

Analysis of Fe³⁺ And Zn²⁺ Levels in Watercress Leaves Based on The Height of The Growing Place Using SSA

Adelia Fitriani¹, Achmad Vandian Nur², Khusna Santika Rahmasari³, Wirasti⁴

^{1,2,3,4} Faculty of Health Sciences, University of Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan Indonesia

 avnomad@gmail.com

Abstract

Iron (Fe) is an essential micromineral in the blood to establish hemoglobin (Hb). Zinc (Zn) is an essential mineral substance that increases hemoglobin levels in the blood. Watercress contains protein, calcium, phosphorus, iron, zinc, flavonoids, phenols, and vitamins A, E, and C. This study aims to determine the difference in iron and zinc levels of watercress leaves based on the height of the place where they grow with the Atomic Absorption Spectrophotometry (SSA) method. The samples used in this study were Watercress Leaves (*Nasturtium officinale*, R. Br) taken from an altitude of ±519 masl (sample A) and ±734 masl (sample B). The test was carried out using the atomic absorption spectrophotometry (SSA) method at wavelengths of 248.3 nm (Fe) and 231.9 (Zn). Fe levels in the samples studied were sample A of 0.441 mg / 100 gr and sample B of 1.421 mg / 100 gr, while Zn levels in sample A were 0.007 mg / 100 gr and sample B was 0.173 mg / 100 gr. This study showed that the highest levels of Fe and Zn were found in sample B. It found that the height of the place affects Fe and Zn levels in plants.

Keywords: Iron, zinc, watercress, SSA, height of the growing place

Analisis Kadar Besi (Fe) Dan Seng (Zn) Pada Daun Selada Air (*Nasturtium Officinale R.Br*) Berdasarkan Ketinggian Tempat Tumbuh Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa)

Abstrak

Besi (Fe) merupakan mikromineral yang sangat diperlukan dalam darah guna pembentukan hemoglobin (Hb). Seng (Zn) merupakan zat mineral esensial yang berfungsi untuk meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah. Selada air memiliki kandungan antara lain protein, kalsium, fosfor, zat besi, seng, flavonoid, fenol dan vitamin A, E, dan C. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui perbedaan kadar besi dan seng daun selada air berdasarkan ketinggian tempat tumbuhnya dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Daun Selada Air (*Nasturtium officinale*, R.Br) yang diambil dari ketinggian ±519 mdpl (sampel A) dan ±734 mdpl (sampel B). Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometri serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 248,3 nm (Fe) dan 231,9 (Zn). Kadar Fe dalam sampel yang diteliti yaitu sampel A sebesar 0,441 mg/100 gr dan sampel B sebesar 1,421 mg/100 gr sedangkan kadar Zn dalam sampel A sebesar 0,007 mg/100 gr dan sampel B sebesar 0,173 mg/100 gr. Dari penelitian ini diketahui bahwa kadar Fe dan Zn tertinggi terdapat pada sampel B. Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil bahwa ketinggian tempat berpengaruh terhadap kadar Fe dan Zn pada tanaman.

Kata kunci: Besi, Seng, Selada air, SSA, Ketinggian tempat tumbuh

1. Pendahuluan

Salah satu logam yang berperan menunjang fungsi kehidupan adalah besi. Besi adalah logam yang umumnya terdapat dalam darah tubuh manusia. Besi (Fe) merupakan unsur mineral yang penting diperlukan dalam darah guna pembentukan hemoglobin (Hb). Kebutuhan besi perhari seorang laki-laki adalah 1 mg/hari, sedangkan perempuan 1,4-2,2 mg/hari. Umumnya manusia memperoleh 10-20 mg/hari melalui makanan yang dikonsumsi. Besi adalah logam yang umumnya terdapat dalam darah tubuh manusia. Besi (Fe) merupakan unsur mineral yang penting diperlukan dalam darah guna pembentukan hemoglobin (Hb). Kebutuhan besi perhari seorang laki-laki adalah 1 mg/hari, sedangkan perempuan 1,4-2,2 mg/hari. Umumnya manusia memperoleh 10-20 mg/hari melalui makanan yang dikonsumsi. Apabila defisiensi besi berkepanjangan maka akan terjadi anemia defisiensi besi, yang menyebabkan menurunnya kadar hemoglobin dibawah normal [1].

Selain itu fungsi besi dapat dipengaruhi oleh logam lain yaitu logam seng. Seng (Zn) adalah mikromineral yang dapat mempengaruhi metabolisme besi. Peran seng dan besi dalam mensintesis protein termasuk protein besi yaitu transferin (interaksi tak langsung). Pembentukan sel darah merah dalam membantu enzim *karbonik hidrase* esensial guna melindungi keseimbangan asam basa merupakan peranan penting dari seng. Guna meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah, seng membantu enzim *karbonik anhidrase* untuk memproduksi HCl dalam lambung [1].

Salah satu tanaman yang memiliki kandungan logam Fe dan Zn adalah selada air [2]. Selada air adalah tumbuhan yang ditemukan di dataran tinggi Indonesia pada ketinggian 300-2600 mdpl. Tumbuhan ini tumbuh liar dan subur di daerah yang sejuk. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah dataran tinggi Indonesia. Lingkungan tempat tumbuh yang bervariasi mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang berjenis sama termasuk pada kandungan kimia senyawa yang dihasilkan baik dari segi jumlah maupun komposisi [3].

Kadar logam dalam tanaman dapat dipisahkan dengan menggunakan destruksi. Destruksi adalah perlakuan atau pengubahan sampel menjadi suatu bentuk bahan yang dapat diukur jadi kandungan unsur yang terdapat didalam sampel bisa dianalisis [4]. Spektrofotometer serapan atom ialah metode analisis yang umum dipergunakan guna menganalisis logam karena sangat sensitif, relatif sederhana dan selektif. Kadar logam yang sangat kecil pada suatu sampel dapat dianalisis dengan metode spektrofotometri serapan atom [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar Fe dan Zn pada daun selada air (*Nasturtium officinale R.Br*) berdasarkan ketinggian tempat tumbuh dan mengetahui perbedaan kadar Fe dan Zn pada daun selada air (*Nasturtium officinale R.Br*) berdasarkan ketinggian tempat tumbuh.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Pada penelitian ini dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk mengetahui perbedaan kadar besi (Fe) dan Seng (Zn) yang terdapat dalam daun selada air (*Nasturtium officinale R.Br*) berdasarkan ketinggian tempat tumbuhnya dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

2.1. Alat

Alat yang digunakan adalah seperangkat instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) (AA-7000 Shimadzu) yang dilengkapi lampu katoda besi (Fe) dan Seng (Zn), alat

gelas (*Pyrex*), analitik digital (*Ohaus*), oven (*memmert*), krus porselin (*crusible*), mikro pipet, tanur (*Neycraft*), *Magnetic stirrer*, *Moisture analyze*.

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah Selada Air, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, larutan HNO_3 65% p.a, H_2SO_4 , NH_4CNS , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, KMnO_4 0,1 N, Aquabides, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, kertas saring.

2.3. Analisis Kadar Air

Timbang sampel kering selada air sebanyak 2 g, ratakan sampel di atas pan alumunium kemudian alat ditutup kembali. Alat akan memanaskan sampel hingga menunjukkan nilai kadar air sampel yang terbaca konstan ($\pm 3-5$ menit) [6].

2.4. Analisis Kadar Abu

Cawan porselen dibersihkan dan dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 30 menit. Cawan abu porselen kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit dan kemudian ditimbang (A). Sampel tanpa digerus ditimbang sebanyak 5 gram dalam cawan yang sudah dikeringkan (B) kemudian dibakar diatas nyala pembakar sampai tidak berasap, kemudian sampel dimasukkan dalam tanur pengabuan dengan suhu 600°C selama 7 jam. Setelah sampel selsesai 7 jam, cawan porselen diambil dengan penjepit lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang.

Perhitungan kadar abu selada air adalah :

$$\text{Persentase Kadar Abu (\%)} = \frac{C-A}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat cawan abu porselen kosong (g)

B = Berat cawan abu porselen dengan sampel awal (g)

C = Berat Cawan abu porselen dengan sampel yang sudah dikeringkan (g) [7]

2.5. Destruksi

Sampel didestruksi dengan menambahkan HNO_3 65 % kemudian dipanaskan, lalu diencerkan dengan aquabides dicampur hingga homogen, dan dimasukkan kedalam vial.

2.6. Analisis Kuantitatif

1. Pembuatan Larutan Standar Fe dan Zn

Larutan induk 1000 mg/L $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ dipipet masing-masing sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu dilarutkan dengan HNO_3 0,5 mol/L dalam aquabides sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan standar Fe^{2+} dan Zn^{2+} 100 mg/L.

2. Pembuatan Larutan Seri Fe dan Zn

Larutan standar Fe dan Zn 100 mg/L dibuat larutan seri kadar. Seri kadar Fe dibuat dengan memipet larutan standar Fe sebanyak 2,5; 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 mL, sedangkan seri kadar Zn dibuat dengan memipet larutan standar Zn sebanyak 0,4; 1; 2; 4; 6; dan 8 mL, lalu larutan tersebut diadddkan dengan aquabides dalam labu takar 50 mL, sehingga diperoleh konsentrasi seri kadar Fe 5; 10; 15; 20; 25; dan 30 mg/L dan konsentri seri kadar Zn 0,8; 1; 2; 4; 6 dan 8 mg/L. Masing-masing larutan tersebut ditentukan absorbannya dengan spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 248,3 nm (Fe) dan 213,9 nm (Zn).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Kadar Air

Kadar air bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan air dalam bahan. Simplisia dinilai cukup aman bila mempunyai kadar air kurang dari 10 % [8]. Hasil pengukuran kadar air dengan metode *moisture analyze* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data analisis kadar air dengan *moisture analyze*

Sampel	Replikasi	Bobot Sampel (gr)	Presentase Kadar Air (%)	Rata-rata \pm SD
A	I	2	2,30	2,01 \pm 0,27
	II	2	2,00	
	III	2	1,75	
B	I	2	3,75	3,16 \pm 0,62
	II	2	2,50	
	III	2	3,25	

Nilai tersebut sesuai dengan persyaratan yang ditentukan, dimana kadar airnya <10%. Pengukuran kadar air dengan menggunakan *moisture analyze* membutuhkan waktu yang sangat cepat, yaitu hanya sekitar 3-15 menit/ sampel. Pengukuran akan segera berhenti setelah mengalami penurunan berat lebih rendah dari 1 mg per 90 s [9]. Keuntungan menggunakan *moisture analyze* untuk menetapkan kadar air yaitu waktu pengujian lebih cepat, cara pengoperasian yang lebih mudah, serta dapat meminimalisir adanya *human error* pada saat penimbangan sampel [10]

3.2. Analisis Kadar Abu

Penetapan kadar abu, sampel daun selada air dipijarkan dalam tanur pada temperatur dimana senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap sehingga tinggal unsur mineral dan anorganik. Tujuan penetapan kadar abu adalah untuk memberikan gambaran jumlah total mineral yang tersisa setelah pemijaran, yang terdiri atas abu fisiologis yang beradal dari jaringan tanaman itu sendiri, dan abu non fisiologis yang merupakan residu dari senyawa ekstraneous (seperti pasir dan tanah) yang menempel pada permukaan tanaman [11]. Tabel kadar abu dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil persentase kadar abu dalam sampel yang dapat dilihat pada tabel 2 menunjukkan bahwa bahan organik yang terkandung dalam sampel tidak melebihi persyaratan yang telah ditentukan yakni tidak lebih dari 8 %. Persyaratan kadar abu tidak lebih dari 8% sehingga sampel yang uji sudah memenuhi syarat [11].

Tabel 2. Data analisis kadar abu

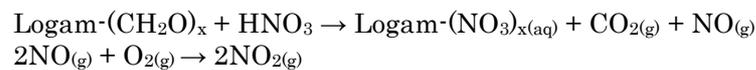
Sampel	Replikasi	Presentase Kadar Abu (%)	Rata-rata \pm SD
A	I	0,33	1,44 \pm 0,96
	II	2,00	
	III	2,00	
B	I	3,00	1,12 \pm 1,62
	II	0,17	
	III	0,20	

3.3. Destruksi Sampel

Sampel abu yang diperoleh dari proses pengabuan dilarutkan dengan menambah HNO_3 kemudian dipanaskan. HNO_3 pekat berfungsi untuk melarutkan logam-logam yang terdapat di dalam sampel, karena HNO_3 pekat merupakan pelarut logam yang paling sering digunakan dan dapat menstabilkan logam-logam yang akan di analisis [12].

HNO_3 berfungsi untuk memutus ikatan senyawa kompleks organologam. Selama proses penambahan HNO_3 dilakukan pemanasan, asam nitrat yang mempunyai sifat sebagai oksidator kuat, dengan adanya pemanasan pada proses destruksi akan mempercepat pemutusan ikatan organologam menjadi anorganik. Titik didih HNO_3 sebesar $121\text{ }^\circ\text{C}$ sehingga suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ ini dapat mencegah larutan HNO_3 tidak cepat habis sebelum proses destruksi selesai. Proses destruksi diperlukan pengadukan, fungsi pengadukan adalah untuk menghomogenkan larutan sehingga dapat membantu untuk mempercepat pelarutan sisa padatan [13].

Pada proses destruksi, muncul gelembung-gelembung gas berwarna coklat tipis, gas ini adalah NO_2 (hasil samping proses destruksi menggunakan asam nitrat). Adanya gas ini mengindikasikan bahwa bahan organik telah dioksidasi secara sempurna oleh asam nitrat. Penggunaan HNO_3 sebagai agen pengoksidasi dapat menimbulkan gas berwarna kecoklatan selama pemanasan berlangsung. Reaksi yang terjadi antara bahan organik dengan HNO_3 :



Hasil akhir dalam proses destruksi adalah terbentuknya larutan jernih. Selanjutnya larutan tersebut diukur absorbansinya dengan menggunakan *instrument flame* SSA pada panjang gelombang 248,3 nm untuk Fe dan 231,9 nm untuk Zn.

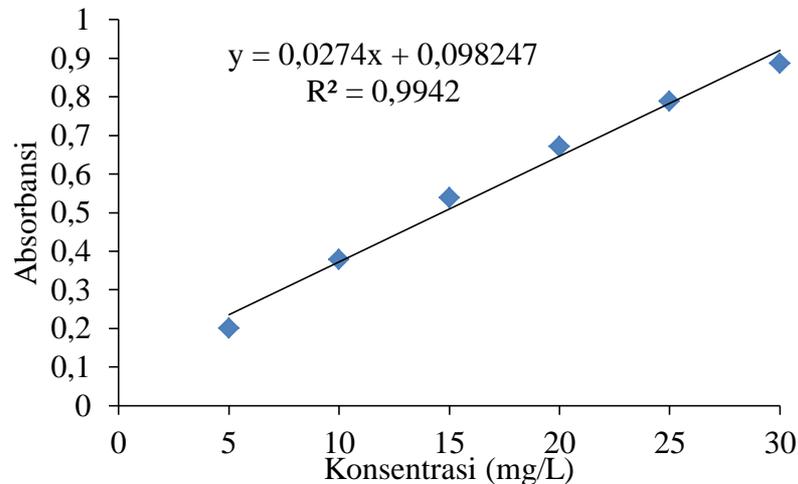
3.4. Analisis Kuantitatif

Untuk mengetahui perbedaan kadar Fe dan Zn dalam sampel selada air, maka dilakukan uji kuantitatif menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) yang dilengkapi lampu katoda logam Fe dan lampu katoda logam Zn.

Perlakuan yang pertama kali dilakukan adalah pembuatan larutan standar Fe dan Zn 1000 mg/L menjadi 100 mg/L. Pembuatan larutan 1000 mg/L didapatkan dari memipet masing-masing 10 ml standar Fe 1000mg/L dan standar Zn 1000mg/L Zn dalam HNO_3 0,5 mol/L, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan diadkan hingga tanda batas dengan menggunakan pelarut (HNO_3 0,5 mol dalam 1000mL aquabides).

1. Besi

Larutan baku Fe 100 mg/L kemudian dibuat 6 seri konsentrasi dengan seri konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 mg/L. Larutan seri tersebut dianalisis untuk mendapatkan persamaan regresi linier dan koefisien korelasi dari masing-masing larutan baku. Larutan dianalisis pada spektrofotometri serapan atom dengan panjang gelombang 248,3 nm. Kurva kalibrasi Fe dapat dilihat pada gambar 1.

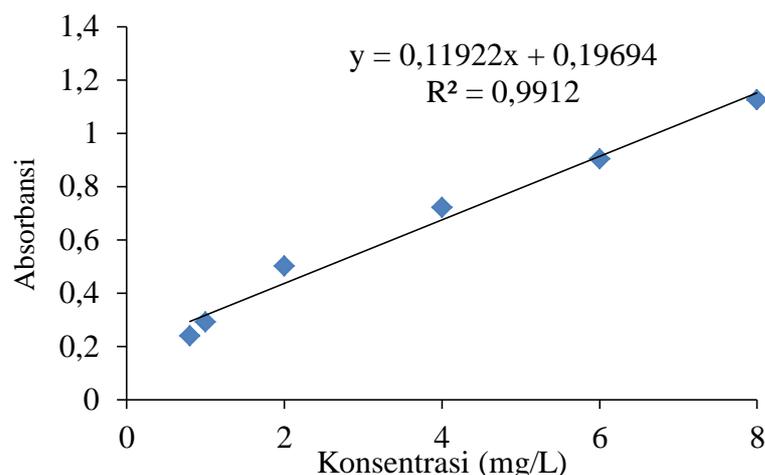


Gambar 1. Kurva Baku Standar Fe

Persamaan garis regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi menggunakan deret konsentrasi larutan standar adalah $y = 0,0274x + 0,098247$ dengan korelasi $R^2 = 0,9942$. Koefisien korelasi yang memiliki nilai mendekati 1 menunjukkan bahwa kurva kalibrasi yang dibuat telah membentuk suatu garis lurus (linear) [14].

2. Seng

Larutan baku Zn 100 mg/L dibuat 6 seri konsentrasi dengan seri konsentrasi 0,8; 1; 2; 4; 6 dan 8 mg/L. Larutan seri tersebut dianalisis untuk mendapatkan persamaan regresi linier dan koefisien korelasi dari masing-masing larutan baku. Larutan dianalisis pada spektrofotometri serapan atom dengan panjang gelombang 231,9 nm. Kurva kalibrasi Zn dapat dilihat pada gambar 2.

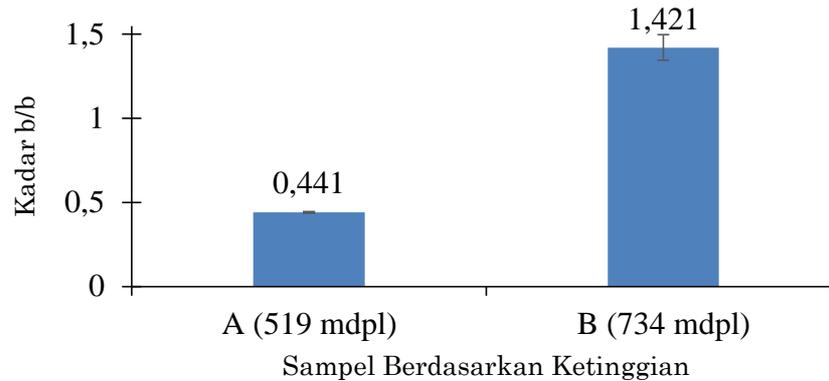


Gambar 2. Kurva Baku Standar Zn

Persamaan garis regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi menggunakan deret konsentrasi larutan standar adalah $y = 0,11922x + 0,19694$ dengan korelasi $R^2 = 0,9912$. Koefisien korelasi yang memiliki nilai mendekati 1 menunjukkan bahwa kurva kalibrasi yang dibuat telah membentuk suatu garis lurus (linear) [14].

Perlakuan selanjutnya adalah pengujian sampel dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) yang dilengkapi lampu katoda logam Fe dan lampu katoda logam Zn. Prinsip SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) didasarkan pada cahaya

atom. Cahaya akan diserap oleh panjang gelombang tertentu, bergantung pada sifat unsurnya. Pada panjang gelombang ini cahaya mempunyai tingkat elektrolit suatu atom, transisi elektronik suatu atom bersifat spesifik [5]. Pada penelitian ini sampel dibaca absorbansinya dengan panjang gelombang untuk logam Fe 248,3 nm dan logam Zn 231,9 nm. Rata-rata kadar Fe dapat dilihat pada gambar 3.

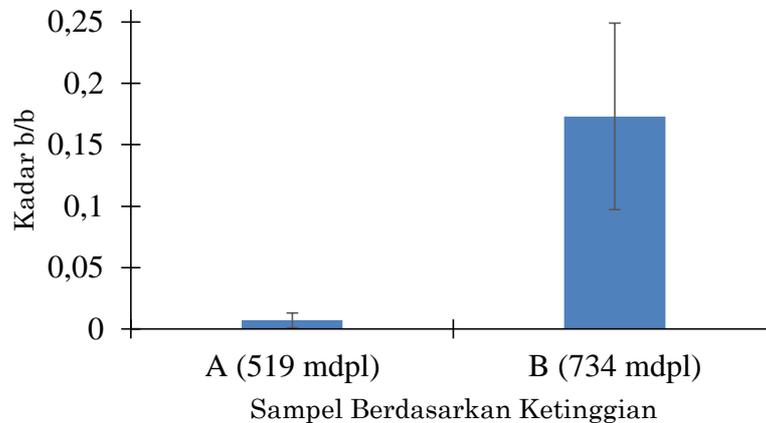


Gambar 3. Data Kadar Fe Dalam Sampel

Data rata-rata kadar besi yang menunjukkan kadarnya tinggi diperoleh dari sampel yang diambil dari Desa Tambakboyo, Kecamatan Blado, Kabupaten Batang dengan ketinggian ± 734 mdpl. Rata-rata kadarnya adalah 1,421 mg/100g. Hasil yang diperoleh belum memenuhi standar kadar besi dalam selada air yang ditetapkan oleh Direktorat Jendral Kesehatan Masyarakat, 2017 yakni sebesar 2,4 mg/100gr.

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya perbedaan kadar zat besi (Fe) diantaranya adalah perbedaan daerah tempat tumbuh tanaman dimana setiap daerah memiliki kandungan unsur hara yang berbeda pula. Bagian mineral dari tanah dibentuk dari batuan induk oleh proses-proses pelapukan fisik, kimia dan biologi. Susunan bahan organik tanah terdise dari sisa biomassa tanaman dari berbagai tingkat penguraian atau pembusukan. Kebanyakan hara terdapat dalam mineral dan bahan organik dimana dalam keadaan demikian tidak larut serta tidak tersedia bagi tanaman. Unsur hara yang tersedia melalui pelapukan mineral dan penguraian bahan organik. Pada dasarnya kadar bahan organik dan mineral dalam tanah pada suatu daerah dengan daerah lain berbeda tergantung dari tingkat keasaman, ketinggian, cuaca dan warna tanah [15].

Perbedaan hasil yang diperoleh ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya distribusi zat besi dari dalam tanah menuju ke jaringan tumbuhan. Serapan zat besi terkait dengan kemampuan perakaran mereduksi ferri (Fe^{+3}) menjadi ferro mutlak sebelum kation ini dapat diserap akar tumbuhan dimana kapasitas mereduksi akar tanaman akan meningkat jika tanaman mengalami desakan zat besi [15].



Gambar 4. Data Kadar Fe Dalam Sampel

Data rata-rata kadar seng yang menunjukkan kadar yang tinggi diperoleh dari sampel yang diambil dari Desa Tambakboyo, kecamatan Blado, Kabupaten Batang dengan ketinggian ± 734 mdpl. Rata-rata kadarnya adalah 0,173 mg/100g. Hasil analisis kuantitatif seng dalam sampel menunjukkan kadar seng sedikit berbeda dengan yang ditetapkan oleh Direktorat Jendral Kesehatan Masyarakat, 2017 yakni sebesar 0,2 mg/100gr.

Adapun faktor yang menyebabkan perbedaan kadar seng yaitu pada saat proses pendestruksian. Dimana pada proses pendestruksian diperlukan campuran asam guna mengoksidasi senyawa dan melarutkan logam yang akan dianalisis. Asam yang digunakan dalam penelitian ini adalah HNO_3 pekat saja, seharusnya campuran asam yang digunakan adalah HNO_3 pekat dan HCl pekat. Penambahan larutan HCl pekat bertujuan untuk mempercepat pemutusan ikatan antara senyawa organik dengan logam Zn dan melarutkan sisa-sisa logam Zn yang belum larut dengan larutan HNO_3 [16].

Perbedaan kadar yang diperoleh dari masing-masing sampel disebabkan karena faktor yang mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman salah satunya adalah ketinggian tempat. Semakin tinggi suatu tempat kondisi lingkungan yang dihasilkan juga berbeda, seperti suhu dan intensitas cahaya. Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu tanaman. Sehingga diduga bahwa perbedaan ketinggian tempat akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Akibatnya serangkaian proses metabolisme pada tanaman tersebut juga akan terganggu seperti terjadinya cekaman sehingga senyawa yang dihasilkan dari proses tersebut akan berbeda-beda pada setiap ketinggian. Selain ketinggian tempat, faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi senyawa pada tumbuhan [17].

Perbedaan ketinggian tempat dapat menghasilkan perbedaan kondisi lingkungan yang signifikan. Kondisi lingkungan akan membentuk suatu sistem yang dapat berpengaruh pada tanaman yang tumbuh pada lingkungan tersebut. Kondisi lingkungan sangat berpengaruh pada proses fisiologis tanaman baik berupa metabolisme primer maupun sekunder. Metabolisme primer akan menghasilkan pertumbuhan yang dapat diamati dari morfologi tanaman tersebut sedangkan metabolisme sekunder merupakan hasil akhir dari metabolis primer yang dapat berupa mekanisme kimia yang terjadi dalam tubuh tanaman [17].

4. Kesimpulan

1. Sampel daun selada air positif mengandung Fe dan Zn. Rata-rata kadar Fe dalam daun selada air pada sampel A sebesar 0,441 mg/100 g dan sampel B sebesar 1,421 mg/100 gr sedangkan rata-rata kadar Zn pada sampel A sebesar 0,007 mg/100 g dan sampel B sebesar 0,173 mg/100 g. Kadar Fe dan Zn tertinggi berasal dari Desa Tambakboyo, Kecamatan Blado, Kabupaten Batang dengan ketinggian tempat tumbuh mencapai 513 mdpl.
2. Ketinggian suatu tempat berpengaruh terhadap kadar Fe dan Zn daun selada air. Semakin tinggi suatu tempat, maka kandungan Fe dan Zn pada tanaman semakin tinggi.

Referensi

- [1] I. Trisnawati, "Hubungan Asupan Fe, Zinc, Vitamin C Dan Status Gizi Dengan Kejadian Anemia Pada Remaja Putri Di Smp Negeri 4 Batang," Karya ilmiah. Univeristas Muhammadiyah Surakarta, 2014.
- [2] D. G. M. Direktorat Jendral Kesehatan Masyarakat, *Tabel Komposisi Pangan Indoensia 2017*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017.
- [3] H. Rahmawati, *Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Selada Air (Nasturtium Officinale r. br). Prosiding Rakernas Dan Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Apoteker Indoneisa*, 2016.
- [4] Faqihuddin and M. I. Ubaydillah, "Perbandingan Metode Destruksi Kering Dan Destruksi Basah Instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) Untuk Analisis Logam," *Semin. Nas. Has. Ris. dan Pengabd. Ke-III (Snhrp-Iii 2021) Perbandingan*, No. 86, Pp. 121–127, 2021.
- [5] Sultan, "Analisis Besi, Seng, Tembaga, Klorida Dan Sulfat Pada Mata Air pegunungan Di Desa Kaero Kecamatan Sangalla Kabupaten Tana Toraja," Skripsi Universitas Hasanuddin, Makasar, 2021.
- [6] R. M. Abarca, "Perbandingan Pengukuran Kadar Air Metode Moisture Analyzer Dengan Metode Oven Pada Produk Biskuit Sandwich Cookies Di Pt Mondelez Indonesia Manufacturing," Skripsi. Institut Teknologi Pertanian, 2021.
- [7] A. O. O. A. C. AOAC, *Official Method Of Analisis Of the Assocoation Of Analytical of Chemist*. New York: Arlington, 2005.
- [8] S. Handayani, K. R. Wirasutisna, and M. Insanu, "Penapisan Fitokimia Dan Karakterisasi Simplisia Daun Jambu Mawar," *farmasi*, vol. 5, no. 3, p. 10, 2017.
- [9] Y. Zhu *et al.*, "Determination Of Total Acid Content and Moisture Content During Solid-State Fermentation Processes using hyperspectral Imaning," *J. food Eng.*, vol. 10, no. 15, pp. 1016–1019, 2015.
- [10] T. F. Prasetyo, A. F. Isdiana, and H. Sujadi, "Implementasi Alat Pendeteksi Kadar Air pada Bahan Pangan Berbasis Internet Of Things," *Smartics J.*, vol. 5, no. 2, pp. 81–96, 2019, doi: 10.21067/smartics.v5i2.3700.
- [11] O. D. Rizqa, "Standardisasi Simplisia Daun Justicia gendarusssa Burm f . dari berbagai Tempat Tumbuh," *Dep. Farmakognosi dan Fitokimia Univ. Airlangga*, pp. 14–18, 2010.
- [12] R. Nurhaini, M. A. Annisa, and C. H. Mustofa, "Analisis Kandungan Zat Besi (Fe) Pada Daun Kelor (Moringa oleifera Lam.) Di Desa Keposong, Musuk, Boyolali Dengan Spektrofotometri Serapan Atom," *Pharm. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 17–25, 2018.
- [13] E. Amelia, J. Arief, and R. Hakim, "Preparasi Penentuan Kadar Logam Pb, Cd Dan Cu Dalam Nugget Ayam Rumput Laut Merah," *J. Sains Dan Seni Pomits*, vol. 2, no. 2, pp. 6–8, 2013.
- [14] K. Khaira, "Penentuan kadar besi (Fe) air sumur dan air PDAM dengan metode spektrofotometri," *Jurnal Sainstek*, vol. 5, no. 1. pp. 17–23, 2013.
- [15] W. O. Rustiah, "Analisis Kandungan Zat Besi (Fe) Pada Buah Kelor (Moringa Oleifera) Asal Kabupaten Pangkep," *J. Med.*, vol. 1, no. 2, pp. 62–67, 2021, doi: 10.53861/jmed.v1i2.111.
- [16] Z. Saadah, M. Alahudin, and E. Susilaningsih, "Perbandingan metode destruksi kering dan basah untuk analisis Zn dalam susu bubuk," *Indo. J. Chem. Sci*, vol. 3, no. 3, pp. 188–192, 2014.

- [17] A. Ariska, “Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh Terhadap Kadar Flavonoid Total Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kipahit (*Tithonia diversifolia*),” Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2022.