

PENENTUAN KADAR KALSIUM (Ca) DAN BESI (Fe) PADA SAYURAN BAYAM HIJAU (*Amaranthus tricolor*) DAN BAYAM MERAH (*Alternanthera ficoidea*) DI PARIGI MOUTONG

Determine Calcium Level (Ca) and Iron (Fe) on Red and Green Spinaches at Parigi Moutong

*Vina Febriyani, Nurdin Rahman, dan Ratman

Pendidikan Kimia/FKIP – Universitas Tadulako, Palu – Indonesia 94118

Received 02 September 2019, Revised 07 October 2019, Accepted 15 November 2019

doi: [10.22487/j24775185.2019.v8.i4.pp230-235](https://doi.org/10.22487/j24775185.2019.v8.i4.pp230-235)

Abstract

This research aims to determine calcium level (Ca) and iron (Fe) on red and green spinaches at Parigi Moutong. The method used in this research is spectrodirect method. The research result shows that the calcium level (Ca) and iron (Fe) on green spinach was 0.97 mg/kg and red spinach was 58.33 mg/kg at Pelawa village, while the calcium level (Ca) and iron (Fe) on green spinach was 0.62 mg/kg and red spinach was 50.39 mg/kg. From the research results obtained, it can be seen that the level of calcium and iron on red and green spinach in where the red spinach levels higher than the green spinach levels.

Keyword: Calcium and iron, green spinach (*amaranthus tricolor*) and red spinach (*altrnanthera ficoidea*), spektrodirect

Pendahuluan

Indonesia kaya akan berbagai jenis sayuran. Sayuran merupakan hasil pertanian yang berdaya guna sebagai penunjang gizi dan sumber pendapatan masyarakat. Produksi sayuran di Indonesia cukup besar, salah satu diantaranya adalah sayuran bayam. Sayuran bayam ini banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan banyak dijumpai di pasar, baik di pasar rakyat, maupun di pasar swalayan. Sayuran bayam digemari karena rasa dan kandungan gizinya. Bayam banyak mengandung vitamin A dan C serta sedikit vitamin B. Sayuran bayam pun banyak mengandung garam-garam mineral yang penting seperti kalsium, fosforus dan besi (Sunarjono, 2003).

Bayam (*Amaranthus sp.*) merupakan sayuran daun yang bergizi tinggi dan digemari oleh semua lapisan masyarakat. Daun bayam dapat dibuat berbagai jenis sayur mayur misalnya sayur bening, pecel, dan gado-gado. Kandungan zat besi dan kalsium dalam daun bayam dibutuhkan dalam tubuh manusia sebagai pembentuk tulang, gigi, proses fisiologis serta proses biokimia. Angka kecukupan gizi (mineral kalsium) setiap orang per hari dapat berbeda-beda tergantung dari usia, jenis kelamin dan berat badan. Konsumsi yang dianjurkan untuk anak di bawah 10 tahun sebanyak 0,5 g per orang per hari dan dewasa 0,5-0,7 gram per orang per hari (Sunarjono, 2003).

Kalsium merupakan salah satu nutrien esensial yang dibutuhkan untuk berbagai fungsi tubuh (Gobinathan dkk., 2009). Kalsium merupakan komponen penting dalam pembentukan tulang dan gigi. 99% jumlah kalsium ditentukan disini, disamping itu kalsium merupakan komponen penting untuk kehidupan sel dan cairan jaringan. Kalsium juga penting dalam aktivitas beberapa sistem enzim

dan juga terlibat dalam sistem koagulasi darah yang unsur kalsiumnya terdapat dalam plasma. Penyerapan kalsium sangat bervariasi tergantung umur dan kondisi badan. Pada waktu kanak-kanak atau waktu pertumbuhan sekitar 50-70% (Ridwan, 2008).

Kekurangan asupan kalsium dalam tubuh manusia menyebabkan abnormalitas metabolisme terutama pada usia dini, gangguan pertumbuhan seperti tulang kurang kuat, mudah bengkok, dan rapuh. Pada Orang dewasa dengan usia di atas 50 tahun, akan kehilangan kalsium dari tulangnya sehingga menjadi rapuh dan mudah patah yang dikenal sebagai osteoporosis (Fitriani, 2012). Osteoporosis dapat dipercepat oleh keadaan stres sehari-hari. Osteoporosis lebih banyak terjadi pada wanita dari pada laki-laki dan lebih banyak pada orang kulit putih dari pada kulit berwarna, disamping itu osteoporosis lebih banyak terjadi pada perokok dan peminum alkohol. Kadar kalsium darah yang sangat rendah dapat menyebabkan tetani atau kejang. Tetani kadang terjadi pada bayi baru lahir yang diberi minuman susu sapi yang tidak diencerkan (Almatsier, 2013). Kekurangan kalsium dapat menimbulkan defisiensi kalsium yang berdampak pada berbagai keluhan pada tulang, gigi, darah, saraf dan metabolisme tubuh.

Konsumsi kalsium hendaknya tidak melebihi 2500 mg sehari. Kelebihan kalsium dapat menimbulkan batu ginjal atau gangguan ginjal, disamping itu dapat menyebabkan konstipasi (susah buang air besar). Kelebihan kalsium bisa terjadi bila menggunakan suplemen kalsium berupa tablet atau bentuk lain (Almatsier, 20013).

Zat besi (Fe) merupakan mineral makro dalam kerak bumi, tetapi dalam sistem biologi tubuh merupakan mineral mikro. Pada hewan, manusia, dan tanaman, Fe termasuk logam esensial, bersifat kurang stabil, dan secara perlahan berubah menjadi besi (Fe II) atau besi(Fe III) (Arifin, 2008). Besi merupakan mineral mikro yang paling banyak terdapat di dalam tubuh manusia dan hewan, yaitu

*Correspondence :

Vina Febriyani
Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako
e-mail: Vinafebriyani@gmail.com
Published by Universitas Tadulako 2019

sebanyak 3-5 gram di dalam tubuh manusia dewasa. Besi mempunyai beberapa fungsi esensial di dalam tubuh yaitu sebagai alat angkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, sebagai alat angkut electron di dalam sel, dan sebagai bagian terpadu berbagai reaksi enzim di dalam jaringan tubuh (Almatsier, 2003). Zat besi dalam dalam tubuh berperan penting dalam berbagai reaksi biokimia, antra lain dalam memproduksi sel darah merah. Zat besi berperan sebagai pembawa oksigen, bukan saja oksigen pernapasan menuju jaringan, tetapi juga dalam jaringan atau dalam sel (King, 2006).

Fungsi utama besi adalah bersama-sama dengan protein dan tembaga membentuk sel darah merah (hemoglobin). Besi juga meningkatkan kualitas darah dan meningkatkan ketahanan terhadap stres dan penyakit. Besi penting bagi pembentukan formasi mioglobin yang terdapat pada otot. Defisiensi zat besi dapat menyebabkan anemia (dengan gejala cepat lelah dan pucat) serta konstipasi (Andarwulan dkk., 2011). Besi memegang peranan dalam sistem kekebalan tubuh, besi berfungsi sebagai pelarut obat-obatan. Obat-obatan tidak larut air, dapat larut oleh enzim yang mengandung besi dapat dilarutkan hingga dapat keluar dari tubuh (Almatsier, 2003).

Besi dalam tubuh berasal dari tiga sumber, yaitu hasil perusak sel-sel darah merah (hemolisis), dari penyimpana di dalam tubuh, dan hasil penyerapan pada saluran pencernaan (King, 2006). Dari ketiga sumber tersebut, Fe hasil hemolisis merupakan sumber utama. Bentuk-bentuk senyawa yang ada ialah senyawa *heme* (hemoglobin, mioglobin, enzim *heme*) dan poliporfirin (tranfirin, ferritin, dan hemosiderin). Sebagian besar Fe disimpan dalam hati, limpa, dan sumsum tulang. Unsur besi merupakan komponen utama dari hemoglobin (Hb), sehingga kekurangan besi dalam pakan akan mempengaruhi pembentukan Hb. Sel darah merah mudah (korpuskula) mengandung Hb yang diproduksi dalam sumsum tulang untuk mengganti sel darah merah yang rusak. Dari sel darah merah yang rusak ini besi dibebaskan dan digunakan lagi dalam pembentukan sel darah merah muda (Arifin, 2008).

Besi merupakan logam berat yang dibutuhkan dimana zat ini dibutuhkan dalam proses untuk menghasilkan oksidasi enzim cytochrome dan pigmen pernapasan (Hasbi, 2007). Ferrum atau zat besi terdapat dalam hampir semua sel tubuh dan memegang peranan penting. Ferrum dibutuhkan untuk produksi hemoglobin (Hb), sehingga kekurangan zat besi dapat menyebabkan anemia (Marzuki, dkk., 2013). Besi (Fe) dan zink (Zn) merupakan logam esensial yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil <100 mg/hari (Mulyaningsih, 2009). Namun dalam jumlah tertentu dibutuhkan tubuh namun dalam jumlah berlebihan menimbulkan efek toksik (Hasni & Ulfa, 2016). Variasi faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, pH, kecepatan arus dan jenis sedimen juga memberikan kontribusi yang cukup penting terhadap kandungan logam Fe (Supriyantini & Endrawati, 2015). Indikasi adanya logam Fe ditandai dengan air berwarna kekuningan dan berbau (Irawan, Dahlan & Retno, 2011). Ferrum/zat besi terdapat dalam hampir semua sel

tubuh dan memegang peranan penting. Ferrum dibutuhkan untuk produksi hemoglobin (Hb), sehingga kekurangan zat besi dapat menyebabkan anemia (Marzuki, dkk., 2013). Besi (Fe) dan seng (Zn) merupakan logam esensial yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil <100 mg/hari (Mulyaningsih, 2009).

Kekurangan zat besi dapat disebabkan oleh gangguan penyerapan besi dalam saluran pencernaan. Bila cadangan besi tidak mencukupi dan berlangsung terus-menerus maka pembentukan sel darah merah berkurang dan selanjutnya menurunkan aktivitas tubuh (Arifin, 2008). Kekurangan besi pada umumnya menyebabkan pusat, rasa lemah, letih, pusing, kurang nafsu makan, menurunnya kebugaran tubuh, menurunnya kemampuan kerja, menurunnya kekebalan tubuh dan gangguan penyembuhan luka, disamping itu kemampuan mengatur suhu tubuh menurun. Pada anak-anak kekurangan besi menimbulkan apatis, mudah tersinggung, menurunnya kemampuan untuk berkonsentrasi dan belajar. Tetapi kelebihan besi juga tidak baik buat kesehatan, karena akan mengakibatkan rasa nek, muntah, diare, denyut jantung meningkat, sakit kepala, mengigau dan pingsan (Almatsier, 2003).

Sayuran bayam hijau mengandung kalsium sebanyak 267,0 mg/100 g dan sayuran bayam merah sebanyak 368,0 mg/100 g (Emirta & Yani, 2013). Penelitian mengenai penentuan kadar kalsium (Ca) pada sayuran bayam (*amaranthus sp*) yang beredar di Pasar Manado Kota Palu menggunakan metode kompleksometri dengan menggunakan EDTA diketahui bahwa kandungan kalsium dalam sampel bayam yang belum dimasak adalah 3,86% atau 386 mg/100 g untuk bayam hijau dan 4,45% atau 445 mg/100 g untuk bayam merah. Sedangkan dalam sampel bayam yang sudah dimasak, untuk bayam hijau adalah 2,87% atau 287 mg/100 g dan bayam merah adalah 3,76% atau 376 mg/100 g (Fitriyawati, 2008).

Sulawesi Tengah khususnya Kabupaten Parigi Moutong dari penelusuran berbagai literatur yang dilakukan sampai sejauh ini, belum ditemukan adanya penelitian tentang kadar zat besi pada sayuran bayam. Tulisan ini dimaksudkan untuk mendeskripsikan kadar kalsium (Ca) dan besi (Fe) pada sayuran bayam hijau (*Amaranthus tricolor*) dan bayam merah (*Alternanthera ficoidea*) yang ada di Parigi Moutong.

Metode

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah, neraca digital, labu ukur, gelas kimia, cawan porsalin, batang pengaduk, pipet tetes, oven, gegap, *Spectro Direct* (Spectroll II), Tanur, desikator, kertas saring, corong, botol semprot dan *stopwatch*.

Bahan yang digunakan sampel sayuran bayam hijau dan bayam merah yang diperoleh dari Pelawa dan Sausu, larutan HNO₃ pekat, aquades, pereaksi Kalsium yaitu metil petaline dan pereaksi Besi (Fe).

Persiapan sampel

2 gram sampel sayuran bayam hijau dan bayam merah, kemudian menambahkan larutan

HNO₃ pekat sebanyak 20 mL ke dalam masing-masing sampel, dimana fungsi HNO₃ untuk mengoksidasi senyawa-senyawa organik yang masih terdapat dalam sampel. Selain itu agar senyawa-senyawa lain yang masih terdapat dalam sampel terurai, kemudian disaring, hingga terpisah antara filtrat dan residu. Selanjutnya filtrat yang diperoleh selanjutnya diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL.

Penentuan kadar air

Sampel sayuran bayam hijau dan bayam merah dipotong-potong ± 1 cm, selanjutnya dikeringkan tanpa matahari diangin-anginkan pada suhu kamar, kemudian dimasukkan ke dalam cawan penguap dan ditimbang sebanyak 100 gram, lalu dipanaskan dalam oven pada suhu 50°C selama ± 1 jam. Setelah itu setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kemudian ditentukan kadar airnya dengan rumus sebagai berikut (Sudarmadji, dkk., 1989):

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Penentuan kadar abu

Sampel sayuran bayam hijau dan sayuran bayam merah, lalu sampel sayuran bayam hijau dan bayam merah kering diabukan dalam tanur pada suhu 400°C selama ± 1 jam. Kemudian abu yang diperoleh ditimbang dan ditentukan kadar abunya dengan rumus sebagai berikut (Sudarmadji, dkk., 1989):

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Analisis kadar kalsium (Ca) & Besi (Fe) menggunakan Spektro Direct

1,5 gram sampel ditimbang, kemudian menambahkan larutan HNO₃ pekat sebanyak 10 mL pada masing-masing sampel dimana fungsi HNO₃ untuk mengoksidasi senyawa-senyawa organik yang terdapat pada sampel. Selain itu agar senyawa-senyawa lain yang masih terdapat dalam sampel terurai, kemudian disaring sampai terpisah antara filtrat dan residu. Selanjutnya filtrat yang diperoleh kemudian diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL sampai tanda batas.

Larutan yang sudah siap untuk dianalisis dimasukkan ke dalam *vial* (tempat sampel berukuran 10 mL yang bentuknya menyerupai botol). Analisis kadar Ca pada sayuran bayam hijau dan bayam merah dilakukan dengan cara memasukkan masing-masing 10 mL sampel ke dalam *vial*, dimana sampel sayuran bayam ke dalam 3 buah *vial* dan menambahkan reagen (pereaksi) Ca yaitu metil petaline ke dalam masing-masing *vial* tersebut, kemudian dikocok sampai pereaksi larut semua menjadi homogen.

Analisis kadar Fe dan kadar dan menambahkan metil petaline 1 dan 2 ke dalam *vial* masing-masing 1 tablet phosphate, ke dalam *vial* kemudian dikocok sampai pereaksi larut semua menjadi homogen. Dalam penelitian ini masing-masing sampel sayuran

bayam akan dianalisis kadar Ca dan kadar Fe dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali. Sampel dianalisis menggunakan *Spectro Direct*, selanjutnya hasil yang diperoleh dirata-ratakan.

Hasil dan Pembahasan

Kadar air dan kadar abu

Hasil penelitian ini menunjukkan sayuran bayam yang diperoleh dari Pelawa dan Sausu mempunyai kadar air sebesar 94,8%. Air di dalam bahan pangan ada dalam tiga bentuk, yaitu air bebas, air terikat lemah atau air teradsorpsi dan air terikat kuat. Pada pengukuran kadar air bahan pangan, air yang terukur adalah air teradsorpsi. Jadi, kadar air suatu bahan pangan merupakan gabungan dari air bebas dan air teradsorpsi di dalam bahan tersebut (Legowo dkk., 2007).

Langkah selanjutnya yaitu penentuan kadar abu, dimana suatu sampel padat perlu ditentukan untuk melakukan estimasi berapa banyak unsur-unsur anorganik atau mineral yang terkandung dalam sampel. Ada dua prosedur yang umum digunakan untuk mendestruksi bahan-bahan organik dalam sampel, yaitu dengan oksidasi basah (*wet oxidation*) dan pengabuan kering (*dry ashing*) (Lubis, 2014).

Penelitian ini destruksi sampel menggunakan prosedur pengabuan kering. Fungsi dari destruksi yaitu untuk memutuskan ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis. Kadar abu dapat ditentukan dengan cara mengabukan sampel yang akan dianalisis, dimana sampel tersebut dihilangkan kadar airnya dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C, kemudian dimasukan kedalam desikator dan menimbang. Sampel tersebut akan diabukan dalam tanur pada suhu 50°C, kemudian menimbang sampel tersebut.

Pengukuran konsentrasi logam dilakukan dengan menggunakan alat *Spektro Direct*. Jika menggunakan alat ini cuplikan suatu sampel yang akan diukur haruslah berupa larutan yang berwarna. Oleh karena itu sampel tidak berwarna harus terlebih dulu dibuat berwarna dengan menggunakan reagen yang akan menghasilkan senyawa berwarna. Sampel abu yang diperoleh dari proses pengabuan dilarutkan dengan HNO₃ pekat dan dikomplekskan dengan reagen. HNO₃ berfungsi sebagai mengoksidasi senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam sampel. Reagen yang digunakan pada penelitian ini harus spesifik yang hanya bereaksi dengan logam yang akan dianalisis. Selain itu senyawa berwarna yang dihasilkan harus stabil untuk jangka waktu lama (Sastroamidjojo, 2007).

Tabel 1. Kadar logam kalsium (Ca) dalam sampel sayuran bayam merah yang ada di desa Pelawa

Sampel	Perlakuan	Konsentrasi cuplikan (mg/L)	Konsentrasi berat kering (mg/kg)
Sayuran bayam merah	I	31	59,61
	II	30	57,69
	III	30	57,69
	Rata-rata	30,3	58,33

Tabel 2. Kadar logam besi (Fe) dalam sampel sayuran bayam hijau yang ada di desa Pelawa

Sampel	Perlakuan	Konsentrasi pada cuplikan (mg/L)	Konsentrasi berat kering sampel (mg/kg)
Sayuran bayam hijau	I	0,67	1,28
	II	0,65	1,25
	III	0,69	1,28
	Rata-rata	0,67	1,27

Tabel 3. Kadar logam kalsium (Ca) dalam sampel sayuran bayam merah yang ada di desa Sausu

Sampel	Perlakuan	Konsentrasi pada cuplikan (mg/L)	Konsentrasi berat kering sampel (mg/kg)
Sayuran bayam merah	I	27	51,92
	II	27	51,92
	III	25	48,07
	Rata-rata	26,33	50,63

Tabel 4. Kadar logam besi (Fe) dalam sampel sayuran bayam hijau yang ada di desa Sausu

Sampel	Perlakuan	Konsentrasi pada cuplikan (mg/L)	Konsentrasi berat kering sampel (mg/kg)
Sayuran bayam hijau	I	0,35	0,67
	II	0,33	0,63
	III	0,30	0,57
	Rata-rata	0,33	0,62

Analisis konsentrasi kadar kalsium dan besi dikomplekskan dengan metil petaline. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah konsentrasi Ca dalam sampel sayuran bayam merah yang ada di desa Pelawa dengan nilai rata-rata yaitu 30,3 mg/L dengan konsentrasi berat kering sampel diperoleh nilai rata-rata yaitu 58,33 mg/Kg dan konsentrasi Fe dalam sampel sayuran bayam hijau yang ada di desa Pelawa dengan nilai rata-rata 0,67 mg/L dengan konsentrasi berat kering sampel diperoleh nilai rata-rata yaitu 1,27 mg/Kg. Dan untuk Ca dalam sampel sayuran bayam merah yang ada di Sausu yaitu dengan nilai rata-rata 26,33 mg/L dengan konsentrasi berat kering yaitu 50,63 mg/Kg. dan konsentrasi besi (Fe) dalam sampel sayuran bayam hijau 0,33 mg/L dengan konsentrasi berat kering yaitu 0,62 mg/Kg.

Berdasarkan data yang diperoleh kadar kalsium dan besi pada sayuran bayam hijau dan bayam merah yang ada di desa sausu lebih rendah dibandingkan dengan sayuran bayam merah dan bayam hijau yang ada di desa pelawa. Hal ini dipengaruhi oleh tempat tumbuh di kedua tanaman tersebut (Ningsi dkk., 2016).

Perbedaan kandungan kalsium dan besi dalam 2 tempat dapat diasumsikan bahwa adanya kondisi lingkungan, iklim, unsur hara tanah, yang

mempengaruhi kandungan mineralnya. Unsur hara dalam tanah ini dapat mempengaruhi serat yang akan dihasilkan oleh buah pada tumbuhan yang ditanami disekitarnya. Untuk itu kesuburan tanah sangat mempengaruhi hasil yang akan diperoleh. Kesuburan tanah adalah suatu keadaan tanah dimana mata air, udara dan unsur hara dalam keadaan cukup seimbang dan tersedia sesuai kebutuhan tanaman, baik fisik, kimia dan biologi tanah (Schroeder, 1984). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar kalsium dan besi tertinggi terdapat pada sampel sayuran bayam hijau dan bayam merah yang diperoleh dari Pelawa. Kadar kalsium yang tinggi dalam tanah umumnya berpengaruh terhadap kemasaman tanah. Kehadiran kalsium menyebabkan kemasaman menjadi rendah atau pH tanah tinggi oleh karena itu, pengolahan hara kalsium melalui pemupukan dilapangan sering diupayakan selain untuk mencukupi kebutuhan kalsium tanaman juga digunakan untuk meningkatkan pH tanah dan menekan ketersediaan yang bersifat racun bagi perakaran. Kandungan mineral dalam tanaman sangat erat hubungannya dengan kandungan mineral dalam tanah, kandungan mineral dalam tanah dapat dipengaruhi penyerapan mineral oleh tanaman (Apandi, 1984).

Menurut Rocha dkk., (2014) kalsium dan besi berhubungan erat dengan pengembangan kerangka dan pemeliharaan dan mineralisasi tulang. Mineral utama yang diperlukan adalah kalsium dan besi . dapat dijumpai pada air-air berkesadahan tinggi (Ye dkk., 2006) Penelitian lain yang dilakukan oleh (Adebayo & Omitoyin, 2013). Ca kompleks dengan P dalam hidroksi pati untuk membentuk kepala, ekor, bahan kristal tulang dan berpartisipasi dalam beberapa proses fisiologi.

Kesimpulan

Rata-rata konsentrasi sampel bayam merah yang ada di desa Pelawa yaitu 30,3 mg/L dan bayam hijau 0,67 yang ada di desa pelawa memiliki kandungan kalsium dan besi terbanyak. Konsentrasi berat kering sampel Ca yang di desa Pelawa rata-rata 58,33 mg/kg dan untuk Fe yang di desa Pelawa rata-rata 1,27 mg/Kg dibandingkan konsentrasi sampel bayam merah yang ada di desa Sausu rata-rata yaitu 26,33 mg/L dan bayam hijau 0,33 yang ada di desa Sausu memiliki kandungan kalsium dan besi terendah dan konsentrasi berat kering sampel Ca yang di desa sausu rata-rata 50,63 mg/Kg dan untuk Fe yang di desa sausu rata-rata 0,62 mg/Kg.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ida Kesuma Utami selaku pengelola Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako.

Referensi

Adebayo, I. A., & Omitoyin, B. O. (2013). Essentiality of calcium supplement in the diets of heterobranchus bidorsalis fingerlings.

- International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 5(5), 98-103.
- Almatsier, S. (2003). *Prinsip dasar ilmu gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F., & Herawati, D. (2001). *Analisis pangan*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Apandi, M. (1984). *Teknologi buah dan sayur*. Bandung: Alumni Bandung.
- Arifin, Z. (2008). Beberapa unsur mineral esensial mikro dalam sistem biologi dan metode analisisnya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(3), 99-105
- Emirta, & Yani. (2013). *Analisa pengaruh calcium dan magnesium terhadap pertumbuhan tanaman*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Fitriyawati, W. (2008). *Penentuan kadar kalsium pada sayuran bayam (Amaranthus sp) yang beredar di pasar Manado*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Palu: Universitas Tadulako.
- Fitriani, N. C., Walanda, D. K., & Rahman, N (2012). Penentuan kalium (K) dan kalsium (Ca) dalam labu siam (Sechum edule) serta pengaruh tempat tumbuhnya. *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), 174-180.
- Gobinathan, P., Murali, P. V., & Panneeselvam, R. (2009). Interactive effects of calcium chloride on salinity-induced proline metabolism in pennisetum typhoides. *Advances in Biological Research*, 3(5-6), 168-173.
- Hasbi, R. (2007). *Analisis polutan logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam sedimen laut pelabuhan Pantoloan berdasarkan kedalamannya*. Palu: Universitas Tadulako
- Hasni, N. A. M., & Ulfa, A. M. (2016). Penetapan kadar logam besi (Fe) pada air sumur galian warga sekitar industri "x" kecamatan panjang dengan metode spektrofotometri serapan atom. *Jurnal Analis Farmasi*, 1(3), 163-168.
- Irawan, C., Dahlan, B., & Retno, N. (2011). Pengaruh massa adsorben, lama kontak dan aktivasi adsorben menggunakan HCl terhadap efektivitas penurunan logam berat (Fe) dengan menggunakan abu layang sebagai adsorben. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 2(3), 107-127.
- King, M. W. (2006). Clinical aspect of iron metabolism. *Journal Medical Biochemistry*, 15(9). 1-4.
- Legowo, A. M., Nurwantoro, & Sutaryo. (2007). *Buku ajar analisis pangan*. Bandung: UNDIP Press.
- Lubis, D. A., Said, I., & Suherman. (2013). Akumulasi logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada ikan kuniran (upeneus sulphureus). *Jurnal Akademika Kimia*, 3(2), 66-72
- Marzuki, A., Fujaya, Y., Rusydi, M., & Haslina. (2013). Analisis kandungan kalsium (Ca) dan besi (Fe) pada kepiting bakau (scylla olivacea) cangkang keras dan cangkang lunak dengan metode spektrofotometri serapan atom. *Farmasi dan Farmakologi*, 17(2), 31-34.
- Mulyaningsih, R. (2009). Kandungan unsur Fe dan Zn dalam bahan pangan produk pertanian, peternakan dan perikanan dengan metode K0-AANI. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*, X(2), 71-80.
- Ridwan, S. U. (2008). *Penetapan kadar kalsium (Ca) dan serat kasar pada rumput laut (eucheuma spinosum) yang dibudidayakan di perairan kota palu*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Palu: Universitas Tadulako.
- Rocha, C. B., Portelinha, M. K., Fernandes, J. M., Britto, A. C. P., Piedras, S. R. N. & Pouey, J. L. O. F. (2014). Dietary phosphorus requirement of pejerrey fingerlings (odontesthes bonariensis). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(2), 55-59.
- Schroeder, D. (1984). *Soils, facts and concepts*. Bern: Potash Institut.
- Sudarmadji, S., Haryono, B. & Suhardi. (1989). *Analisis bahan makanan dan pertanian (1st ed)*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Sunarjono, (2003). *Bertanam 30 Jenis Sayur*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Supriyantini, E., & Endrawati, H. (2015). Kandungan logam berat besi (Fe) pada air, sedimen, dan kerang hijau (perna viridis) di perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1), 38-45.
- Ye, C. X., Liu, Y. J., Tian, L. X., Mai, K. S., Du, Z. Y., Yang, H. J. (2006). Effect of dietary calcium and phosphorus on growth, feed efficiency, mineral content and body composition of juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 255, 263-271.