ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DALAM SAYURAN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM

SKRIPSI

Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia
Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Oleh:

PUTRI HIDAYATI

17521/2010

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2014

PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DALAM SAYURAN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM

Nama	: Putri Hidayati
Nim	: 17521
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 27 Januari 2014

Disetujui Oleh

PEMBIMBING I	PEMBIMBING II
Drs. Amrin, M.Si	Edi Nasra, S.Si, M.Si
NIP. 19520103 198203 1 001	NIP. 19810622 200312 1 001

PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Program Studi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Judul	:	**Analisis Kandungan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Sayuran dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom**
Nama	:	Putri Hidayati
Nim	:	17521
Program Studi	:	Kimia
Jurasan	:	Kimia
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 27 Januari 2014

Tim Penguji

	Nama		Tanda Tangan
1.	Ketua	: Drs. Amrin, M.Si	1.
2.	Sekretaris	: Edi Nasra, S.Si, M.Si	2.
3.	Anggota	: Drs. Zul Afkar, M.Si	3.
4.	Anggota	: Hari Sanjaya, S.Si, M.Si	4.

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 27 Januari 2014

Yang menyatakan,

Putri Hidayati

ABSTRAK

Putri Hidayati, 2014: Analisis Kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Sayuran dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom

Sayuran terdiri dari senyawa essensial yang mengandung mineral, vitamin, serat dan karbohidrat. Fe dan Mn termasuk unsur esensial yang dibutuhkan tanaman pada berbagai sistem enzim dalam jumlah yang kecil. Namun, kedua logam ini akan bersifat toksik jika melebihi kadar batas aman yang dipersyaratkan. Kontaminasi Fe dan Mn dalam sayuran disamping kandungan alami dalam tanah juga disebabkan oleh penggunaan pupuk yang berlebihan. Telah dilakukan penelitian tentang analisis kandungan besi dan mangan dalam sayuran wortel, kentang, kubis bunga, sawi dan kol di Kabupaten Agam, Kota Padang Panjang, Kabupaten Solok dan Tanah Datar secara spektrofotometri serapan atom. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam sayuran di Sumatera Barat. Kandungan rata – rata besi dalam sayuran di Sumatera Barat berkisar antara 29.39 mg/kg sampai 188.83 mg/kg, sedangkan kandungan rata – rata mangan dalam sayuran di Sumatera Barat berkisar antara 9.74 mg/kg sampai 76.55 mg/kg. Hasil penelitian menunjukkan kandungan Fe dan Mn dalam sayuran di Sumatera Barat masih berada di bawah ambang batas yang dipersyaratkan oleh WHO dan FAO.

Kata kunci: sayuran, besi, mangan, SSA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul "Analisis Kandungan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Sayuran dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom**".**

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana S-1 pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini banyak pihak yang telah membantu dan berkontribusi besar sehingga dapat selesai dengan baik, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Amrin, M.Si. sebagai pembimbing I
2. Bapak Edi Nasra S.Si, M.Si. sebagai pembimbing II
3. Bapak Drs, Zul Afkar, M.S, Bapak Drs. Bahrizal, M.Si dan Bapak Hari Sanjaya, M.Si sebagai penguji.
4. Ibu Dra. Hj. Erda Sofjeni, M.Si sebagai Pembimbing Akademik
5. Ibu Dra. Andromeda, M.Si. sebagai Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP
6. Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D. sebagai Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP
7. Kedua Orang Tua penulis tercinta yang merupakan motivasi terbesar penulis untuk menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini
8. Teman-teman kimia 2010 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.

Untuk kesempurnaan skripsi ini dan penelitian yang telah penulis lakukan, maka penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Terima kasih.

Padang, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK..... i

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI..... iv

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah 1

B. Perumusan Masalah 3

C. Batasan Masalah 3

D. Tujuan Penelitian 4

E. Manfaat Penelitian 4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Wortel 5

B. Kentang 8

C. Kubis Bunga..... 10

D. Sawi..... 13

E. Kol..... 15

F. Logam Fe 17

G. Logam Mn..... 20

H. Spektroskopi Serapan Atom 23

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian..... 28

B. Sampel Penelitian..... 28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 32

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN 38

DAFTAR PUSTAKA 39

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Kandungan Gizi Wortel……..... 7
2. Komposisi Gizi Umbi Kentang…….. 10
3. Komposisi Kandungan Gizi Kubis Bunga……. 12
4. Kandungan dan Komposisi Gizi Sawi……... 15
5. Komposisi Gizi Kol……..... 17
6. Kadar logam Fe yang terkandung dalam tanah dan beberapa jenis pupuk ……..... 20
7. Kadar logam Mn yang terkandung dalam tanah dan beberapa jenis pupuk ……..... 23
8. Persebaran Kandungan Besi dalam Sayuran di Sumatera Barat …….. 32
9. Persebaran Kandungan Mangan dalam Sayuran di Sumatera Barat ……..... 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Wortel……..... 6
2. Kentang……..... 10
3. Kubis Bunga ……..... 11
4. Sawi …….. 14
5. Kol……..... 16
6. Besi ……... 18
7. Mangan…….. 21
8. Skematik SSA ……... 24
9. Diagram skematik lampu katoda cekung ……... 25
10. Grafik persebaran logam besi di Sumatera Barat ……..... 32
11. Grafik persebaran logam mangani Sumatera Barat……... 35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Halaman**

1. Skema Kerja Penentuan Konsentrasi Fe dan Mn……..... ….. 41
2. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fe……. 42
3. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Mn …….. 43
4. Perhitungan Pembuatan Reagen …….. 44
5. Perhitungan Kadar Fe dan Mn dalam Sampel ……. 45
6. Data Konsentrasi Fe ……..... 46
7. Data Konsentrasi Mn ……..... 47
8. Lahan Pertanian Wortel ……... 48
9. Lahan Pertanian Kentang…….. 49
10. Lahan Pertanian Kubis Bunga ……. 50
11. Lahan Pertanian Sawi…… 51
12. Lahan Pertanian Kol…….. 52

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konsumsi sayuran meningkat dalam beberapa tahun belakangan. Hal ini berkaitan dengan timbulnya kesadaran bahwa sayuran mengandung nutrisi yang penting untuk kelangsungan hidup manusia (Maleki and Masoud, 2008 dan Gimba *et al.*, 2012 ; Victor *et al*., 2012). Sayuran disebut sebagai "Protective supplementary food" karena berfungsi mencegah penyakit pada tubuh manusia. Sayuran juga mengandung mineral, vitamin, karbohidrat, asam amino esensial dan serat yang dibutuhkan dalam proses metabolisme manusia (Rais dkk., 2007).

Namun, jika sayuran tersebut tercemar logam berat akan berbahaya bagi tubuh manusia. Logam berat dapat diserap sayuran melalui beberapa proses dan akhirnya masuk ke dalam rantai makanan, pada konsentrasi tinggi mampu menyebabkan risiko serius bagi kesehatan konsumen (Kihampa, 2011).

Tanah merupakan media pertumbuhan dari sayuran. Dalam tanah mengandung 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. Kelompok logam yang melimpah pada lapisan tanah, diantaranya Fe (besi) dan Mn (mangan) (Palar, 2008). 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

mengakumulasikan logam-logam pada semua bagian akar, batang, daun dan buah pada tanaman tersebut (Darmono, 1995). Selain itu, pemakaian pupuk kimia secara berlebihan juga berperan dalam akumulasi logam berat dalam sayuran. Hasil analisis oleh Puslitbangtanak tentang kadar unsur dalam pupuk sumber P yang beredar di Indonesia menunjukkan bahwa selain mengandung P_2O_5 sebagai unsur utama, juga mengandung unsur sekunder Ca, Mg, S serta unsur mikro Fe dan Mn dalam jumlah yang bervariasi (Setyorini *et al.*, 2004).

Penelitian tentang penentuan kandungan logam berat pada sayuran sebelumnya telah dilakukan J. C. Akan, dkk (2013) yakni tentang penentuan kandungan logam Mn, Fe, Ni, Pb, Zn, Cd dan Cu dalam sayuran pada empat lokasi pertaniuan di Nigeria secara spektroskopi serapan atom. Dari hasil penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kadar logam berat yang terkandung dalam sayuran melebihi batas yang ditentukan oleh FAO/WHO (Akan, 2013).

Keracunan logam berat dapat menyebabkan gangguan mental dan fungsi sistem saraf pusat, merusak susunan darah, paru-paru, ginjal, hati dan organ vital lainnya (Kihampa, 2011). Konsumsi Fe dosis besar akan merusak sel alat pencernaan secara langsung, lalu Fe akan mengikuti peredaran darah. Kerusakan sel juga meluas pada hati, jantung, dan organ lain, bahkan berakhir pada kematian. Paparan dosis tinggi mangan dalam waktu singkat menunjukkan gejala berupa kegemukan, penggumpalan darah, gangguan kulit, gangguan skeleton, menurunnya kadar kolesterol, mengakibatkan cacat lahir, perubahan warna rambut, gangguan system syaraf,

gangguan jantung, hati, menurunnya tekanan darah, kerusakan otak, serta iritasi alat pencernaan (Widowati dkk., 2008).

Salah satu cara untuk menganalisis logam dalam sayuran adalah secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Metoda ini merupakan salah satu metoda yang banyak digunakan untuk penentuan kandungan logam-logam dalam suatu sampel (Khopkar, 1990).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **"Analisis Kandungan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Sayuran (Wortel, Kentang, Kubis Bunga, Sawi dan Kol) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom".**

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah berapakah kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam sayuran (wortel, kentang, kubis bunga, sawi dan kol) yang terdapat di Sumatera Barat.

C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini akan lebih terfokus kepada analisis kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam sayuran (wortel, kentang, kubis bunga, sawi dan kol) yang terdapat di daerah Kabupaten Agam, Kota Padang Panjang, Kabupaten Solok dan Tanah Datar dengan spektroskopi serapan atom.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam sayuran di Sumatera Barat secara spektrofotometri serapan atom.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai kandungan logam besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam sayuran di Sumatera Barat dan dampak dari logam berat tesebut terhadap kesehatan manusia.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Wortel (*Daucus carrota* L.)

Wortel memiliki nama lain *Daucus carrota* dan nama internasional *carrot*. Tanaman ini berasal dari Asia Selatan, yang sekarang dikenal dengan nama Afghanistan, Iran dan Pakistan. Kehadiran wortel di Indonesia diperkirakan terjadi sewaktu penjajahan Belanda. Pada waktu itu, wortel mudah didapat di pasaran di wilayah Indonesia. Dengan demikian, kehadiran wortel di Indonesia diduga telah cukup lama, yaitu sewaktu terselenggaranya perdagangan oleh bangsa Eropa ke Indonesia.

Menurut tata nama dalam klasifikasi tanaman, wortel termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut.

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Angiospermae

SubKelas : Dycotyledonae

Ordo : Umbellales

Famili : Umbelliferae/Apiaceae/Ammiaceae

Genus : Daucus

Spesies : *Daucus carota* (Pitojo, 2006)

Gambar 1. Wortel (*Daucus carota* L.

Tanaman wortel (*Daucus carrota*) merupakan sayuran terpenting dan yang paling banyak ditanam di berbagai tempat. Kegunaan awalnya adalah sebagai obat tetapi sekarang wortel menjadi sayuran utama dan umumnya dikenal karena kandungan alfa- dan beta- karoten akar tunggangnya. Kedua jenis karoten ini penting dalam gizi manusia sebagai prekursor vitamin A. Perbedaan kandungan karoten juga dipengaruhi oleh suhu, kematangan tanaman, dan oleh kultivar. Pertumbuhan akar dan daun pada wortel pada suhu 16 – 21^0C. Pada suhu di bawah 0^0C, pertumbuhan tanaman berlangsung lambat dan suhu lebih tinggi dari 21^0C cenderung menyebabkan umbi pendek dan keras, sedangkan suhu kurang dari 16^0C menghasilkan akar ramping dan panjang (Vincent,1998).

Tanah yang ideal untuk bertanam wortel yaitu tanah yang gembur, remah, porous, serta memiliki aerasi udara yang bagus. Selain itu, syarat tanah yang baik bagi penanaman wortel yaitu tanah yang subur, kaya akan bahan organik yang telah terurai. Kesuburan tanah tersebut dicirikan dengan tersedianya unsur hara makro N, P

dan K dalam jumlah yang cukup, serta tersedianya unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman wortel antara lain Mn, Cu, Bo dan Zn.

Derajat keasaman tanah dicirikan dengan pH tanah. Keasaman tanah yang ideal selama pertumbuhan tanaman wortel yaitu pada kisaran pH 6,0-6,8. Pada kondisi pH tanah yang mendekati netral tersebut, serapan unsur hara oleh perakaran tanaman dapat berlangsung dengan baik (Pitojo, 2006). Menurut Direktorat Gizi Depkes RI, energi dan kandungan gizi pada wortel adalah seperti tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi Wortel

Unsur Gizi	Kandungan (dalam 100 gram bahan)
Energi (kal)	42,00
Protein (g)	1,2
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	9,3
Kalsium (mg)	39
Fosfor (mg)	37
Besi (mg)	0,8
Vitamin B1 (mg)	0,06
Vitamin C (mg)	6
Vitamin (SI)	12.000

B. Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang cukup penting. Pemanfaatan tanaman ini terutama sebagai salah satu pangan karbohidrat non beras yang utama (Rainiyati, 2011).

Terdapat ribuan orang di Indonesia yang menggantungkan hidupnya dengan bertanam kentang. Kentang sangat cocok dibudidayakan di dataran tinggi. Tanaman yang tidak berkayu dan tergolong dalam suku terung-terungan (Solanaceae) ini berasal dari Amerika Selatan dan kini dibudidayakan secara luas di Eropa dan Asia, termasuk Indonesia.

Solanum atau kentang merupakan tanaman setahun. Bentuk sesungguhnya menyemak dan bersifat menjalar. Batangnya berbentuk segiempat, panjangnya bisa mencapai 50-120 cm dan tidak berkayu (tidak keras bila dipijat). Batang dan daun berwarna hijau kemerahan merahan atau keungu-unguan. Bunganya berwarna kuning keputihan atau ungu, tumbuh di ketiak daun teratas, dan berjenis kelamin dua.

Menurut tata nama dalam klasifikasi tanaman, kentang termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Subkelas : Asteridae

Ordo : Solanales

Famili : Solanaceae

Genus : Solanum

Spesies : *Solanum tuberosum* (Idawati, 2012)

Gambar 2. Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

Umbi kentang merupakan salah satu dari sumber utama senyawa antioksidan dalam makanan manusia. Senyawa antioksidan memiliki kemampuan untuk melawan radikal bebas yang berpengaruh negatif terhadap senyawa penting secara biologi (lipid, protein, dan asam nukleat). Senyawa antioksidan utama yang biasanya dalam kentang kuning adalah poliphenol (asam klorogenik, asam neoklorogenik, asam kafeik, asam ferulik), asam askorbat, karotenoid, tocoperol, asam lipoik dan selenium (Lachman *et al*., 2009). Adapun komposisi gizi lengkap dari kentang dapat dilihat dari tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Gizi Umbi Kentang (per 100g bahan)

Jenis Zat Gizi	Umbi
Kalori (kal)	83
Protein (g)	2.0
Lemak (g)	0.1
Karbohidrat (mg)	19.1
Kalsium (mg)	11
Fosfor (mg)	56
Besi (mg)	0.7
Vitamin B1 (SI)	0.11
Vitamin C (SI)	17
Air (g)	77.8
Bagian yang dapat dimakan (%)	85

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1979)

Lahan untuk bertanam kentang harus tanah yang gembur atau sedikit mengandung pasir agar mudah diserapi air dan mengandung humus yang tinggi. Tanah diberi pupuk dasar. Pupuk ini berupa pupuk organik. Untuk jenis pupuk kandang misalnya berasal dari sapi atau domba. Begitu pula pupuk kompos bisa berasal dari tanaman jagung, rumput atau sampah dedaunan. Selain pupuk organik, pupuk dasar juga berupa anorganik (pupuk buatan) (Idawati, 2012).

C. Kubis bunga *(Brassica oleracea var. botrys L)*

Kubis bunga merupakan salah satu anggota dari keluarga tanaman kubis-kubisan (*Cruciferae*). Bagian yang dikonsumsi dari kedua jenis sayuran ini adalah massa bunganya atau disebut "*Curd*". Massa bunga kubis bunga umunya berwarna putih bersih atau kekuning-kuningan. Berdasarkan klasifikasinya, kubis bunga termasuk ke dalam:

Divisi : Spermatophyta

Sub Divisi : Angiospermae

Klas : Dicotyledonae

Famili : Cruciferae

Genus : Brassica

Spesies : *Brassica oleracea var. botrytis L.*(Rukmana, 1994)

Gambar 3 . Kubis Bunga (*Brassica oleracea var. botrys L)*

Brassica merupakan salah satu genus yang memiliki keragaman spesis. Hampir 40 spesies dari *Brassica* tersebar diseluruh dunia. Sebagian besar tumbuh didaerah beriklim sedang, dan beberapa diantaranya bahkan tumbuh diiklim subartik. Beberapa tanaman umumnya diketahui sebagai *crucifer* yang sangat dikenal oleh masyarakat karena manfaatnya bagi kesehatan dan kandungan gizinya yang tinggi juga berguna bagi manusia. Beberapa diantara tanaman kubis-

kubisan merupakan sayuran daun dan akar setahun dan dua-tahunan. Kubis-kubisan adalah tanaman herba dikotil setahun dan dua-tahunan. Ketika berupa kecambah muda, berbagai tanaman kubis-kubisan akan sulit dibedakan, tetapi tidak lama kemudian masing-masing mengembangkan karakteristik yang dapat dibedakan (Vincent, 1998).

Kubis bunga mengandung sedikit lemak dan karbohidrat, tetapi mengandung serat, folat, air dan vitamin C yang tinggi. Adapun komposisi gizi lengkap dari kubis bunga dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 3. Komposisi kandungan gizi kubis bunga dalam tiap 100 gram bahan

Komposisi gizi	Kubis bunga	
Kalori (cal)	25,0*)	31,0**)
Protein (gr)	2,4	2,4
Lemak (gr)	0,2	0,4
Karbohidrat (gr)	4,9	6,1
Serat (gr)	-	0,6
Abu (gr)	-	0,8
Kalsium (mg)	22,0	34,0
Fosfor (mg)	72,0	50,0
Zat besi (mg)	1,1	1,0
Natrium (mg)	-	8,0
Kalium (mg)	-	314,0
Niacin (mg)	-	0,7
Vitamin A (S.I.)	90,0	95,0
Vitamin B1 (mg)	0,1	0,1
Vitamin B2 (mg)	-	0,1
Vitamin C (mg)	69,0	90,0
Air (gr)	91,7	90,3

Sumber: *) Direktorat Gizi Dep. Kes. R.I (1981)
**) Food and Nutrition Research Center, Handbook No.1 Manila, 1964 in Knott J.E. Jose R. Deanon, JR (1976)

D. Sawi (*Brassica rapa*)

Tanaman sawi hijau (*Brassica rapa*) merupakan sayuran yang tumbuh lebih cepat dan tahan terhadap suhu rendah. Tanaman sawi hijau cocok ditanam di wilayah tropika dataran tinggi yang bersuhu dingin. Sayuran sawi hijau dengan suhu pertumbuhan berkisar antara 12^0C – 22^0C sedangkan suhu lebih dari 25^0C dapat menunda pertumbuhan dan menurunkan kualitas tanaman. Intensitas cahaya dan suhu tinggi berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.Intensitas cahaya yang tinggi dapat meningkatkan perkembangan daun yang lebar sedangkan suhu tinggi dapat meningkat perkembangan tangkai bunga (Vincent, 1998). Berdasarkan klasifikasinya, sawi termasuk ke dalam:

Divisi : Spermatophyta

Sub Divisi : Angiospermae

Klas : Dicotyledonae

Ordo : Papavorales

Famili : Cruciferae

Genus : Brassica

Spesies : *Brassica chinensis L.atau Brassica rappa L.*

Gambar 4. Sawi (*Brassica rapa*)

Sawi juga banyak mengandung vitamin dan mineral. Mineral pada sawi yang tergolong dalam kategori baik adalah mangan dan kalsium. Sawi juga memiliki asam amino triptofan dan pangan serat (dietary fiber). Zat – zat gizi yang termasuk dalam kategori bagus pada sawi adalah kalium, kalsium, tembaga, fosfor, besi, magnesium, vitamin C, tiamin, niasin dan riboflavin. Selain itu, sawi juga sebagai sumber Fe, Ca, dan K yang baik (Novary, 1997)

Adapun komposisi gizi lengkap dari sawi dapat dilihat dari tabel 4.

Tabel 4. Kandungan dan Komposisi Gizi Sawi Tiap 100 gram Bahan

Zat gizi	Komposisi
Energi (kal)	21
Air (g)	92,2
Protein (g)	1,8
Serat (g)	2,8
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	3,9
Abu (g)	0,9
Kalsium (mg)	39
Fosfor (mg)	57,4
Besi (mg)	4,4
Natrium (mg)	2
Kalium (mg)	323
Kalsium (mg)	147
Vitamin A (mg)	4243,4
Thiamine (mg)	0,1
Riboflavin (mg)	0,1
Niacin (mg)	1,0
Vitamin C (mg)	74
Vitamin K (mkg)	419,3

Sumber: Direktorat Gizi, Depkes (1981)

E. Kol (*Brassica oleracea*)

Asal usul tanaman kol budidaya diduga berawal dari kol liar (*Brassica oleracea var. Sylvertris*) yang tumbuh di sepanjang pantai Laut Tengah, Inggris, Denmark, dan sebelah Utara Perancis Barat, serta pantai Glamoyan. Semula tanaman kol liar tumbuh menahun (*perennual*) dan dua musim (*biennual*), kemudian oleh orang Eropa

dipanen bijinya (Rukmana, 1994). Berdasarkan klasifikasinya, kol termasuk ke dalam:

Divisi : Spermatophyta

Sub Divisi : Angiospermae

Klas : Dicotyledonae

Ordo : Papavorales

Genus : Brassica

Spesies : *Brassica oleracea L. var. Capitala L.*

Gambar 5. Kol (*Brassicaoleracea var. Sylvertris*)

Tanaman kol dibudidayakan umumnya tumbuh semusim (annual) ataupun dwi musim (biennual) yang berbentuk perdu. Sistem perakaran kol relatif dangkal, yakni menembus pada kedalaman antara 20-30cm. Batang tanaman kol umumnya pendek dan banyak mengandung air. Di batang titik tumbuh, terdapat helai daun yang bertangkai pendek. Adapun komposisi gizi lengkap dari sawi dapat dilihat dari tabel 5.

Tabel 5. Komposisi gizi kol tiap 100 gram bahan segar

Komposisi Gizi	Varietas	
	Kol-Putih/1) Kol-Merah	Kol-Krop2) (Umum)
Kalori (kal)	25,0	25,0
Protein (g)	1,4	1,7
Lemak (g)	0,2	0,2
Karbohidrat (mg)	5,3	5,3
Kalsium (mg)	46,0	64,0
Fosfor (mg)	31,0	26,0
Zat besi (mg)	0,5	0,7
Natrium (mg)	-	8,0
Niacin (mg)	-	0,3
Vitamin A (SI)	80,0	75,0
Vitamin B_1 (mg)	0,1	0,1
Vitamin C (mg)	50,0	62,0
Air (g)	92,4	-

Sumber : 1) Direktorat Gizi Depkes RI (1981)
2) Food & Nutrition Research Center, Manila (1964)

F. Logam Fe

Besi (Fe) merupakan logam transisi dan memiliki nomor atom 26. Bilangan oksidasi Fe adalah +3 dan +2. Fe memiliki berat atom 55,845 g/mol, titik leleh 1.538^0C, dan titik didih 2.861^0C. Fe menempati urutan sepuluh besar sebagai unsur di bumi. Fe menyusun 5 – 5,6 % dari kerak bumi dan menyusun 35% dari massa bumi (Widowati dkk., 2008). Teras bumi terutama terdiri dari Fe dan Ni. Bijih besi yang

utama adalah hematite Fe_2O_3, magnetite Fe_3O_4, limonite FeO(OH) dan sierite $FeCO_3$ (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Gambar 6. Besi

Besi yang murni adalah logam yang berwarna putih-perak, yang kukuh dan liat. Jarang terdapat besi komersial yang murni; biasanya besi mengandung sejumlah kecil karbida, silisida, fosfida dan sulfida dari besi, serta sedikit grafit. Zat-zat pencemar ini memainkan peranan penting dalam kekuatan struktur besi.

Fe memiliki berbagai fungsi esensial dalam tubuh, yaitu:

1. Sebagai alat angkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh
2. Sebagai alat angkut elektron dalam sel
3. Sebagai bagian terpadu dari berbagai reaksi enzim (Widowati dkk., 2008).

Kekurangan besi dalam diet akan mengakibatkan kehilangan darah yang berat sering terjadi pada penderita tumor saluran pencernaan, ulcer lambung dan pada menstruasi. Defisiensi besi menimbulkan gejala anemia seperti kelemahan, fatigue, sulit bernapas waktu berolahraga, kepala pusing, diare, penurunan nafsu makan, kulit

pucat, kuku berkerut, kasar dan cekung serta terasa dingin pada tangan dan kaki (Darmono, 1995).

Konsumsi Fe dosis besar akan merusak sel alat pencernaan secara langsung, lalu Fe akan mengikuti peredaran darah. Kerusakan sel juga meluas pada hati, jantung, dan organ lain, bahkan berakhir pada kematian.

The Dietary Reference Intake (DRI) menetapkan dosis tertinggi Fe, dimana tubuh masih dapat bertoleransi, (the tolerable upper intake) untuk orang dewasa adalah sebesar 45 mg/hari dan untuk anak-anak kurang dari 14 tahun sebesar 40 mg/hari (Widowati dkk., 2008).

Unsur mikro besi (Fe) merupakan salah satu hara yang sangat penting bagi tanaman karena Fe diperlukan dalam sintesis khlorofil, memegang peranan penting dalam transfer energi, merupakan bagian dari beberapa enzim dan protein serta berfungsi dalam respirasi dan metabolisme tanaman juga terlibat dalam fiksasi nitrogen (Marschner, 1995; Sakya, 2010). Kekurangan Fe menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil, penyusunan protein menjadi tidak sempurna dan penurunan jumlah ribosom. Kekurangan Fe juga menyebabkan penurunan kadar pigmen, dan mengakibatkan pengurangan aktivitas enzim. Tanaman yang keracunan Fe akan menunjukkan gejala-gejala seperti daun berwarna coklat kemerah-merahan, menguning atau orange (Wasiaturrohmah, 2008 ; Zuhaida, 2011). Food and Agricultural Organization (FAO) dan WHO-Codex alimentations commission (2001) menetapkan batas kadar maksimum Fe dalam sayuran adalah 425 mg/kg (FAO/WHO-*Codex alimentations commission*, 2001 dalam Victor *et al.*, 2012).

Adapun cemaran logam besi pada bahan pangan dan sayuran dapat berasal dari penggunaan secara berlebihan dan tingginya kandungan logam Fe dalam tanah. Tabel berikut akan memperlihatkan kadar logam Fe yang terkandung dalam tanah dan beberapa jenis pupuk.

Tabel 6. Kadar logam Fe yang terkandung dalam beberapa jenis pupuk (mg/kg)

Unsur logam	Tanah	Pupuk Organik (mg/kg)*		Pupuk kandang (%)**				
		Padat	Cair	Sapi perah	Sapi danging	Kuda	Unggas	Domba
Besi (Fe)	20 – 6000	Maks 8000	Maks 800	0.004	0.004	0.010	0.100	0.020

Sumber : * Permentan No. 28 Tahun 2009
** Tan (1993) dalam Rizaldy (2009)

G. Logam Mn

Mangan (Mn) adalah logam berwarna putih abu-abu keputihan, memiliki sifat mirip dengan besi (Fe), merupakan logam keras, mudah retak, serta mudah teroksidasi (Widowati dkk., 2008). Ia melebur pada kira-kira 1250^0C (Vogel, 1985).

Gambar 7. Mangan

Mangan relatif melimpah dan terdapat dalam banyak deposit, terutama oksida, oksida hidrat atau karbonat (Cotton dan Wilkinson, 1989). Mangan (Mn) merupakan mikronutrien esensial bagi semua makhluk hidup. Mn bersifat esensial bagi komponen lebih dari 36 jenis enzim untuk metabolisme karbohidrat, protein dan lipid, sebagai kofaktor beberapa kelompok enzim oksireduktase, transferase, hidrolase, liase, isomerase, ligase, lektin dan integrin (Widowati dkk., 2008).

Kekurangan mangan menyebabkan penyakit dan kelebihan akan meracuni absorpsi sistem saraf pusat, proses pencernaan, pernapasan atau dapat berhubungan dengan kulit menyebabkan pneumonia (Rais, 2007). Defisiensi Mn pada manusia yang mengkonsumsi Mn 0,35 mg/hari menunjukkan gejala kehilangan berat badan, gangguan pertumbuhan kuku/rambut, dermatitis dan hipikolesterolemi (Widowati dkk., 2008). Toksisitas mangan relatif sudah tampak pada konsentrasi rendah. Dengan demikian, tingkat kandungan Mn diizinkan dalam air digunakan untuk keperluan domestik sangat rendah, yaitu dibawah 0,05 mg/L (Achmad, 2004). Paparan dosis tinggi mangan dalam waktu singkat menunjukkan gejala berupa kegemukan, penggumpalan darah, gangguan kulit, gangguan skeleton, menurunnya

kadar kolesterol, mengakibatkan cacat lahir, perubahan warna rambut, gangguan sistem syaraf, gangguan jantung, hati, menurunnya tekanan darah, kerusakan otak, serta iritasi alat pencernaan.

Pada tanaman, ion Mn yang diambil dari tanah akan ditransportasikan menuju daun. Apablia tanah kekurangan Mn, akibatnya adalah gangguan penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen. Kadar tinggi Mn dalam tanah bisa bersifat toksik dan pH rendah pada tanah dapat menyebabkan defisiensi Mn pada tanaman. Tingginya konsentrasi Mn dalam tanah bisa mengakibatkan pembengkakan dinding sel, megeringnya daun dan munculnya bercak coklat daun.

Kekurangan Mn ditandai dengan menguningnya bagian daun di antara tulang-tulang daun. Bagian yang menguning tersebut akan mati dan meninggalkan lubang-lubang berbentuk memanjang.

Kadar mangan tinggi terdapat pada biji-bijan, kedelai, kacang, telur, kacang-kacangan, minyak nabati, buncis, sayuran daun hijau, beras, daging berwarna merah, kecambah, buah (Widowati dkk., 2008). Food and Agricultural Organization (FAO) dan WHO-Codex alimentations commission (2001) menetapkan batas kadar maksimum Mn dalam sayuran adalah 500 mg/kg (FAO/WHO-*Codex alimentations commission*, 2001 dalam Naser *et al.*, 2012). Adapun cemaran logam mangan pada bahan pangan dan sayuran dapat berasal dari penggunaan pupuk secara berlebihan dan tingginya kandungan logam Mn dalam tanah. Tabel berikut akan memperlihatkan kadar logam Mn yang terkandung dalam tanah dan beberapa jenis pupuk.

Tabel 7. Kadar logam Mn yang terkandung dalam tanah dan beberapa jenis pupuk (mg/kg)

Unsur	Tanah		Pupuk P	Pupuk N	Pupuk kandang
	Rata – rata	Kisaran			
Mangan (Mn)	600	20 – 3000	0.1 – 6	1 – 7	0.05 – 3

Sumber : Alloway (1990)

H. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

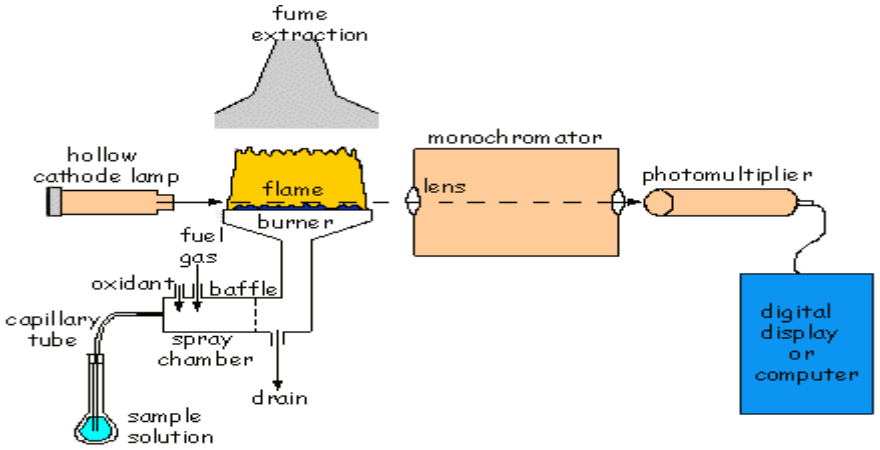
Metoda Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pertama kali diperkenalkan oleh A.Walsh pada tahun 1955. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog, 1982).

Prinsip dasar Spektrofotometri serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah (Khopkar, 1990).

Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengapsorbsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan

ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono,1995).

Peralatan Spektrometer Serapan Atom terdiri dari beberapa bagian pokok, yaitu sumber sinar, tempat atomisasi, monokromator, detektor dan rekorder (Day. R.A, 1992). Skematik SSA dapat dilihat pada Gambar 8:



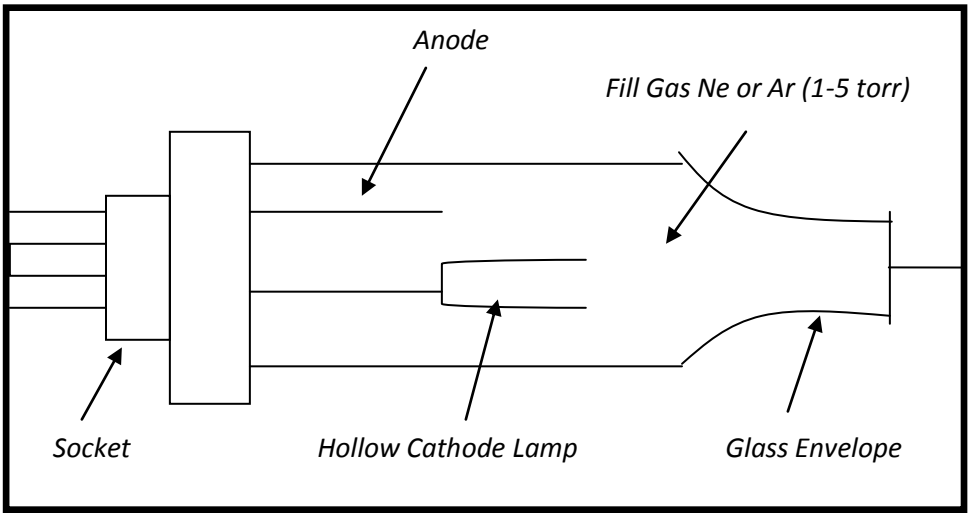
Gambar 8. Skematik SSA

Komponen-komponen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

1. Sumber Sinar

Sumber radiasi SSA adalah *Hallow Cathode Lamp* (HCL). Setiap pengukuran dengan SSA kita harus menggunakan *Hallow Cathode Lamp* khusus misalnya akan menentukan konsentrasi tembaga dari suatu cuplikan. Maka kita harus menggunakan *Hallow Cathode* khusus. *Hallow Cathode* akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom.

Hallow Cathode Lamp terdiri dari katoda cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang sama dengan yang akan dianalisis dan anoda yang terbuat dari tungsten. Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu, logam mulai memijar dan dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu (Khopkar, 1990). Dan secara jelas dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Diagram skematik lampu katoda cekung (Khopkar, 1990)

2. Tempat Nyala

Dalam analisis dengan spektrofotometri serapan atom, sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom- atom netral yang masih dalam keadaan asas. Ada berbagai macam alat yang digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom- atom yaitu dengan nyala (flame) dan dengan tanpa nyala (flameless).

Kebanyakan instrumen sumber atomisasinya adalah nyala dan sampel dinjeksikan dalam bentuk larutan.

Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya dan juga berfungsi untuk atomisasi. Pada cara spektrofotometri emisi atom, nyala ini berfungsi untuk mengeksitasikan atom dari tingkat dasar ke tingkat yang lebih tinggi.

Sumber nyala paling yang banyak digunakan adalah campuran asetilen sebagai bahan pembakar dan udara sebagai pengoksidasi. Propana- udara dipilih untuk logam-logam alkali karena suhu nyala yang lebih rendah akan mengurangi banyaknya ionisasi.

3. Monokromator

Monokromator dalam alat SSA akan memisahkan, mengisolasi dan mengontrol intensitas energi yang diteruskan ke detektor. Monokromator yang biasa digunakan ialah monokromator difraksi *grating*.

4. Detektor

Pada detektor, energi yang diteruskan dari sel atom harus diubah ke dalam bentuk sinyal listrik untuk kemudian diperkuat dan diukur oleh suatu sistem pemproses data.

5. Rekorder

Rekorder berfungsi untuk merubah signal-signal listrik yang berasal dari detektor ke dalam bentuk yang dapat dibaca oleh operator. Hasil yang dibaca dalam bentuk konsentrasi maupun absorbansi.

6. Readout

Readout merupakan suatu alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatatan hasil. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau berupa kurva dari suatu rekorder yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gholib dan Abdul, 2007).

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Kandungan rata – rata besi dalam sayuran di Sumatera Barat berkisar antara 29.39 mg/kg sampai 188.83 mg/kg. Konsentrasi tertinggi dalam sawi di Kabupaten Agam dan konsentrasi terendah dalam kentang yang berasal dari Kabupaten Solok.
2. Kandungan rata – rata mangan dalam sayuran di Sumatera Barat berkisar antara 9.74 mg/kg sampai 76.55 mg/kg. Konsentrasi tertinggi dalam sawi di Kabupaten Agam dan konsentrasi terendah dalam kentang yang berasal dari Kabupaten Solok.
3. Kandungan besi dan mangan dalam sayuran di Sumatera Barat masih berada di bawah ambang batas yang dipersyaratkan.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kandungan besi dan mangan di dalam tanah sebagai salah satu sumber logam dalam sayuran.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta : ANDI.

Akan J.C.,dkk. 2013. *Determination of Some Heavy Metals in Vegetable Samples Biu Local Government Area, Borno State, North Eastern Nigeria*, International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, 1 (2): 40-46.

Cotton, F. Albert dan Geoffrey Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar* (Terjemahan : Saharti Suharto). Jakarta: UI Press.

Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI-Press.

Day, R.A. JR dan A.L Underwood. 1998. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi keenam*. Jakarta: Erlangga.

Gholib, Ibnu & Abdul Rahman. 2007. *Kimia Farmasi Analisis.* Pustaka Pelajar: Yogyakarta

Hussain, Iftikhar Bukhari et al. 2013. *Determination of Trace Heavy Metals in Different Varieties of Vegetables and Fruits Available in Local Market of Shorkot Pakistan*. International Journal of Current Pharmaceutical Research 5 (2).

Idawati, Nurul. 2012. *Pedoman Lengkap Bertanam Kentang*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik Edisi kedua*. Jakarta : UI Press.

Kihampa, Charles, dkk. 2011. *Heavy Metals Concentrations in Vegetables Grown in the Vicinity of the Closed Dumpsite*. International Journal of Environmental Sciences, 2 (2): 889-895.

Lachman J., dkk. 2009. *Cultivar differences of total anthocyanins and anthocyanidins in red and purple-fleshed potatoes and their relation to antioxidant activity*, Department of Chemistry, (27): 310-313.

Marscher H, 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants* dalam Sakya Amalia T : *Pengaruh Pemberian Unsur Mikro Besi (Fe) terhadap Kualitas Anthurium*. Agrosains 12(1): 29-33.

Naser, Mohammad Habib *et al*. 2012. *Trace Element Content in Vegetables Grown in Industrially Polluted and Non-Polluted Areas*. Bangladesh J. Agril. Res. 37(3): 515-527.

Novary, E. W. 1997. *Penanganan dan Pengolahan Sayur Segar*. Jakarta: PT Penerbit Swadaya.

Palar, Heryando. 2008. *Pencemaran dan Toksilogi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.

Pitojo, Setijo. 2006. *Benih Wortel*. Yogyakarta: Kanisius.