

STUDI KELAYAKAN KADAR AIR, ABU, PROTEIN DAN TEMBAGA (CU) PADA SAYURAN DI PASAR SUNTER JAKARTA UTARA SEBAGAI BAHAN SUPLEMEN MAKANAN

Ryan Firmansyah Saputra, Nuryanti

Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jln. Sunter Permai Raya Sunter Agung Jakarta 14350

nury.yanti014@gmail.com

ABSTRAK

Sayur merupakan sumber vitamin A, vitamin C, asam folat, magnesium, kalium dan serat. Sayur mempunyai fungsi yaitu sebagai penyedia vitamin dan mineral. Namun banyak masyarakat yang kurang mengonsumsi sayuran karena tidak suka dengan rasa atau sajian sayuran pada umumnya. Sebagai gantinya sayuran dapat disajikan dalam bentuk suplemen makanan untuk meningkatkan minat masyarakat. Mengolah sayuran menjadi suplemen diperlukan sebuah pengujian untuk melihat apakah sayuran tersebut layak, sehingga dilakukan penelitian tentang kualitas sayur di Pasar Sunter Jakarta Utara. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air, abu, protein dan tembaga pada sayuran di Pasar Sunter Jakarta Utara. Hasilnya telah diperoleh kadar air tertinggi pada sampel batang bayam hijau yaitu 95,35 % dan terendah sampel daun bayam merah yaitu 86,85 %, kadar abu tertinggi pada sampel batang bayam hijau yaitu 20,44 % dan terendah sampel kol yaitu 7,13 %, kadar protein tertinggi pada sampel sawi yaitu 42,68 % dan terendah sampel daun bayam merah yaitu 0,5 %, kadar tembaga tertinggi pada sampel daun kangkung yaitu 0,52 µg/g dan terendah terdapat sampel batang bayam merah yaitu 0,09 µg/g. Syarat kadar tembaga yang diperbolehkan yaitu sebesar 5,0 µg/g. Berdasarkan hasil analisa tersebut maka sayuran di Pasar Sunter Jakarta Utara layak dijadikan sebagai bahan suplemen makanan.

Kata kunci : *sayuran, supelemen makanan, pasar sunter, ICP-OES*

ABSTRACT

Vegetables are sources of vitamin A, vitamin C, folic acid, magnesium, potassium and fiber, and don't contain fat and cholesterol. Vegetables have the same function in the body, i.e. providing vitamin and mineral. However, a lot of people don't consume enough vegetables because they don't like the taste or the serving. As an alternative, vegetables can be served as food supplements to increase people's interest in consuming vegetables. Making a vegetable into supplement required test to see whether the vegetable was feasible or not, so a study was performed on the quality of vegetables in Sunter Market, North Jakarta. This study was performed to determine water, ash, protein and copper (Cu) contents in vegetables in Sunter Market, North Jakarta. Based on the research, the highest water content was found in spinach (95.35 %) and the lowest water content in amaranth (86.85 %), the highest ash content in spinach (20.44 %) and the lowest ash content in cauliflower (7.13 %), the highest protein content in mustard green (42.68 %) and the lowest protein content in amaranth (0.5 %), the highest copper content in kale (0.52 µg/g) and the lowest copper content in amaranth (0.09 µg/g) so it met the allowed copper content requirement of 5.0 µg/g. Based on the research, vegetables sold in Sunter Market, North Jakarta could be used for food supplement.

Keywords : *vegetable, food supplement, sunter market, ICP-OES*

PENDAHULUAN

Sayur merupakan sumber pangan yang mengandung banyak vitamin dan mineral yang berguna dalam kesehatan masyarakat. Higienitas dan keamanan sayur yang dikonsumsi menjadi penting agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Banyak jenis sayur-sayuran yang beredar di masyarakat tidak terjamin keamanannya karena diduga telah terkontaminasi logam-logam berat (Erdayanti *et al*, 2015).

Pencemaran lingkungan seperti pencemaran oleh logam berat bisa mempengaruhi kualitas dan keamanan sayuran, yang dikatakan sebagai tanaman yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari yaitu salah satunya digunakan pada pembuatan suplemen makanan. Sayuran bisa menyerap dan mengakumulasi logam berat pada jaringan dari kontaminasi tanah, cemaran pada air serta polusi udara (Singh dan Kumar, 2006).

Logam berat tidak dapat terurai dan akan terus-menerus berada di lingkungan hingga mencapai tingkat beracun dalam sayuran yang akhirnya dapat menurunkan kualitas sayuran (Sharma *et al*, 2009). Biasanya, pencemaran logam berat pada sayuran berhubungan dengan polusi lingkungan, seperti irigasi air limbah, penggunaan bahan kimia pertanian yang berlebihan, atau deposisi pencemar atmosfer (Cai *et al*, 2015; Fytianos *et al*, 2001).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kondisi penanaman dan pengelolaan lahan sayur mempengaruhi tingkat logam berat dalam suatu sayuran. Tanaman di daerah perkotaan memiliki tingkat polutan yang lebih tinggi daripada tanaman di daerah pedesaan (Saeumel *et al*, 2012).

Dalam keadaan tertentu, distribusi logam berat pada sayuran di Indonesia dipengaruhi oleh spesies tanaman yang berbeda. Sayuran berbentuk daun cenderung menyerap lebih banyak logam berat daripada batang akar dan sayuran berbuah (Yang *et al.*, 2014). Tetapi distribusi logam berat pada tumbuhan bersifat selektif. Beberapa logam berat didistribusikan di jaringan yang kurang penting, seperti dinding sel, vakuola, dan apoplast daun (Blinda *et al*, 1997; Küpper *et al*, 1999).

Proses industri seperti peleburan, pemrosesan limbah elektronik, pembakaran batu bara, pembakaran sampah, lalu lintas kendaraan, penggunaan pestisida, dan pemupukan berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi logam berat di lingkungan (Chiaradia dan Cupelin, 2000; Dietrich *et al*, 2017; Li *et al*, 2015; Luo *et al*, 2009; Luo *et al*, 2011; Rodriguez-Iruretagoiena *et al.*, 2015; Sun *et al*, 2010). Dengan pesatnya perkembangan urbanisasi, ladang sayuran sering terletak dekat dengan kawasan industri dan desa, menempatkan sayuran pada resiko tinggi kontaminasi oleh polutan lokal. Paparan logam berat dapat memiliki efek buruk pada manusia (Itoh *et al*, 2014; Zheng *et al*, 2007).

Partikel-partikel logam berat yang dipancarkan oleh sumber-sumber industri dan limbah dapat langsung disimpan di permukaan atas tanah, debu dan daun tanaman (Shi *et al*, 2008; Luo *et al*, 2011). Melalui kendaraan, angin, dan hujan, logam berat di jalan dapat dengan mudah masuk ke sekitar tanah. Debu juga menjadi sumber dari logam berat (Chen *et al*, 2010) dan kemungkinan akan disimpan pada tanaman. Logam berat bisa menumpuk pada sayuran

melalui serapan akar dan daun (Hu *et al*, 2017; McBride, 2013; Uzu *et al*, 2010), hal tersebut dapat menimbulkan risiko pada kesehatan manusia.

METODOLOGI PENELITIAN

Preparasi sampel, uji kadar air dan uji kadar abu dilakukan di Laboratorium Penelitian Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. Uji kadar protein dilakukan di Laboratorium Bea Cukai dan uji kadar logam dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Jakarta.

Peralatan yang digunakan adalah alat - alat gelas (Pyrex[®]), cawan uap, kui, oven (Memmert[®] UN55), *bag polyethylene*, desikator, mixer (Philips[®] HR 2115), neraca analitik ketelitian $\pm 0,00001$ gram (Sartorius[®] CPA224S), neraca analitik ketelitian $\pm 0,0001$ gram (Ohaus[®] PA 224 Pioneer Plus), neraca dengan ketelitian $\pm 0,01$ gram (Boeco[®] BWL 61), tanur (Nabertherm[®] LE1/11), microwave (CEM[®] MARS 230/60), tabung *polypropylene*, corong, kertas saring, kertas perkamen, spatel, kjeldahl analyzer (ICEL[®] 0500.M03), lemari asam, dan rak autosampler (CETAC[®] ASX-520). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP – OES) The Thermo Scientific[™] iCAP[™] 7000.

Sampel yang digunakan adalah sayur – sayuran, seperti bayam hijau, bayam merah, sawi, selada, kol dan kangkung. Bahan lain yang dibutuhkan untuk preparasi sampel dan pengujian kadar Tembaga (Cu), yaitu Asam nitrat (HNO₃) p.a. 65% (Merck[®]), Hidrogen peroksida (H₂O₂) p.a. 35% (Merck[®]), Aquadest, larutan standar ICP Tembaga (Cu) (Merck[®]). Sedangkan bahan lain yang dibutuhkan dalam penentuan kadar protein, yaitu serbuk Kalium sulfat (K₂SO₄) p.a. (Merck[®]), serbuk Tembaga (ii) sulfat (CuSO₄) p.a. (Merck[®]), larutan Natrium hidroksida (NaOH) p.a. (Merck[®]), larutan Asam borat (H₃BO₃) p.a. (Merck[®]), larutan Asam sulfat (H₂SO₄) p.a. (Merck[®]), Asam klorida (HCl) p.a. (Merck[®]), Indikator BCG – MR (Merck[®]), Es batu, Batu didih.

Preparasi Sampel

Sayuran kangkung, bayam merah, bayam hijau, kol, selada dan sawi dibeli di Pasar Tradisional Sunter. Cuci sayur dengan menggunakan air keran dan air deionisasi sebanyak 2 kali. Letakan di kertas saring dan dimasukkan kedalam desikator. Pisahkan antara daun dan batang kemudian ditimbang. Masukkan kedalam oven dan panaskan pada suhu 70°C selama 1 hari. Lakukan penimbangan dan gerus atau blender sampai menjadi serbuk. Simpan dalam plastik polietilen.

Penentuan Kadar Air

Cara kerja metode ini, yaitu cawan kosong dipanaskan dalam oven pada temperatur 105°C selama 30 menit, didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang (W₀). Kemudian sebanyak 5 gram sampel segar sayuran dimasukkan pada cawan yang telah diketahui bobotnya, ditimbang (W₁), lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, didinginkan dalam desikator selama 15 menit, kemudian cawan dan isinya ditimbang dan dikeringkan kembali selama 1 jam, serta didinginkan didalam desikator, ditimbang kembali (W₂).

Penentuan Kadar Abu

Cara kerja metode ini, yaitu cawan dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Kemudian dinginkan cawan selama 15 menit dalam desikator, lalu timbang beratnya (W_0). Masukkan sampel sebanyak 1 gram ke dalam cawan dan timbang beratnya (W_1). Kemudian masukan sampel ke dalam tanur yang suhunya 600°C selama 3 jam, dinginkan di luar tanur sampai suhu $\pm 120^\circ\text{C}$, lalu masukan ke dalam desikator. Cawan dan abu ditimbang sehingga didapat berat konstan (W_2).

Analisis Kadar Protein

Cara kerja metode ini yaitu melakukan penimbangan sampel yang telah dihaluskan sebanyak 1 g dan memasukan sampel ke dalam labu Kjeldahl. Selanjutnya menimbang 7 g K_2SO_4 dan 0,8 g CuSO_4 , tambahkan 7 g K_2SO_4 dan 0,8 g CuSO_4 ke dalam labu Kjeldahl yang berisi sampel. Kemudian melakukan penambahan larutan H_2SO_4 sebanyak 12 ml yang dilakukan di dalam lemari asam. Kemudian melakukan proses destruksi di dalam lemari asam dengan memanaskan sampel yang ada pada labu kjeldahl menggunakan kompor listrik hingga berwarna hijau tosca. Selanjutnya Labu Kjeldahl didinginkan dengan cara didiamkan selama 20 menit. Lanjutkan penambahan 25 ml akuades ke dalam labu Kjeldahl yang berisi sampel serta penambahan 50 ml NaOH 40% dan beberapa butir batu didih ke dalam labu Kjeldahl yang berisi sampel. Kemudian lakukan penambahan 30 ml H_3BO_3 ke dalam erlenmeyer dengan ditambahkan indikator BCG-MR sebanyak 3 tetes untuk menangkap destilat dari hasil destilasi. Rangkaian alat destilasi, selanjutnya destilat yang diperoleh dari hasil destilasi dititrasi dengan menggunakan larutan standar NaOH 0,1 N hingga warna larutan berubah menjadi merah muda seulas. Kemudian melakukan prosedur yang sama terhadap blanko untuk menghitung %N (larutan blanko adalah sampel yang diganti dengan akuades).

Analisis Kadar Tembaga

Sampel sayuran ditimbang sebanyak 5 gram dalam tabung *polypropylen*, kemudian didigesti dengan campuran asam 10 mL (HNO_3 (65%) dan H_2O_2 (35%)) dalam rasio (4 : 1) di dalam microwave pada suhu 190°C selama 3 jam. Setelah itu, saring larutan sampel di dalam labu ukur 25 ml dan encerkan dengan aquades sampai batas kalibrasi. Sampel yang telah di preparasi dan larutan standar Cu selanjutnya di analisa dengan alat ICP - OES pada panjang gelombang 324,754 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data tabel 1 diketahui bahwa kandungan kadar air pada sayuran tergolong tinggi. Dari hasil pengujian didapatkan rata - rata sampel sayuran mengandung 92,16 % air. Semakin banyak kandungan air terhadap suatu bahan pangan maka akan meningkatkan kemungkinan kontaminasi logam berat seperti tembaga. Dari hasil pengujian terlihat bahwa batang bayam hijau memiliki kadar air paling besar yaitu sebesar 95,35 % sedangkan pada daun bayam hijau sebesar 88,91 %. Selanjutnya pada sayur bayam merah didapatkan kadar air sebesar 93,15 % pada batang dan 86,85 % pada daun. Kemudian pada sayur kangkung

didapatkan kadar air sebesar 94,29 % pada batang dan 91,03 % pada daun. Selanjutnya pada sayuran selada, kol dan sawi didapatkan kadar air berturut-turut sebesar 95,27 %, 91,98 % dan 92,62 %. Berdasarkan data tersebut jika dibandingkan dengan hasil penelitian lain maka dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapat telah sesuai dengan standar yaitu kadar air pada sayuran berkisar antara 90 – 95 % sehingga sampel sayuran layak dijadikan sebagai bahan suplemen makanan.

Tabel 1. Hasil penetapan kadar air

Nama Bahan	Kadar Air (%)
Batang bayam hijau	95,35
Daun bayam hijau	88,91
Batang bayam merah	93,15
Daun bayam merah	86,85
Batang kangkung	94,29
Daun kangkung	91,03
Selada	95,27
Kol	91,98
Sawi	92,62

Tabel 2. Hasil kadar abu

Nama Bahan	Kadar Abu (%)
Batang bayam hijau	20,44
Daun bayam hijau	15,00
Batang bayam merah	19,60
Daun bayam merah	15,90
Batang kangkung	14,89
Daun kangkung	8,87
Selada	9,73
Kol	7,13
Sawi	11,03

Berdasarkan data tabel 2 diketahui bahwa kandungan kadar abu pada sayuran masih tergolong tinggi. Kadar abu pada sayuran menurut Sudarmadji (2010) seharusnya adalah hanya sebesar 1 %. Dari hasil analisa didapatkan kadar abu sebesar 20,44 % pada batang bayam hijau dan 15 % pada daun bayam hijau. Kemudian pada sampel bayam merah didapatkan kadar abu sebesar 19,60 % pada batang dan 15,90 % pada daun. Selanjutnya pada sampel kangkung didapatkan kadar abu sebesar 14,89 % pada batang dan 8,87 % pada daun. Kemudian pada sampel selada, kol dan sawi didapatkan kadar abu berturut-turut sebesar 9,73 %, 7,13 % dan 11,03 %. Jika dibandingkan dengan data penelitian lain rata-rata kadar abu yang didapat pada sampel sayuran adalah kurang dari 1%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan

sampel sayur masih mengandung bahan pengotor seperti silika yang menyebabkan hasil analisis kadar abu menjadi tidak murni. Kadar abu tersebut juga dapat menunjukkan total mineral dalam suatu bahan pangan, sehingga semakin besar kadar abu maka kemungkinan kandungan mineralnya juga tinggi.

Berdasarkan data tabel 3 dapat dilihat bahwa kadar protein terbesar ada pada sampel sayur sawi yaitu sebesar 42,68 %. Sedangkan kandungan protein terkecil ada pada sayur daun bayam merah yaitu sebesar 0,5 %. Pada sampel bayam hijau didapatkan kadar protein sebesar 21,18 % pada batang dan 1,06 % pada daun. Kemudian pada batang bayam merah didapatkan kadar protein sebesar 5,43 %. Selanjutnya pada sampel kangkung didapatkan kadar protein sebesar 0,75 % pada batang dan 20,06 % pada daun. Kemudian kadar protein sampel kol dan selada berturut-turut adalah 11,56 % dan 28,37 %. Jumlah kandungan protein pada sayuran umumnya memang tidak sama. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu seperti waktu panen, lama penyimpanan, penggunaan pestisida serta kondisi tanah pada penanaman sayur tersebut. Sayur yang baru dipanen dengan sayur yang sudah lama dipanen akan memiliki kandungan protein yang berbeda. Demikian juga dengan lokasi tanah yang sudah melakukan panen berulang – ulang akan mempengaruhi kandungan proteinnya.

Tabel 3. Hasil kadar protein

Nama Bahan	Protein Kasar (%)
Batang Bayam Hijau	21,18
Daun Bayam Hijau	1,06
Batang Bayam Merah	5,43
Daun Bayam Merah	0,5
Batang Kangkung	0,75
Daun Kangkung	20,06
Kol	11,56
Selada	28,37
Sawi	42,68

Jika dilihat dari hasil analisa pada Tabel 4, terlihat bahwa kangkung memiliki nilai cemaran tembaga lebih besar dari cemaran pada sayuran yang lain yaitu pada daun kangkung sebesar 0,52 µg/g dan pada batang kangkung sebesar 0,45 µg/g. Hal ini dapat disebabkan karena daun memiliki klorofil dimana daun akan lebih mudah tercemar dibandingkan dengan batang. Sedangkan pada sayur selada didapatkan cemaran tembaga sebesar 0,22 µg/g, sawi sebesar 0,25 µg/g, daun bayam hijau sebesar 0,22 µg/g, batang bayam hijau sebesar 0,16 µg/g, daun bayam merah sebesar 0,1 µg/g, batang bayam merah sebesar 0,09 µg/g, dan kol sebesar 3,30 µg/g.

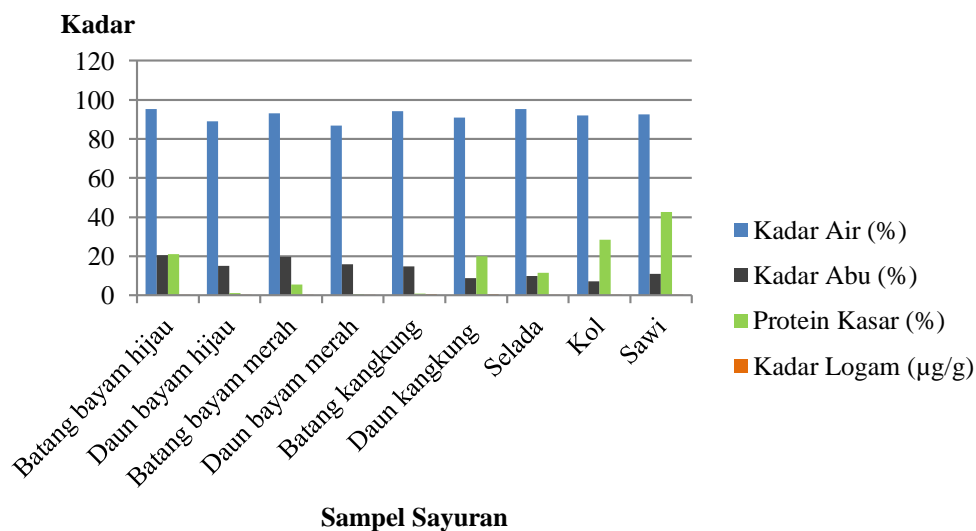
Tabel 4. Hasil kadar tembaga (Cu)

Sampel	Pelaporan Hasil (ppm)
Batang Bayam Hijau	0,16
Daun Bayam Hijau	0,22
Batang Bayam Merah	0,09

Daun Bayam Merah	0,1
Batang Kangkung	0,45
Daun Kangkung	0,52
Sawi	0,25
Kol	0,18
Selada	0,22

Jika dibandingkan dengan batas maksimal cemaran tembaga pada sayur yang ditetapkan oleh BPOM maka sayuran-sayuran tersebut dinyatakan aman karena tidak melebihi batas maksimal cemaran tembaga yaitu 5,0 µg/g. Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) maka batas maksimum konsumsi tembaga yang diperbolehkan per hari adalah 0,5 mg/kg berat badan sehingga jika dibandingkan dengan hasil analisis pada penelitian ini maka cemaran tembaga pada sampel sayuran tersebut dapat dikategorikan aman untuk dikonsumsi sehingga seluruh sampel sayuran layak untuk dijadikan bahan suplemen makanan.

Pada sayuran bayam terlihat bahwa bayam hijau mengandung cemaran tembaga yang lebih besar daripada bayam merah. Hal ini disebabkan karena bayam hijau memiliki klorofil yang lebih besar dibandingkan dengan bayam merah sehingga bayam hijau lebih besar kemungkinan terkontaminasi cemaran tembaga. Faktor-faktor penyebab sayuran tersebut bisa tercemar tembaga dapat disebabkan oleh lokasi penanaman sayur yang kurang baik, polusi kendaraan, hasil buangan industri ke lingkungan serta penggunaan pupuk berlebih dapat meningkatkan kontaminasi tembaga pada sayuran. Selain itu juga proses distribusi sayur dari kebun menuju pasar yang kurang tertutup juga dapat meningkatkan kontaminasi tembaga serta logam-logam lainnya.



Gambar 1. Perbandingan kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar tembaga

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan kadar antara masing-masing sampel sayuran. Jika dilihat hubungan antara kadar air, kadar abu, kadar protein dan

kadar tembaga maka tiap sampel sayuran tidak memiliki hubungan yang sama. Pada sampel batang kangkung memiliki kadar air yaitu 94,29 %, kadar abu sebesar 14,89 %, kadar protein sebesar 0,75 dan kadar tembaga sebesar 0,45 $\mu\text{g/g}$. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar air maka semakin besar pula kadar abu yang didapat, dengan besarnya kadar abu maka semakin besar pula kadar logam yang terkandung sehingga besarnya kadar logam akan mempengaruhi kandungan protein pada sayuran dan terbukti pada batang kangkung protein yang terkandung hanya sebesar 0,75 % artinya protein pada sampel batang kangkung mengalami denaturasi. Hasil tersebut juga berlaku pada sampel daun kangkung dimana besarnya kadar air akan meningkatkan kadar abu dan kadar tembaga serta sedikitnya kandungan protein. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemungkinan cemaran tembaga terdapat pada air sehingga jumlah kadar air dapat mempengaruhi kontaminasi logam tembaga pada sayuran. Jika dilihat pada sampel batang bayam hijau terlihat bahwa kadar air sebesar 95,35 %, kadar abu 20,44 %, kadar protein 21,18 % dan kadar tembaga sebesar 0,16 $\mu\text{g/g}$. Hasil tersebut juga sesuai dengan hasil sebelumnya dimana pada sampel ini terkandung protein yang lebih besar sehingga mempengaruhi kadar tembaga yang terkandung. Tetapi jika dilihat dari hasil kadar abu membuktikan bahwa semakin besar kadar abu maka belum tentu akan meningkatkan kadar logam karena kemungkinan kadar abu yang besar tersebut diakibatkan oleh kandungan mineral serta masih adanya kandungan pengotor pada sampel seperti silika yang tidak hilang pada proses pengabuan sehingga meningkatkan kadar abu yang dihasilkan. Hasil yang sama juga didapatkan pada sampel kol dimana semakin kecil kadar logam maka kadar protein yang dihasilkan semakin besar. Untuk kadar air tidak selalu kadar yang besar akan mempengaruhi kadar tembaga pada sampel karena belum tentu cemaran tembaga terdapat pada air dan masih ada faktor lain penyebab besarnya kontaminasi tembaga seperti penggunaan pupuk serta kondisi tanah penanaman sampel. Demikian juga pada hasil kadar abu, semakin besar kadar abu maka belum tentu kadar tembaga yang dihasilkan juga besar. Sehingga hubungan yang dapat dikaitkan pada pengujian kali ini berdasarkan hasil yang didapat adalah antara kadar protein dan kadar tembaga karena jumlah kandungan protein akan mempengaruhi jumlah kontaminasi logam tembaga. Tetapi jika dibandingkan dengan sampel daun kangkung maka hubungan antara besarnya kadar protein dan kadar logam tidak dapat disamakan. Karena hasil kadar protein dan kadar tembaga yang didapat pada sampel daun kangkung kurang lebih sama yaitu semakin besar kadar protein semakin besar juga kadar logam yang dihasilkan. Hasil ini tidak sama jika dibandingkan dengan hasil sebelumnya pada batang kangkung dimana besarnya kadar protein akan berbanding terbalik dengan kadar tembaga. Hal yang sama terjadi pada hasil cemaran tembaga pada sampel daun bayam merah dimana kadar protein sama kecilnya dengan cemaran tembaga yang terkandung, berbeda dengan hasil pada batang bayam merah dimana hasil kadar protein berbanding terbalik dengan kadar tembaga. Jika dilihat dari hasil pada sampel sawi maka sampel ini memiliki kadar protein yang paling besar dibandingkan sampel lainnya. Hasil tersebut dapat terjadi kemungkinan karena kesalahan pada proses pengujian protein dimana prosedur kerja yang digunakan adalah titrasi sehingga kemungkinan kesalahan

analisa lebih besar dapat terjadi. Tetapi jika dilihat dari rata-rata keseluruhan sampel maka ada hubungan antara kadar tembaga dan kadar protein dimana besarnya kadar logam akan berbanding terbalik dengan besarnya kadar protein. Namun jika kembali dibandingkan dengan standar cemaran tembaga yang berlaku maka seluruh sampel sayuran masih tergolong aman karena cemaran masih berada dibawah batas maksimal yang diperbolehkan sehingga sampel sayuran layak untuk dijadikan sebagai bahan suplemen makanan.

KESIMPULAN

Sampel sayuran yang di uji dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry* (ICP – OES) positif mengandung cemaran logam berat tembaga (Cu) pada berbagai jenis sayuran. Kandungan logam tembaga tertinggi terdapat pada sampel daun kangkung yaitu 0,52 µg/g dan kandungan logam tembaga terendah terdapat pada sampel batang bayam merah yaitu 0,09 µg/g sehingga memenuhi syarat kadar tembaga dan layak dijadikan bahan suplemen makanan. Kandungan kadar air tertinggi terdapat pada sampel batang bayam hijau yaitu 95,35% dan kadar air terendah terdapat pada sampel daun bayam merah yaitu 86,85% sehingga memenuhi syarat kadar air dan layak dijadikan bahan suplemen makanan. Kandungan kadar abu tertinggi terdapat pada sampel batang bayam hijau yaitu 20,44% dan kadar abu terendah terdapat pada sampel kol yaitu 7,13% sehingga belum memenuhi syarat kadar abu dan tidak layak dijadikan bahan suplemen makanan. Kandungan kadar protein tertinggi terdapat pada sampel sawi yaitu 42,68% dan kadar protein terendah terdapat pada sampel daun bayam merah yaitu 0,5% sehingga masih memenuhi syarat kadar protein dan layak dijadikan bahan suplemen makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Umum.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Ariansyah. Kiki, A. Kiki, Y. Siti, H, R, J. 2012. Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Hg, Cu dan As) Pada Kerupuk Kemplang Desa Tebing Gerinting Utara, Kecamatan Indralaya Selatan, Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Volume I, Nomor 01, November 2012*. Palembang : Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Sriwijaya.
- Bi, C. Zhou, Y. Chen, Z. Jia, J. Bao, X. 2018. Heavy metals and lead isotopes in soils, road dust and leafy vegetables and health risks via vegetable consumption in the industrial areas of Shanghai, China. China: School of Geographic Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.177>
- Blinda, A. Koch, B. Ramanjulu, S. Dietz, K.J. 1997. De novo synthesis and accumulation of apoplastic proteins in leaves of heavy metal-exposed barley seedlings. *Plant Cell and Environment*.
- Boss, C, B. and Freedon, K. J. 1997. *Concepts, Intrumentation, and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emision Spectrometry*. USA: Perkin Elmer.
- Cai, L.M., Xu, Z.C., Bao, P., He, M., Dou, L., Chen, L.G., Zhou, Y.Z., Zhu, Y.G., 2015. Multivariate and geostatistical analyses of the spatial distribution and source of arsenic and heavy metals in the agricultural soils in Shunde, Southeast China. *Journal of Geochemical Exploration* 148, 189–195.

- Chen, X. Xia, X. Zhao, Y. Zhang, P. 2010. Heavy metal concentrations in roadside soils and correlation with urban traffic in Beijing, China. *J. Hazard. Mater.*
- Connel dan Miller. 1995. *Kimia dan Etoksikologi Pencemaran*, diterjemahkan oleh Koestoer, S. Jakarta: Indonesia University Press.
- Dalimartha, S dan Adrian, F. 2011. *Khasiat Buah dan Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Day, R. A. dan A. L. Underwood. 2002. Analisis Kimia Kuantitatif. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dietrich, M. Huling, J. Krekeler, M.P.S. 2017. Metal pollution investigation of Goldman Park, Middletown Ohio: evidence for steel and coal pollution in a high child use setting. *Sci. Total Environ.* <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.246>
- Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan RI 1996. Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengawas Obat dan Makanan No.KH.00.04.3.3.011 tentang Pedoman Penerapan Cara Produksi Makanan Yang Baik (CPMB)
- Erdayanti, P. Hanifah. Abu, T. Anita, S. 2015. Analisis Kandungan Logam Timbal Pada Sayur Kangkung dan Bayam di Jalan Kartama Pekanbaru Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal JOM FMIPA Volume 2 No.1 Februari 2015*. Pekanbaru : Bidang Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Kampus Bina Widya Pekanbaru.
- Fytianos, K. Katsianis, G. Triantafyllou, P. Zachariadis, G. 2001. Accumulation of heavy metals in vegetables grown in an industrial area in relation to soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*.
- Gan, Y. Wang, L. Yang, G. Dai, J. Wang, R. Wang, W. 2017. Multiple factors impact the contents of heavy metals in vegetables in high nature background area of China. China: Environment Research Institute, Shandong University, Jinan, 250100. 10.1016/j.chemosphere.2017.06.072.
- Ghasemidehkordi, B. Malekirad, A, A. Nazem, H. Fazilati, M. Salavati, H. Shariatifar, N. Rezaei, M. Fakhrief, Y. Khaneghah, A, M. 2018. Concentration of lead and mercury in collected vegetables and herbs from Markazi province, Iran: a non-carcinogenic risk assessment. Iran: Department of Biochemistry, Payame Noor University, Isfahan. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.01.048>
- Gusti, S. 2004. *Gambaran Konsumsi Sayuran Pada Penghuni Asrama Mahasiswa Universitas Indonesia Depok Tahun 2004*. Jakarta: Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Hadisoeganda, A. W. W. 1996. *Bayam sayuran penyangga petani di Indonesia*. Bandung: Monografi.
- Haryanto, E. Suhartini, T. dan Rahayu, E. 2001. Sawi dan Selada. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hou, X. and Jones, B. T. 2000. *Inductively Coupled Plasma / Optical Emission Spectrometry. Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Chicester: John Willy & Sons Lpd.

- Hu, W. Huang, B. Tian, K. Holm, P.E. Zhang, Y. 2017. Heavy metals in intensive greenhouse vegetable production systems along Yellow Sea of China: levels, transfer and health risk. *Chemosphere*.
- Li, F, L. Shi, W. Jin, Z, F. Wu, H, M, G. Sheng, D. 2016. Excessive uptake of heavy metals by greenhouse vegetables. College of Environment, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China
- Li, N. Kang, Y. Pan, W. Zeng, L. Zhang, Q. Luo, J. 2015. Concentration and transportation of heavy metals in vegetables and risk assessment of human exposure to bioaccessible heavy metals in soil near a waste-incinerator site, South China. *Sci. Total Environ.* doi: 10.1016/j.gexplo.2016.12.002
- Luo, L. Ma, Y. Zhang, S. Wei, D. Zhu, Y.G. 2009. An inventory of trace element inputs to agricultural soils in China. *J. Environ. Manag.*
- Luo, C. Liu, C. Wang, Y. Liu, X. Li, F. 2011. Heavy metal contamination in soils and vegetables near an e-waste processing site, south China. *J. Hazard. Mater.*
- Marin, Ş. Lăcrimioara, Ş. Cecilia, R. 2011. Evaluation of performance parameters for trace elements analysis in perennial plants using ICP-OES technique. *J. Plant Dev.*
- Nugroho, A. Wahyono, H. Fatimah, S. 2007, Metode Analisis untuk Penentuan Unsur As dan Sb Menggunakan Icp Aes Plasma 40. Yogyakarta: Prosiding PPI-PDIPTN 2007.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Purwandari, A. W. 2006. *Budidaya Tanaman Kangkung*. Jakarta: Ganeca Exact.
- Rodriguez-Iruretagoiena, A. de Vallejuelo, S.F.O. Gredilla, A. Ramos, C.G. Oliveira, M.L.S. 2015. Fate of hazardous elements in agricultural soils surrounding a coal power plant complex from Santa Catarina (Brazil). *Sci. Total Environ.*
- Rosa, D, L. G. Videira, P, J. Torresdey, G, J. 2003. Utilization of ICP/OES for the determination of trace metal binding to different humic fractions. *J. Hazard Mater.*
- Saeumel, I. Kotsyuk, I. Hoelscher, M. Lenkerei, C. Weber, F. Kowarik, I. 2012. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. *Environ. Pollut.* 165, 124–132. doi: 10.1016/j.envpol.2012.02.019.
- Saparinto, C. 2013. *Grow your own vegetables-panduan praktis menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Yogyakarta: Penebar Swadaya.
- Sari, A. D. 2011. *Analisis Kandungan Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Kangkung Air (Ipomoea Aquatica Forssk) Dan Kangkung Darat (Ipomoea Reptans Poir) Di Daerah Jabar-Kim Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Medan : Fakultas Farmasi, Universitas Sumatra Utara.
- Shaheen, N. Irfan, N.M. Khan, I.N. Islam, S. Islam, M.S. Ahmed, M.K. 2016. Presence of heavy metals in fruits and vegetables: Health risk implications in Bangladesh. Bangladesh: Institute of Nutrition and Food Science (INFS), University of Dhaka, Dhaka 1000. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.02.060>

- Shakya, P.R. Khwaounjoo, N.M. 2013. Heavy metal contamination in green leafy vegetables collected from different market sites of Kathmandu and their associated health risks. *Sci. World*.
- Sharma, R.K. Agrawal, M. Marshall, F.M. 2009. Heavy metals in vegetables collected from production and market sites of a tropical urban area of India. *Food and Chemical Toxicology*.
- Shi, G.T. Chen, Z.L. SY, Xu, Zhang, J. Wang, L. 2008. Potentially toxic metal contamination of urban soils and roadside dust in Shanghai, China. *Environ. Pollut.*
- Singh, S. Kumar, M. 2006. Heavy metal load of soil, water and vegetables in peri-urban Delhi. *Environ. Monit. Assess.*
- Skoog, D.A., dan J.J. Leary. 1992. *Principles of Instrumental Analysis*. USA: Saunders College Publishing.
- Sudarmaji, J. Mukono dan Corie I.P. 2006. *Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Surabaya: Kesehatan Lingkungan FKM. Unair.
- Sudarmadji, S. 2010. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty Yogyakarta. Yogyakarta
- Sunarjono, H. 2014. *Bertanam 36 Jenis Sayuran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sun, Y. Zhou, Q. Xie, X. Liu, R. 2010. Spatial, sources and risk assessment of heavy metal contamination of urban soils in typical regions of Shenyang, China. *J. Hazard. Mater.*
- Uzu, G. Sobanska, S. Sarret, G. Muñoz, M. Dumat, C. 2010. Foliar lead uptake by lettuce exposed to atmospheric fallouts. *Environ. Sci. Technol.*
- Widaningrum. Miskiyah. Suismono. 2007. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya*. *Buletin Pasca Panen Pertanian*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Widowati, W. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Yang, L. Huang, B. Hu, W. Chen, Y. Mao, M. Yao, L. 2014. The impact of greenhouse vegetable farming duration and soil types on phytoavailability of heavy metals and their health risk in eastern China. *Chemosphere* 103, 121–130. doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.11.047.
- Zheng, N. Wang, Q. Zheng, D. 2007. Health risk of Hg, Pb, Cd, Zn, and Cu to the inhabitants around Huludao Zinc plant in China via consumption of vegetables. *Sci. Total Environment*.