

Analysis Content Of Cupri (Cd) And Manganese (Cu) In Carrot (*Daucus Carota L.*) With Atomic Absorption Spectrophotometry Methods

Afniati Lanas¹, Amrin², Bahrizal³

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp. 0751 7057420*

¹afniati_lanas@rocketmail.com, ²amrin@fmipa.unp.ac.id, ³bahrizal@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Carrots (*Daucus Carota L.*) is widely grown vegetables. Soil as the growth of vegetables such as carrots can be contaminated media by harmful substances, such as heavy metals. Has done research on the analysis of copper and manganese in the carrots in the area Talago Koto Baru, Tanah Datar and area Bangkaweh, Agam with Atomic Absorption Spectrophotometry method. This study aims to determine the content of copper (Cu) and manganese (Mn) in the carrots and to determine the type of good solvent in the analysis of copper (Cu) and manganese (Mn) in carrot by Atomic Absorption Spectrophotometry method. This study uses a wet destruction method, where the destruction is done with some variation of the solvent variation: pa HClO₄, HNO₃ pa, pa and HNO₃-HClO₄ (4:1). Research results showed that carrot in the area Talago Koto Baru, Tanah Datar and area Bangkaweh, Agam is still below safe limits but should still be on the alert. Best solvent for metal content analysis of Cu and Mn in the sample carrots for area Talago Koto Baru, Tanah Datar and area Bangkaweh, Agam is HNO₃ pa.

Keywords: vegetables, carrots, copper, manganese, AAS

I. PENDAHULUAN

Sayur-sayuran merupakan sumber energi dan gizi yang sangat diperlukan oleh tubuh. Salah satu sayuran yang banyak ditanam dan sangat bermanfaat bagi tubuh adalah wortel. Wortel (*Daucus carota L.*) merupakan sayuran penting dan yang banyak ditanam. Wortel telah menjadi salah satu sayuran utama dan umumnya dikenal karena kandungan alfa- dan beta-karoten akar tunggangnya. Kedua jenis karoten ini penting dalam gizi manusia sebagai sumber vitamin A dan juga kaya akan kandungan vitamin B dan vitamin C. Selain itu fungsi wortel (*Daucus carota L.*) dalam tubuh adalah dapat membersihkan darah, menguatkan gigi dan lain sebagainya.^[1]

Tanah merupakan media pertumbuhan tanaman yang digunakan hingga saat ini. Dalam tanah terdapat unsur-unsur esensial yang bermanfaat bagi tanaman tetapi tanah juga dapat menjadi media yang terkontaminasi oleh zat-zat berbahaya, seperti logam berat. Secara alami tanah mengandung berbagai unsur logam berat yang berasal dari pelapukan batu-batuan dan keberadaan unsur ini juga akan besar pengaruhnya terhadap sifat fisik dan kimia tanah. Logam-logam berat yang jumlahnya berlebih (sifat akumulatif) yang terdapat dalam tanah ini selanjutnya akan mencemari semua tanaman yang tumbuh di atas tanah yang telah tercemar yang akan mengakumulasi logam-logam pada semua bagian akar,

batang, daun dan buah pada tanaman tersebut. Disamping itu tekstur masing-masing tanah di daerah yang berbeda sangat mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah. Kandungan logam berat dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya.^[2]

Tanah yang ideal untuk produksi wortel adalah tanah liat berpasir atau gambut yang dalam, remah, subur dan berdranase baik. Wortel khususnya kultivatur berakar panjang, terpengaruh buruk oleh sifat tanah dangkal dan padat. Umbinya menjadi sangat pendek akibat tanah yang padat dan akan mempengaruhi bentuk dari wortel itu sendiri. Maka untuk meningkatkan hasil pertanian penggunaan pupuk sangat diperlukan oleh petani. Pemupukan biasanya dilakukan dengan dosis 75-150 kg/ha N, 50-100 kg/ha P, dan 50-200 kg/ha K, dan wortel biasanya menyerap unsur K dalam jumlah banyak. Sebagian besar rekomendasi menganjurkan untuk menghindari kelebihan nitrogen karena cenderung lebih merangsang pertumbuhan daun dibandingkan pembesaran umbi.^[3] Namun pemakaian pupuk dan peptisida yang berlebihan akan mengganggu stuktur dan mencemari tanah pertanian.

Adanya logam berat dalam tanah pertanian dapat menurunkan produktivitas pertanian dan kualitas hasil pertanian selain dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi pangan yang dihasilkan dari tanah yang tercemar logam berat tersebut.^[4] Tanaman sayuran yang tumbuh di media terkontaminasi logam berat dapat mengakumulasi logam dengan konsentrasi tinggi sehingga menyebabkan risiko kesehatan yang serius kepada konsumen.^[5]

Corresponding Author :

Amrin, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Padang State University, Padang, West Sumatera, Indonesia.



amrin@fmipa.unp.ac.id

Logam berat dalam kadar rendah umumnya sudah beracun bagi tumbuhan, hewan dan manusia. Bahan-bahan agrokimia seperti peptisida dan pupuk kimia mengandung logam berat terutama Cu dan Mn. Cemaran tembaga (Cu) terdapat dalam sayuran dan buah-buahan yang disemprot dengan peptisida secara berlebihan. Akibatnya, logam berat ini baik secara langsung maupun tidak langsung dapat masuk ketubuh manusia. Munculnya beberapa kasus keracunan makanan dan penyakit disebabkan mengkonsumsi sayuran segar maupun olahan yang mengindikasikan adanya kontaminan (peptisida, mikroba dan logam-logam berat) dalam sayuran tersebut.^[2]

Tembaga (Cu) bersifat racun terhadap semua tumbuhan termasuk sayuran pada konsentrasi larutan di atas 0,1 ppm. Konsentrasi yang aman bagi air minum manusia tidak lebih dari 1 ppm. Bersifat racun bagi domba pada konsentrasi di atas 20 ppm. Konsentrasi normal komponen ini di tanah berkisar 20 ppm dengan tingkat mobilitas sangat lambat karena ikatan yang sangat kuat dengan material organik dan mineral tanah liat.^[6]

Tembaga salah satu mikronutrien penting bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini terlibat dalam berbagai fisiologis berfungsi sebagai komponen dari beberapa enzim, terutama yang berpartisipasi dalam aliran elektron, mengkatalisis reaksi redoks di mitokondria dan kloroplas.^[7] Disamping itu, logam Cu juga merupakan logam esensial karena logam Cu juga dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Namun dalam jumlah banyak logam Cu bersifat toksisitas dan lama kelamaan akan terakumulasi dalam tubuh yang menyebabkan gangguan kesehatan. Kelebihan Cu dapat menyebabkan klorosis, penghambatan pertumbuhan akar dan kerusakan permeabilitas membran plasma, menyebabkan kebocoran ion.^[8] Pada keracunan yang kronis, ion logam Cu tertimbun dalam hati dan menyebabkan hemolisis, nefrosis, kejang dan akhirnya mengalami kematian. Selain itu serapan Cu yang tinggi dalam buah dan sayuran dapat menyebabkan retardasi pertumbuhan, penyakit kulit serta gangguan pencernaan^[9] dan juga dapat menyebabkan hipertensi, demam tinggi, uremias, dan koma.^[10]

Cemaran logam tembaga pada bahan pangan pada awalnya terjadi karena penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan. Meskipun demikian, pengaruh proses pengolahan akan dapat mempengaruhi status keberadaan tembaga tersebut dalam bahan pangan.^[11]

Mangan merupakan logam dengan toksisitas rendah namun jika terakumulasi terus menerus dapat menyebabkan berbagai penyakit. Apabila mangan itu diserap tubuh terlalu banyak akan merusak hati, membuat iritasi, karsinogen atau menyebabkan kanker, menurunnya daya tahan tubuh, ketebelakangan mental, dan seringkali munculnya penyakit-penyakit baru, baik penyakit yang berupa metabolisme akut akibat pencemaran (udara, air, tanah dan bahan-bahan hayati yang dikonsumsi) serta penyakit menular kelamin.^[12]

Efek mangan terjadi terutama di saluran pernapasan dan di otak. Gejala keracunan mangan adalah halusinasi, pelupa dan kerusakan saraf. Orang yang keracunan mangan untuk jangka waktu lama mereka menjadi impoten. Suatu sindrom yang

disebabkan oleh mangan, memiliki gejala seperti, kebosohan, lemah otot, sakit kepala dan insomnia.

Pengambilan mangan oleh manusia terutama terjadi melalui makanan, seperti bayam, wortel, teh dan rempah-rempah. Bahan makanan yang mengandung konsentrasi mangan tertinggi adalah biji-bijian dan beras, kacang kedelai, telur, kacang-kacangan, minyak zaitun, kacang hijau dan tiram. Setelah penyerapan dalam tubuh manusia mangan akan diangkut melalui darah ke hati, ginjal, pankreas dan kelenjar endokrin. Kebutuhan mangan dalam tubuh orang dewasa dibutuhkan 2,0-5,0 mg perhari.^{[13][14]}

Destruksi adalah merubah struktur dari sampel menjadi suatu larutan yang dapat diukur. Metode ini sangat penting dalam analisis logam secara kimia yaitu untuk menghilangkan matrik pengganggu sehingga diperoleh hasil destruksi yang siap diukur. Metode ini seakan sangat sederhana, namun apabila kurang sempurna dalam melakukan destruksi hasil analisis yang diharapkan tidak akurat.^[15] Pada dasarnya ada dua jenis destruksi yang dikenal dalam ilmu kimia yaitu destruksi basah dan destruksi kering. Kedua destruksi ini memiliki teknik pengerjaan dan lama pemanasan atau pendestruksian yang berbeda.

Destruksi basah yaitu perombakan sampel dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran. Asam-asam kuat yang digunakan pada metode ini seperti HNO₃, H₂SO₄, dan HCl.^[16] Kesempurnaan destruksi ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan destruksi, yang menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan baik. Senyawa-senyawa garam yang terbentuk setelah destruksi merupakan senyawa garam yang stabil dan disimpan selama beberapa hari. Pada umumnya pelaksanaan kerja destruksi basah dilakukan secara metode Kjeldhal.^[17]

Destruksi kering adalah suatu metoda yang dilakukan dengan cara pembakaran dalam furnace pada suhu tinggi yang berkisar antara 400–800°C. Destruksi kering ini tidak membutuhkan pelarut, dan tidak dapat digunakan untuk penentuan logam-logam yang mudah menguap. Destruksi ini merupakan metode yang mudah untuk menghilangkan materi organik yang dapat digunakan untuk sampel yang relatif besar dan memerlukan waktu analisis yang sedikit.

Spektrofotometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektrofotometri ialah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), yaitu metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas.^[18] Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan alat yang canggih dalam analisisnya, ketelitian sampai tingkat runtu, tidak memerlukan pemisahan terlebih dahulu. Metode SSA memiliki kepekaan yang tinggi untuk analisis logam, baik untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif dimana kadar logam kurang dari 1 ppm masih dapat ditentukan. Keutamaan lain dari metode

SSA adalah preparasi sampel yang mudah dan tiap unsur memiliki limit deteksi tertentu.^[19]

Pada penelitian ini dilakukan analisis kandungan tembaga dan mangan di dua daerah pertanian yang berbeda yaitu daerah Talago Koto Baru Kabupaten Tanah Datar dan daerah Bangkweh Kabupaten Agam. Metode yang digunakan adalah metode spektrofotometer serapan atom.

II. METODOLOGI

A. Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *hot plat*, peralatan gelas, labu kjedahl, labu ukur, pipet tetes, pipet gondok, pipet ukur, bola hisap, timbangan analitik, mantel pemanas, labu semprot, peralatan Spektrofotometer Serapan Atom dengan Nyala.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah wortel, HNO₃ 65% Merck, HClO₄ 75% Merck, campuran HNO₃-HClO₄ *p.a* dengan perbandingan 4:1, aquades.

B. Persiapan sampel

Sampel diperoleh dari daerah Talago Koto Baru Kabupaten Tanah Datar dan Bangkawehe Kabupaten Agam. Wortel dicuci dengan air, dikeringkan dengan oven, diiris halus. Kemudian ditimbang 1 gram

C. Penentuan konsentrasi Cu dan Mn dengan variasi pelarut

Penentuan konsentrasi Cu dan Mn di daerah Talago Koto Baru dan Bangkawehe berdasarkan pada variasi pelarut. Dimana sampel ditimbang sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam 3 buah labu kjedahl 100 ml lalu tambahkan 25 ml HClO₄ *p.a* pada labu pertama, 25 ml HNO₃ *p.a* pada labu kedua dan 25 ml campuran HNO₃. HClO₄ *p.a* pada labu ketiga.

Larutan dididihkan di atas mantel pemanas sampai terbentuk larutan jernih. Kemudian larutan didinginkan selama ± 10 menit. Larutan disaring, kemudian dimasukkan dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas. Larutan ini diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom dengan panjang gelombang untuk tembaga 324,8 nm dan mangan 279,5 nm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, mulai Bulan Februari sampai April 2013 dan menggunakan instrument Spektrofotometer Serapan Atom di Laboratorium Penelitian Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

A. Kandungan Cu dalam Wortel dengan Variasi Pelarut

Pada variasi pelarut, jenis pelarut yang dipakai untuk analisis logam Cu di daerah Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar dan Bangawehe Kabupaten Agam pada penelitian ini diantaranya HClO₄ *p.a*, HNO₃ *p.a* serta campuran HNO₃-

HClO₄ *p.a* dengan menggunakan volume 25 mL. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel berikut.

TABEL 1
KONSENTRASI CU DALAM WORTEL DENGAN VARIASI PELARUT
DI DAERAH TALAGO KOTO BARU (MG/L)

Jenis Pelarut	Absorbansi			Rata-rata	[Cu]	10 ⁻³ %
	1	2	3			
HClO ₄ <i>p.a</i>	0.0082	0.0083	0.0083	0.0083	0.068	33
HNO₃ <i>p.a</i>	0.0610	0.0599	0.0599	0.0603	0.471	2.3
HNO ₃ - HClO ₄ <i>p.a</i>	0.0270	0.0265	0.0269	0.0268	0.212	1.05

TABEL 2
KONSENTRASI CU DALAM WORTEL DENGAN VARIASI PELARUT
DI DAERAH BANGKAWEH (MG/L)

Jenis Pelarut	Absorbansi			Rata-rata	[Cu]	10 ⁻³ %
	1	2	3			
HClO ₄ <i>p.a</i>	0.0091	0.0093	0.0091	0.0092	0.075	37
HNO₃ <i>p.a</i>	0.0628	0.0637	0.0637	0.0634	0.495	2.46
HNO ₃ - HClO ₄ <i>p.a</i>	0.0299	0.0299	0.0297	0.0297	0.234	1.16

Berdasarkan data Tabel di atas dapat dilihat bahwasanya konsentrasi Cu yang tertinggi untuk kedua daerah diperoleh dengan cara mendestruksi wortel dengan menggunakan pelarut HNO₃ *p.a*. Hal ini dikarenakan HNO₃ *p.a* merupakan zat pengoksidasi yang kuat untuk logam tersebut, sehingga senyawa logam yang ada dalam sayuran tersebut dapat larut dengan sempurna. Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa HNO₃ merupakan pelarut yang baik untuk melarutkan tembaga.^[11] Ini juga ditandai dengan cepatnya proses destruksi dengan pelarut HNO₃ *p.a* dibandingkan dengan HClO₄ *p.a* dan campuran HNO₃-HClO₄ *p.a* serta terbentuknya uap berwarna coklat yang menandakan tembaga telah terdestruksi sempurna dalam pelarut HNO₃ *p.a* ini. Adapun dengan campuran pelarut HNO₃-HClO₄ *p.a* sampel juga dapat larut sempurna namun waktu destruksinya lebih lama dibanding HNO₃ *p.a* saja, sedangkan destruksi sampel dengan pelarut HClO₄ *p.a* waktu destruksinya sangat lama dan hasil destruksi kurang jernih.

Kandungan logam Cu yang didapat di dua daerah ini berbeda. Ini sesuai dengan yang dinyatakan Darmono^[2] bahwa

tekstur masing-masing tanah di daerah yang berbeda sangat mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah sehingga kandungan logam berat dalam tanah pertanian sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya.

Konsentrasi Cu pada sampel ini didapat dengan menggunakan teknik kurva kalibrasi yang mana dari sampel didapat data absorbansi, sehingga diperoleh konsentrasi Cu dalam sampel.

Menurut SK Dirjen POM No. 03725/B/SK/VII/1989 kisaran batas maksimum logam dalam pangan untuk tembaga adalah 0,1-150,0 $\mu\text{g/g}$ dan menurut Dirjen POM RI batas maksimum cemaran logam berat tembaga dalam sayuran segar yaitu 50 ppm. Kadar logam Cu pada wortel di dua daerah ini memenuhi batas persyaratan. Namun tetap harus diwaspadai karena tembaga bersifat racun terhadap semua tumbuhan termasuk sayuran pada konsentrasi larutan di atas 0.1 ppm.^[6]

B. Kandungan Mn dalam Wortel dengan Variasi Pelarut

Kandungan Mn dalam sampel Wortel dari daerah Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar dan Bangkawah Kabupaten Agam dilakukan dengan cara mendestruksi sampel dengan menggunakan berbagai jenis pelarut diantaranya HClO_4 p.a, HNO_3 p.a serta campuran HNO_3 - HClO_4 p.a dengan menggunakan volume 25 mL. Hasil Analisis dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

TABEL 3
KONSENTRASI MN DALAM WORTEL DENGAN VARIASI PELARUT DI DAERAH TALAGO KOTO BARU (MG/L)

Jenis Pelarut	Absorbansi			Rata-rata	[Mn]	10^{-3} %
	1	2	3			
HClO_4 p.a	0.0489	0.0424	0.0481	0.0465	0.241	1.20
HNO_3 p.a	0.0682	0.0626	0.0662	0.0657	0.339	1.69
HNO_3 - HClO_4 p.a	0.0488	0.0490	0.0500	0.0493	0.255	1.27

TABEL 4
KONSENTRASI MN DALAM WORTEL DENGAN VARIASI PELARUT DI DAERAH BANGKAWEH (MG/L)

Jenis Pelarut	Absorbansi			Rata-rata	[Mn]	10^{-3} %
	1	2	3			
HClO_4 p.a	0.0187	0.0260	0.0278	0.0242	0.126	627
HNO_3 p.a	0.0463	0.0356	0.0372	0.0379	0.206	1.02
HNO_3 - HClO_4 p.a	0.0352	0.0360	0.0403	0.0371	0.193	961

Berdasarkan data Tabel di atas dapat dilihat bahwasanya konsentras Mn yang tertinggi untuk kedua daerah juga diperoleh dengan cara destruksi dengan menggunakan pelarut HNO_3 p.a. Hal ini menunjukkan bahwa Mn larut baik dalam HNO_3 p.a. Ini ditandai dengan cepatnya diperoleh kesempurnaan destruksi yang ditandai larutan jernih pada sampel didestruksi dengan HNO_3 p.a dan juga disebabkan

karena HNO_3 p.a adalah pengoksidasi yang sangat kuat dan dapat beraksi baik dengan logam Mn. Adapun dengan campuran HNO_3 - HClO_4 p.a sampel juga dapat larut akan tetapi waktu destruksinya lebih lambat daripada destruksi dengan HNO_3 p.a namun lebih cepat serta lebih jernih daripada destruksi dengan HClO_4 p.a. Destruksi sampel dengan pelarut HClO_4 p.a waktu destruksinya sangat lama dan hasil destruksi kurang jernih. Ini menandakan bahwa asam perklorat kurang baik untuk mendestruksi Mn dalam sampel sayuran. Sesuai dengan yang dinyatakan Sumardi^[20] bahwa asam perklorat p.a digunakan untuk bahan yang sulit mengalami oksidasi karena perklorat p.a merupakan oksidator yang sangat kuat. Sementara sayuran dan buah-buahan adalah bahan organik yang mudah mengalami oksidasi. Pemilihan jenis asam untuk mendestruksi suatu bahan akan mempengaruhi hasil analisis.

Berdasarkan data Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwasanya konsentras Mn yang tertinggi terdapat di daerah Talago Koto Baru. Ini menandakan bahwasanya lahan pertanian di daerah Talago Koto Baru lebih banyak mengandung logam Mn dibandingkan dengan daerah Bangkawah yang ditandai dengan banyaknya logam Mn yang terserap oleh wortel dari dalam tanah di daerah Talago Koto Baru.

Adapun penyebab adanya cemaran logam Mn pada bahan pangan dan sayuran disamping tekstur masing-masing tanah di daerah yang berbeda sangat mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah juga dapat berasal dari pupuk dan peptisida yang digunakan oleh petani untuk menyuburkan tanaman dan memberantas hama pada tanaman. Ini menyebabkan sayuran yang disemprot oleh pupuk dan peptisida mengandung logam Mn. Pemakaian pupuk dan peptisida yang mengandung Mn secara berkala dan terus menerus dapat meningkatkan kandungan logam ini dalam tanah pertanian dan selanjutnya akan terserap ke dalam tanaman melalui akar dan umbi dari tanaman wortel.

Menurut surat keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor KEP 03/MENKLH/11/1991, tanggal 1 Februari 1991 menyatakan bahwa kandungan mangan dalam baku mutu air limbah yaitu sebesar 0.5 mg/L.^[21] Kisaran yang direkomendasikan dalam buah-buahan dan sayuran adalah 0,42-6,64 ppm.^[22] Maka kadar logam Mn dalam wortel di dua daerah ini masih dalam batas aman untuk dikonsumsi namun tetap harus diwaspadai jika kadarnya telah melebihi batas aman karena kelebihan mangan mampu menimbulkan keracunan kronis.

IV. KESIMPULAN

1. Kadar logam Cu dalam sampel wortel untuk daerah Bangkawah Kabupaten Agam dan daerah Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar konsentrasi masing-masingnya yaitu 0.471 mg/L dan 0.495 mg/L. Nilai ini masih di bawah ambang batas.
2. Kadar logam Mn dalam sampel wortel untuk daerah Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar dan daerah Bangkawah Kabupaten Agam konsentrasi masing-masingnya yaitu

0.339 mg/L dan 0.206 mg/L. Nilai ini masih di bawah ambang batas.

3. Pelarut terbaik untuk analisis kandungan logam Cu dan Mn dalam sampel wortel untuk daerah Talago Koto Baru, Kabupaten Tanah Datar dan daerah Bangkaweh Kabupaten Agam adalah HNO_3 p.a

Biologis. Proseding Seminar Nasional Metode Analisis. Lembaga Kimia Nasional. Jakarta : LIPI.

- [21] Fardiaz, S.1992. *Polusi Air dan Udara*. Jakarta : Konisius
 [22] NRC, 1989. *Recommended dietary allowances*, 10th Edn., Washington, DC., National Research Council, pp: 231-235.

REFERENSI

- [1] E. Rubatzky, Vincent and Mas Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- [2] Darmono, 1995. *Logam Berat dalam Sistem Biologi*. UI Press. Jakarta.
- [3] E. Rubatzky, Vincent and Mas Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- [4] Subowo, Mulyadi, S. Widodo dan Asep Nugraha.1999. *Status dan Penyebaran Pb, Cd, dan Pestisida pada Lahan Sawah Intensifikasi di Pinggir Jalan Raya*. Prosiding. Bidang Kimia dan Bioteknologi Tanah, Puslittanak, Bogor.
- [5] Long, X.X. X.E. Yang, W.Z.Ni, Z.Q. Ye, Z. L. He, D.V. Calvert and J.P. Stoffella, 2010. *Assessing zinc thresholds for phytotoxicity and potential dietary toxicity in selected vegetable crops*. Commun Soil Sci. Plant Anal. 34(9-10) : 1421-1434.
- [6] Widaningrum, Miskiyah dan Suismono. 2007. *Bahaya Kontaminan Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahannya*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian Vol. 3 2007
- [7] Harrison, M.D., Jones, C.E. and Dameron, C.T. (1999) *Copper Chaperones: Function Structure and Copper-Binding Properties.*, *JBIC.*, 4: 145– 153.
- [8] Bouazizi, H., Jouili, H., Geitmann, A. and Ferjani, E.E.I. (2010) *Copper toxicity in expanding leaves of Phaseolus vulgaris L.: antioxidant enzyme response and nutrient element uptake*. *Ecotox. Environ. Saf.*, 73: 1304–1308.
- [9] Ismail, F *et al.*, 2011. *Trace Metal Contents of Vegetables and Fruits of Hyderabad Retail Market*. Pakistan Journal of Nutrition 10 (4): 368-372, ISSN 1680-5194.
- [10] Kumar, nirmal *et al.*, 2007. *Characterization of Heavy Metals in Vegetables Using Inductive Coupled Plasma Analyzer (ICPA)*. J. Appl. Sci. Environ. Manage. Vol. 11(3) 75 – 79.
- [11] Charlena. 2004. *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-Sayuran*. Filsafat Sains. Program Pascasarjana S3 IPB. <http://www.rudvct.com/PPS702ipb/09145/charlena.pdf>
- [12] Stephanie, Strachan. 2009. *Points of view: Nutrition. Trace Elements Currents Anaesthesia and Critical Care*, 21 : 44-48
- [13] Belitz, Grosch and Schieberle, 2007. *Food Chemistry 3rd edition Springer-Verlage*, Berlin Heidelberg, p: 793.
- [14] Namlk Aras and O. Yavuz Ataman, 2006. *Trace Element Analysis Of Food And Diet*. RSC publication, pp: 344-344.
- [15] O, Mulyani. 2007. *Studi Perbandingan Cara Destruksi Basah pada Beberapa Sampel Tanah Asal Aliran Sungai Citarum dengan Metode Konvensional dan Bom Teflon*. Master Theses. JBPTITBPP
- [16] F.S. Cultery. 1997. *Sediment on Heavy Metal Uptake by Plychaeta Arenicola Marina*. University of Abardeen.
- [17] Raimon., 1993, *Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Kering secara Spektrofotometri Serapan Atom*, Santika : Yogyakarta.
- [18] Skoog, Douglas A. 1982. *Principle of Instrumental Analysis*. Saunders: Philadelphia.
- [19] Pecsok, R.L, and Shields, L.D. 1968. *Modern Methods of Chemical Analys*, John Willey & Sons Inc. America.
- [20] Sumardi. 1981. *Metode Destruksi Contoh Secara Kering Dalam Analisis Unsur-Unsur Fe-Cu-Mn dan Zn dalam Contoh-Contoh*