersebut dapat membahayakan kesehatan. Kandungan unsur runtu dalam teh juga tergantung dengan karakteristik dari aroma teh. Diperkirakan minuman ini dikonsumsi di seluruh dunia sebanyak 18 – 20 miliar cangkir/hari[1], sehingga penentuan secara akurat kandungan unsur runtu dalam daun teh maupun minuman teh sangat penting dalam memperkirakan dampaknya terhadap kesehatan.

Studi pendahuluan penentuan unsur esensial dalam beberapa produk teh dalam negeri telah dilakukan. Pada studi tersebut baru dapat ditentukan konsentrasi unsur-unsur K, Br, La, Co, Zn, Rb dan Sc dalam beberapa produk teh[2]. Penelitian berikut dilakukan dalam rangka kerjasama penelitian pada FNCA (*Forum for Nuclear Cooperation in Asia*) yang diikuti oleh beberapa negara Asia dengan sampel bersama (*common sample*) teh yang dikonsumsi di masing-masing negara peserta FNCA. Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi unsur logam berat seperti Cr, Zn, Fe, Co dan unsur peruntu dalam daun teh dari beberapa merk dagang yang beredar di pasaran; menentukan persentase unsur yang dilepas dan konsentrasi tiap unsur setelah teh diseduh dengan air mendidih; menilai resiko karsinogenik dari konsumsi teh setiap hari untuk memberikan nilai acuan bagi masyarakat umum.

Konsumsi teh masyarakat Indonesia masih relatif rendah yaitu 350 g per tahun per kapita atau 1 kantong (2 gr) per dua hari dibandingkan masyarakat Inggris 2 kg per tahun per kapita[3]. Keberadaan logam di dalam tanaman teh dipengaruhi asal tanaman tersebut, komposisi tanah dan faktor lingkungan. Sebagai contoh Mn terlarut dalam tanah mengalami peningkatan dengan penurunan pH tanah. Penggunaan pestisida dan pupuk juga berpengaruh terhadap kandungan logam di dalam daun teh[4].

Beberapa unsur seperti Ca, K, Mg dan Mn umumnya memiliki kadar dalam level mg/g, sedangkan unsur Fe, Co, Ni, Cu, Zn dan Cd ada dalam kadar yang rendah dalam orde $\mu\text{g/g}$. Kandungan unsur dalam teh biasanya dalam level makro, mikromaupun peruntu, sehingga untuk analisis perlu digunakan teknik analisis yang sensitif dan memiliki akurasi tinggi. Metode Analisis Aktivasi Neutron (AAN) merupakan teknik yang tepat digunakan dalam penelitian ini.

Penggunaan teknik analisis ini membutuhkan sumber neutron yang digunakan untuk mengaktivasi unsur stabil menjadi unsur radioaktif. Neutron ini salah satunya diperoleh dari hasil reaksi fisi yang terjadi di dalam reaktor nuklir. Dalam penelitian ini aktivasi cuplikan dilakukan di fasilitas iradiasi sistem Rabbit reaktor RSG-GAS yang memiliki fluks neutron thermal sekitar $10^{13} \text{ n.cm}^{-2}.\text{det}^{-1}$

BAHAN DAN METODE

Pada analisis unsur dalam berbagai jenis teh dengan teknik AAN pada penelitian ini menggunakan prosedur yang dikeluarkan oleh FNCA (*Forum for Nuclear Cooperation in Asia*). Cuplikan terdiri dari empat belas jenis teh berbagai merk dagang, dibeli dari beberapa toko swalayan yang ada di daerah Serpong. Jenis-jenis teh meliputi teh hitam, teh hijau, teh hitam dengan aroma melati, vanila dan bunga Rosella (*Hibiscussabdariffa*). Contoh berupa teh celup dengan kapasitas tiap boks berisi 20-30 kantung yang masing-masing memiliki berat antara 2 – 2,5 gr, ada juga jenis teh yang tidak dikemas dalam kantung-kantung kecil tetapi berupa daun teh dalam 1 boks dengan berat 100 gr. Untuk jenis ini daun teh kering terlebih dahulu dihaluskan dengan mortar sehingga berbentuk bubuk dan diayak hingga lolos ayak 100 mesh. Contoh teh kemudian dipreparasi dan dianalisis dengan teknik AAN, dengan perlakuan sebagai berikut:

Analisis Mineral Dalam Contoh Teh Kering

Untuk analisis unsur terkandung didalam cuplikan teh kering, masing-masing jenis teh setelah dibuka dari kantung langsung ditimbang sebanyak 50 -150 mg dalam vial LDPE (*Low Density Poly Ethylene*) dengan timbangan mikro. Pengulangan dilakukan masing-masing empat kali tiap jenis contoh, baik untuk analisis unsur dengan waktu paruh pendek, medium maupun panjang. Bahan acuan standar yang digunakan untuk kontrol mutu internal metode adalah NIST-SRM 1573a *Tomato leaves* dan NIST-SRM 1547 *Peach leaves*.

Analisis Mineral Dalam Contoh Teh Yang Telah Dilarutkan ke Dalam Air.

Jenis contoh teh yang sama sisa dari preparasi sebelumnya sebanyak 2 gram dituang dengan *aqua bidest* yang telah dididihkan sebanyak 200 ml, diaduk dengan pengaduk kaca selama 30 detik dan dibiarkan selama 330 detik, kemudian pisahkan endapan teh dari air pencelup. Keringkan endapan teh pada suhu 1000 °C selama 30 menit di dalam oven. Setelah teh kering dilakukan preparasi sama seperti preparasi untuk analisis contoh teh kering yang telah dituliskan sebelumnya.

Iradiasi Cuplikan dan Analisis

Cuplikan dan bahan acuan standar yang telah disiapkan dalam vial dibungkus dengan foil aluminium, hal ini dilakukan untuk menghindari antara vial yang satu dengan yang lain saling menempel karena terkena panas dari gamma (*gamma heating*) pada saat iradiasi. Vial-vial ini kemudian disusun dalam satu *layer* target yang terdiri dari cuplikan yang akan dianalisis, bahan acuan standar dan monitor pemantau fluks Al-0,1% Au dari IRRM. *Layer* target ini dimasukkan kedalam kapsul iradiasi yang terbuat dari poliethilen untuk iradiasi dibawah 1 jam dan terbuat dari aluminium untuk iradiasi ≥ 1 jam.

Tabel 1. Kondisi iradiasi dan akuisisi data

Radionuklida	$t_{1/2}$	Posisi Iradiasi	t- iradiasi	t-decay	t-pencacahan
Ca-49	8,72 mnt	RS2	3 menit	3-5 menit	200 detik
Mg-27	9,46 mnt	RS2	3 menit	3-5 menit	200 detik
Mn-56	2,58 jam	RS2	3 menit	3-5 menit	200 detik
Na-24	14,96 jam	RS3	20 menit	1-2 hari	15-30 menit
K-42	12,36 jam	RS3	20 menit	1-2 hari	15-30 menit
La-140	40,27 jam	RS3	20 menit	1-2 hari	15-30 menit
Br-82	35,3 jam	RS3	20 menit	1-2 hari	15-30 menit
Cr-51	27,7 hari	RS4	7200 menit	7-10 hari	7200-10000 menit

Fe-59	44,5 hari	RS4	7200 menit	7-10 hari	7200-10000 menit
Zn-65	243,9 hari	RS4	7200 menit	7-10 hari	7200-10000 menit
Sc-46	83,81 hari	RS4	7200 menit	7-10 hari	7200-10000 menit
Rb-86	18,66 hari	RS4	7200 menit	7-10 hari	7200-10000 menit
Co-60	5,27 tahun	RS4	7200 menit	7-10 hari	7200-10000 menit

Dalam penelitian ini iradiasi cuplikan dilakukan selama 3 menit untuk analisis Ca, Mn dan Mg; 20 menit untuk analisis K, Br, La dan Na; 2 jam untuk analisis Sc, Co, Rb, Cs, La, Zn, Fe dan Cr. Data lengkap kondisi iradiasi dan akuisisi data ditampilkan pada Tabel 1. Iradiasi target dilakukan di sistem Rabbit Reaktor Serbaguna G.A Sywabessy (RSG-GAS) Serpong dengan fluks neutron thermal sekitar $1013 \text{ n.cm}^{-2}.\text{det}^{-1}$. Cuplikan pasca iradiasi diluruhkan (*decay*) sebelum dicacah. Pencacahan dilakukan dengan peralatan spektroskopi gamma, yang dilengkapi dengan detektor germanium kemurnian tinggi HPGe ($\epsilon = 20 \%$, FWHM=1,8 keV pada $E = 1,33 \text{ MeV}$) dan digabungkan dengan penganalisis puncak multi saluran. Jarak cuplikan, pemantau fluks dan bahan acuan standar terhadap permukaan detektor dibuat sama 42 mm.

Analisis kualitatif dan kuantitatif menggunakan bantuan perangkat lunak Gennie 2000 dan perangkat lunak k0-IAEA. Data konsentrasi tiap unsur yang ditampilkan dalam penelitian ini merupakan nilai rata-rata dari 4 replikat masing-masing cuplikan dan nilai standar deviasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keakuratan metode diuji dengan menggunakan bahan acuan standar SRM 1573a *Tomato leaves* dan SRM 1547 *Peach leaves*. Hasil menunjukkan bahwa nilai hasil analisis memiliki akurasi bagus, hal ini dibuktikan dengan nilai simpangan standar relative (*Relative Standard Deviasi*, RSD) dibawah 10 % kecuali untuk Mn, nilai RSD sedikit diatas 10 % (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis *standard reference* material matriks tumbuhan sebagai kontrol mutu metode

Unsur	Hasil analisis (mg/kg)	Nilai sertifikat (mg/kg)	RSD (%)	SRM
Na	134±5	136±4	1,5	NIST 1573a Tomato leaves
Mn	87,4±4,4	98±3	10,8	NIST 1547 Peach leaves
La	9,88±0,90	9,0	9,78	NIST 1547 Peach leaves
K	25474±2300	24300±300	4,8	NIST 1547 Peach leaves
Br	11,06±0,98	11,0	0,6	NIST 1547 Peach leaves
Fe	357±24	368±7	3,0	NIST 1573a Tomato leaves
Rb	14,56±1,05	14,89±0,27	2,2	NIST 1573a Tomato leaves
Sc	0,1±0,01	0,1	0	NIST 1573a Tomato leaves
Co	0,64±0,03	0,57±0,02	4,6	NIST 1573a Tomato leaves
Ca	52810±1901	50500±900	2,4	NIST 1573a Tomato leaves
Zn	32,0±1,7	30,09±0,7	6,34	NIST 1573a Tomato leaves

Pada penelitian ini dapat ditentukan konsentrasi unsur-unsur esensial Ca, Co, K, Mn, Zn, Fe, Cr, Mg, Sc, Rb, Cs, Br, La dan Na dalam produk teh hitam, teh hijau, teh hitam

dengan aroma vanilla, melati dan *Rosella calyx tea*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada seluruh produk teh diamati mengandung Ca, K, Mg dan Mn dalam konsentrasi cukup tinggi > 100 mg/kg (Tabel 3). Konsentrasi Ca dan K memiliki kisaran antara 1135,36-9123,21 dan 1064,41-2473,12 mg/kg serta Mg 2725,6-5528,5; dan Mn 95,38-815,48 mg/kg. Konsentrasi Ca dan K tertinggi ditemukan pada teh hitam aroma vanilla dan Mg tertinggi ditemukan pada teh hijau, sedangkan Mn terendah ditemukan dalam rosella dan tertinggi pada teh melati (jasmine tea). Pada *Rosella calyx tea* hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi Ca, K, Mn maupun unsur lainnya tidak jauh berbeda dengan jenis teh dari *Camellia sinesis* padahal konsumen percaya bahwa minuman jenis ini memiliki banyak kegunaan untuk kesehatan dibandingkan dengan yang lain. Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa pengaruh proses pembuatan teh pada teh hijau dan teh hitam (tanpa dan dengan fermentasi) serta penambahan aroma berpengaruh terhadap komposisi kimia teh. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa produk teh mengandung sejumlah besar unsur esensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh seperti Ca, Mg, Mn, Fe dan unsur mikro esensial Na, Zn, Rb, Br, Cr, Cs, La, Sc dan Co dengan konsentrasi bervariasi tergantung jenis teh. Konsentrasi unsur mikro esensial dalam teh hitam dengan aroma vanilla relatif lebih tinggi bila dibandingkan lainnya.

Table 3. Konsentrasi unsur esensial dalam daun teh

Sampel/ Unsur (mg/kg)	Teh hitam (<i>Black tea</i>)	Teh hijau (<i>Green tea</i>)	<i>Rosella calyx tea</i> (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	<i>Black tea</i> + Vanila)	<i>Jasmine tea</i>
Ca	7220,31 ± 24,23	9123,21 ± 54,29	1363,40 ± 98,33	2072,50 ± 58,41	1135,36 ± 80,31
K	1064,41 ± 79,35	1363,45 ± 85,61	1295,12 ± 84,01	2473,12 ± 98,03	1121,12 ± 81,34
Mg	2725,6 ± 200,3	5528,5 ± 232,5	2851,4 ± 47,8	3784,6 ± 23,8	4125,4 ± 221,2
Fe	733,90 ± 5,82	411,58 ± 35,48	176,60 ± 12,35	620,40 ± 51,24	553,80 ± 26,11
Mn	273,23 ± 22,12	804,45 ± 50,34	95,38 ± 7,54	486,25 ± 24,13	815,48 ± 40,98
Na	22,44 ± 1,33	33,73 ± 1,63	40,11 ± 2,15	101,43 ± 8,56	156,55 ± 11,01
Zn	22,45 ± 2,08	39,47 ± 2,42	23,58 ± 2,02	63,52 ± 3,25	70,48 ± 3,41
Rb	24,37 ± 2,10	72,29 ± 23,47	25,43 ± 2,40	42,62 ± 2,01	58,74 ± 3,39
Br	2,82 ± 0,02	2,68 ± 0,42	3,46 ± 0,08	4,76 ± 0,24	2,98 ± 0,02
Cr	2,87 ± 0,12	1,79 ± 0,01	1,68 ± 0,12		
Cs	0,67 ± 0,09	3,01 ± 0,75		2,56 ± 0,14	3,08 ± 0,04
La	0,64 ± 0,09	0,61 ± 0,03	0,57 ± 0,05	0,58 ± 0,03	0,70 ± 0,06
Sc	0,26 ± 0,02	0,32 ± 0,23	0,14 ± 0,02	0,67 ± 0,04	0,42 ± 0,01
Co	0,19 ± 0,03	1,54 ± 0,45	0,24 ± 0,03	2,52 ± 0,08	1,53 ± 0,01

Kandungan logam dalam daun teh juga sangat bervariasi tergantung pada negara atau wilayah teh tersebut berasal, kandungan mineral tanah, bagian dan umur dari tanaman teh yang dianalisis[5]. Sebagai contoh dilaporkan bahwa kandungan unsur K dan Mg dalam tanaman teh mengalami penurunan dengan urutan sebagai berikut : kuncup (daun muda) > daun dewasa > cabang > batang, beberapa kecenderungan yang ditemui dalam banyak penelitian daun teh, komposisi didominasi oleh kalium diikuti kalsium dan magnesium, demikian juga yang ditemukan dalam penelitian ini.

Sebagai pembandingan pada Tabel 4 ditampilkan hasil penelitian terhadap daun teh dari beberapa negara lain. Dapat diketahui bahwa secara umum kalium, kalsium dan magnesium memiliki kecenderungan konsentrasi mayor bila dibandingkan dengan unsur logam lainnya, kondisi ini sama dengan hasil analisis yang dilakukan pada studi ini. Kemampuan teh hitam, teh hijau maupun rosella mengakumulasi logam Fe lebih besar dibandingkan Mn dan

mengalami penurunan untuk unsur Zn, Rb, Br, Cr, Sc dan Co. Kondisi ini juga didukung oleh penelitian yang telah dilakukan sebelumnya[2] kecuali untuk teh dari China, Kenya dan India cenderung memiliki konsentrasi Mn, Fe dan Zn yang relatif rendah dan konsentrasi Mn dalam teh hijau cenderung lebih tinggi dibandingkan dalam teh hitam. Logam Co terdeteksi dalam teh hitam dan rosella dengan konsentrasi hampir sama dengan teh dari negara lain, tetapi untuk jenis ke tiga cuplikan teh yang lain memiliki kadar Co jauh lebih tinggi. Logam Cr merupakan logam toksik hanya terdeteksi pada tiga jenis cuplikan teh dengan konsentrasi antara 1,68 – 2,87 mg/kg. Cr ini bisa berasal dari tanah tempat tumbuhan ditanam maupun dari proses penggilingan yang dilakukan pada pembuatan serbuk teh [6,9]. Penelitian yang telah ada menunjukkan bahwa kadar Cr dalam teh hitam dan teh hijau diambil dari Meksiko memiliki kadar cukup rendah $0,43 \pm 0,05$ dan $0,62 \pm 0,01$ mg/kg tetapi teh dari India Selatan bervariasi antara 2,5-11,4 mg/kg [6,9].

Tabel 4. Konsentrasi unsur logam dalam daun teh hitam dibandingkan hasil penelitian sebelumnya [3,5,7,8]

Unsur	Penelitian ini	Konsentrasi (mg/kg)					
		Thailand	Ethiopia	India	China	Kenya	Jepang
Mg	2723,2	2017	3219-3538	916,2-970,2	988,4-1622,6	437,8-461,0	2070
Ca	7220,3	4473	3821-4419	622,6-1028,7	1879-1999,9	270,7-758,0	4550
Mn	273,23	813,6	1242-1421	14,0-15,9	11,2-13,8	6,2-7,5	503
K	10621,3		11503-13780	2702,0-3222,2		2301,9-2906,7	19200
Zn	22,45	32,17	20,2-21,6	0,269-0,299	0,19-0,24	0,07-0,11	36,6
Fe	733,90	167,1	319-467	0,89-1,2	1,0-1,2	0,65-0,89	134
Co	0,19	0,294	ttd	0,07-0,11	0,12-0,16	0,09-0,14	0.506
Na	22,44			597,0-883,2	374,6-465,6	283,5-374,6	
Pustaka		[3]	[5]	[7]	[7]	[7]	[8]

Pada penelitian ini kadar logam terlarut dalam air seduhan teh (minuman teh) dapat diketahui berdasar pengukuran kadar logam dalam teh yang telah diseduh dalam air panas, disaring dan dikeringkan. Kadar logam didalam teh kering mengalami penurunan setelah diseduh dalam air panas dalam waktu tertentu, ini menunjukkan bahwa logam yang semula terkandung dalam cuplikan teh sebagian terlarut. Dari Tabel 5 dapat diketahui konsentrasi logam terkandung di dalam cuplikan teh yang telah diseduh dan dikeringkan. Data pada tabel ini digunakan untuk menghitung efisiensi pelepasan logam dari teh ke dalam air seduhan (Tabel 6). Persamaan yang digunakan adalah :

$$\%R = \frac{(C_a - C_b)}{C_a} \times 100 \quad (1)$$

C_a adalah konsentrasi unsur dalam teh awal, C_b konsentrasi unsur dalam teh setelah diseduh dalam air panas dan dikeringkan. Hasil menunjukkan bahwa persentase setiap unsur logam terlarut dalam air sangat bervariasi tergantung jenisnya. Sebagai contoh pada teh hitam urutan persen kelarutan unsur logam adalah Mg, Ca, K, Fe, Cs, Br, Cr, La, Co, Rb, Zn, dan Na, hasil ini sesuai dengan penelitian yang sebelumnya dilakukan pada teh herbal jenis *Gynostemma pentaphyllum* [sumontha nook]. Sedangkan urutan efisiensi ekstraksi pada teh hijau adalah K, Ca, Fe, Mg, La, Br, Co, Mn, Na, Rb dan Cs. Hasil ini kurang sesuai bila dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya pada jenis teh yang sama [7]. Apabila diurutkan secara umum berdasarkan nilai rataan efisiensi ekstraksi dalam cuplikan teh yang diamati adalah K, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Co, La, Cr, Br, Sc, Cs, Rb dan Zn.

Persentase unsur yang dilepaskan oleh cuplikan teh ke dalam air seduhan berbeda-beda. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh sifat atau struktur fisiologis tanaman, komponen mineral pengikat lainnya, konsentrasi awal unsur dalam cuplikan teh, pH air, dan kelarutan unsur dalam air panas. Waktu penyeduhan juga berpengaruh terhadap persentase unsur yang dilepaskan ke dalam air, sebagai contoh : Cr dilepaskan dari teh hitam ke dalam air setelah diseduh selama 1 menit sebesar 16,5 %, pada saat waktu penyeduhan ditingkatkan menjadi 5 menit, persentase yang dilepaskan menjadi 42,2 % [8]. Dari penelitian sebelumnya juga dilaporkan bahwa pelepasan Cr ke dalam air seduhan dari teh hitam lebih tinggi dibandingkan dari teh hijau. Dilaporkan bahwa pada penyeduhan selama 6 menit Cr dari teh hitam dilepaskan sangat rendah yaitu 0,04 mg/L sedangkan dari teh hijau 0,42 mg/L. [5,9]. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu pada penyeduhan selama 6 menit, persentase Cr yang dilepaskan adalah sekitar 47,15 % pada ke tiga jenis teh diamati.

Tabel 5. Kandungan unsur logam dalam teh kering yang telah diseduh dalam air

Herb/ Element (mg/kg)	Black tea	Green tea	Rosella calyx tea (Hibiscus sabdariffa)	(Black tea + vanila)	Jasmine tea
Ca	3580,36± 82,13	2690,54± 27,21	763,35± 24,24	575,19 ± 40,3	326,29± 13,33
K	393,58± 29,56	363,76 ± 33,45	165,67± 12,23	1294, 4 ± 28,7	297,18± 14,32
Mg	600,87 ± 30,35	2730,23± 13,46	900,34 ± 40,23	1380,38 ± 30,3	897,23± 25,31
Fe	333,90 ± 5,82	163,01 ± 11,72	92,08 ± 5,02	163,48 ± 10,13	212 ± 10,91
Mn	151,01 ± 13,26	541,23 ± 6,31	25,87 ± 1,95	202,87 ± 3,10	158,07 ± 12,62
Na	17,08 ± 1,43	22,79 ± 0,98	9,26 ± 0,32	15,54±1,55	29,68 ± 1,64
Zn	16,96 ± 0,53	26,31 ± 1,18	15,83 ± 0,43	48,16 ± 2,34	53,15 ± 3,06
Rb	16,93 ± 0,11	49,58 ± 1,06	16,45 ± 0,43	27,98 ± 1,62	39,81 ± 1,17
Br	1,38 ± 0,08	1,65 ± 0,01	2,10 ± 0,01	2,54 ± 0,24	1,24 ± 0,18
Cr	1,49 ± 0,01	0,95 ± 0,02	0,90 ± 0,08		
Cs	0,32 ± 0,01	2,67 ± 0,01		1,10 ± 0,01	1,76 ± 0,10
La	0,37 ± 0,02	0,33 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,49 ± 0,01	0,22 ± 0,01
Sc	0,14 ± 0,001	0,12 ± 0,01	0,12 ± 0,001	0,34 ± 0,01	0,23 ± 0,01
Co	0,13 ± 0,001	0,70 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,95 ± 0,03	0,57 ± 0,06

Tabel 6. Persen unsur dilepaskan dari cuplikan teh ke dalam air seduhan (per kg teh)

Herb/ element (%)	Black tea	Green tea	Rosella calyx tea (Hibiscus sabdariffa)	(Black tea + Vanila)	Jasmine tea	Rataan
Ca	64,26	70,51	58,68	72,25	71,26	67,39
K	63,02	73,32	87,21	47,67	73,49	68,94
Mg	77,95	50,62	68,42	63,53	78,25	67,75
Fe	54,50	60,39	47,86	73,65	61,72	59,63
Mn	44,73	32,72	72,88	58,28	80,62	57,84
Na	23,89	32,43	76,91	84,68	81,04	59,79
Zn	24,45	33,34	32,87	24,18	24,59	27,89
Rb	30,53	31,42	35,31	34,35	32,23	32,77

Br	51,06	38,43	39,31	46,64	58,39	46,77
Cr	48,08	46,93	46,43			47,15
Cs	52,24	11,30		57,03	42,86	40,86
La	42,19	45,90	70,18	15,52	68,57	48,47
Sc	46,15	62,50	14,29	49,25	45,24	43,49
Co	31,58	54,55	45,83	62,30	62,75	51,40

Dari Tabel 6 dapat diketahui persentase unsur terlarut dalam air seduhan teh, tiap unsur berbeda dengan kisaran rata-rata antara 27,89 – 68,94 % yaitu paling rendah pada logam Zn dan paling tinggi pada K. Keberadaan unsur esensial yang cukup tinggi dalam air seduhan teh menunjukkan bahwa minuman teh merupakan sumber masukan (intake) yang baik bagi pemenuhan tubuh akan kebutuhan unsur esensial ini. Sebagai contoh kalium berguna untuk mereduksi tekanan darah, meningkatkan sirkulasi darah dan mencegah serangan jantung [7], sedangkan kalsium membantu transportasi asam lemak rantai panjang yang dapat membantu pencegahan serangan jantung, tekanan darah tinggi dan penyakit jantung lainnya. Magnesium bersama dengan Ca membantu transmisi saraf di otak dan membantu menanggulangi depresi. Tetapi konsumsi teh masyarakat Indonesia masih relatif rendah yaitu rata-rata 300-400 gram/kapita/tahun atau sekitar 2 gr/orang/2hari[2]. Berdasarkan basis data konsumsi tersebut, maka pemenuhan kebutuhan akan unsur esensial bagi tubuh melalui minuman teh masih jauh dari yang dibutuhkan (Tabel 7).

Tabel 7. Perbandingan RDA dengan perkiraan asupan harian tiap unsur dari minuman Teh

Unsur	RDA (mg/hari) ^b	Asupan harian terhitung (mg/hari) ^a				
		<i>Black tea</i>	<i>Green tea</i>	<i>Rosella calyx tea</i>	<i>(Black tea + Jasmine tea vanilla)</i>	
Mg	320-420	4,25	5,59	3,91	4,81	6,46
Ca	1000-1200	9,27	12,86	1,60	2,99	1,61
Mn	1,6-2,3	0,24	0,52	0,14	0,56	1,31
Fe	8-18	0,80	0,49	0,17	0,91	0,68
Zn	8-11	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03
Na	<500	0,01	0,02	0,06	0,17	0,25
K	3500	1,34	1,99	2,25	2,35	1,64
Br	1-3	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003
Co	0,01-0,02	0,0001	0,002	0,0002	0,003	0,002
Cr	0,05-0,2	0,003	0,002	0,002		

Keterangan :

- Basis perhitungan: tingkat konsumsi 2 g/2 hari atau 1 g/hari
- Recommended dietary allowance* (RDA) [www.nap.edu]

Dari Tabel 7 dapat diketahui tingkat kebutuhan harian tubuh akan unsur-unsur esensial dan masukan (*intake*) harian yang dapat diperoleh melalui konsumsi minuman teh berdasarkan basis konsumsi teh masyarakat. Ternyata teh baru memberikan sumbangan yang relatif kecil dibandingkan kebutuhan. Pada penelitian ini tidak terdeteksi unsur logam berat toksik yang tidak dibutuhkan oleh tubuh seperti Hg, Cd dan As. Untuk unsur Cr dan Co bersifat toksik moderat tetapi tubuh tetap membutuhkan dalam jumlah kecil dan apabila

dilihat dari konsentrasinya dalam air seduhan teh kondisi tersebut masih sangat aman, misal kebutuhan tubuh akan Cr 0,05 -0,20 mg/hari, sedang dari minuman teh hanya diperoleh sekitar 0,003mg/hari.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa teh (*Camellia sinensis*) maupun Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) merupakan sumber nutrisi karena unsur makro esensial Ca, K, Mn, dan Mg dengan kadar >100 mg/g maupun mikroesensial Na, Fe, Co, La, Cr, Br, Sc, Cs, Rb dan Zn dengan kadar <100 mg/g, dengan kadar unsur tergantung jenis, asal, proses dan aromanya. Persentase kelarutan unsur logam dalam air seduhan teh cukup tinggi antara 27,89-68,94 %, sehingga dengan peningkatan konsumsi teh masyarakat, maka kebutuhan tubuh akan unsur makro dan mikroesensial dapat diperoleh dari minuman ini. Pada cuplikan teh dianalisis tidak terdeteksi adanya unsur logam toksik Hg, Cd dan As, kecuali logam Cr tetapi masih dalam batas aman untuk dikonsumsi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ir. Iman Kuntoro, Kepala Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir atas dukungan dan semangat yang telah diberikan sehingga makalah ini bisa direalisasikan. Terimakasih juga disampaikan kepada Dr. Setyo Purwanto, atas dukungannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Ucapan terimakasih juga disampaikan rekan sejawat Siti Suprapti A.Md, Alfian S.ST dan rekan-rekan di bagian layanan iradiasi PRSG atas kerjasamanya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. C. Cabrera, R. Gimenez and C. Lopez. Determination of tea components with antioxidant activity. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 2003; 51, 4427-4435.
2. Th. Rina Mulyaningsih, Rukihati, Istanto. Analisis unsur esensial dalam teh komersial indonesia dengan metode AAN. *Prosiding Seminar Nasional AAN*; 2008, ISSN 2085-2797. Hal :109-118,
3. <http://www.sinartani.com/nasional/konsumsi-teh-indonesia-masih-rendah>. Diunduh: Selasa, 31/05/2011.
4. S.Nookabkaew, N. Rangkadilok, and J. Satayavivad. 2006. Determination of trace elements in herbal tea products and their infusions consumed in Thailand. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.2006; 54(18), p. 6939 - 6944.
5. D. W. Gebretsadik and B.S. Chanandravanshi. Level of metals in commercially available ethiopian black tea and their infusions. *Bulletin. Chemical Society Ethiopia*. 2010, 24(3), 339-349. ISSN 1011-3924.
6. S. Seenivasan, N. S, Manikandan, N.N Muraleedharan. 2008. Chromium contamination in black tea and its transfer into tea brew. *Food Chemistry*.2008; 106(3) 1066-1069.
7. S.R. Sahito, T.G. Kazi, M.A. Jakharani, G.H. Kazi, Q.G. Shar, S. Shaikh. The contents of fifteen essential, trace and toxic elements in some green tea samples and in their infusions. *Journal Chemical Society Pakistan*. 2005; Vol. 27, No. 7.

8. H. Matsuura, A. Hokura, F. Katsuki, A. Itoh, and H. Haraguchi. Multielement determination and speciation of major-to-trace elements in black tea leaves by ICP-AES and ICP-MS with the aid of size exclusion chromatography. *Analytical Sciences*. 2001; 17, 391-398.
9. Tanmoy Karak, R.M. Bhagat. Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion a review. *Food Research International*. 2010; 43(2010) : 2234-2252. Journal home page: www.Elsevier.com/locate/foodres.