



Penetapan kadar kalsium dan kalium dalam brokoli (*Brassica Oleracea.L*) segar dan direbus secara spektrofotometri serapan atom

Determination of calcium and potassium levels in broccoli (*Brassica Oleracea.L*) fresh and boiled by atomic absorption spectrophotometry

Indriati¹, Ferdinan Jalung¹, Herviza Wulandary Pane^{2*}

¹Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan As Syifa Kisaran, Kisaran, Sumatera Utara, Indonesia.

²Program Studi Kebidanan, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan As Syifa Kisaran, Kisaran, Sumatera Utara, Indonesia.

*e-mail author: hwulandarypane@gmail.com

ABSTRACT

Background; Test for nutrient K (potassium) which plays a relatively large and important role in plant growth and development. This nutrient test can be carried out with many methods that are constantly evolving. One of them is testing the element of potassium by using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The sample used in the analysis of potassium nutrients is in the form of a solution. **Objectives;** Judging from the way it is consumed broccoli both fresh and boiled, this research aims to determine the levels of calcium and potassium in fresh and boiled broccoli. **Method;** The principle of analysis using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) is based on the energy absorption process carried out by atoms that are at the ground state level. Absorption of energy by these atoms will result in the excitation of electrons in the atomic shells to a higher energy level (excited state). Absorbance readings for each standard series solution were carried out using an Atomic Absorption Spectrophotometry (SSA) instrument at a wavelength (λ) of 766.9 nm for 3 repetitions. Based on the results obtained, the Limit of Quantification (LOQ) values using the instrument and calibration curve were 0.0149 mg/L and 8.6048 mg/L. **Results;** These results can be said to be good because the data results in ideal precision and accuracy, so the minimum concentration used is 0.0161 mg/L with the instrument and 8.6048 mg/L with the calibration curve. The results showed the level of calcium in broccoli is $(8,4047 \pm 1,0526)$ mg/100 gr and the steam of broccoli is $(7,8248 \pm 0,0427)$ mg/100gr. Level of potassium in fresh broccoli $(1385,0113 \pm 504,3401)$ mg/100 gr and steamed broccoli for $(832,4723 \pm 109,7511)$ mg/100 gr. **Conclusion;** The percentage reduction in calcium levels in broccoli after boiling was 5.76% while the potassium content was 42.65%, so it can be concluded that the calcium and potassium content in fresh broccoli is significantly higher than boiled broccoli.

Keywords: Calcium and Potassium Levels, Broccoli Fresh And Steamed, Atomic Absorption Spectrophotometry

ABSTRAK

Pendahuluan; Uji unsur hara K (kalium) yang mempunyai peranan relatif besar dan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Uji gizi ini dapat dilakukan dengan banyak metode yang terus berkembang. Salah satunya adalah pengujian unsur kalium dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Sampel yang digunakan dalam analisis unsur hara kalium berbentuk larutan. **Tujuan;** Dilihat dari cara konsumsi brokoli baik segar maupun rebus, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar kalsium dan kalium pada brokoli segar dan rebus. **Metode;** Prinsip analisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) didasarkan pada proses penyerapan energi yang dilakukan oleh atom-atom yang berada pada tingkat keadaan dasar. Penyerapan energi oleh atom-atom tersebut akan mengakibatkan tereksitasinya elektron-elektron pada kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi (keadaan tereksitasi). Pembacaan serapan tiap larutan seri standar dilakukan dengan menggunakan instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang (λ) 766,9 nm sebanyak 3 kali pengulangan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai Limit of Quantification (LOQ) menggunakan instrumen dan kurva kalibrasi adalah 0,0149 mg/L dan 8,6048 mg/L. **Hasil;** Hasil penelitian menunjukkan kadar kalsium pada brokoli segar sebesar $(8,4047 \pm 1,0526)$ mg/100 gr dan brokoli rebus sebesar $(7,8248 \pm 0,0427)$ mg/100gr. Kadar kalium pada brokoli segar sebesar $(1385,0113 \pm 504,3401)$ mg/100 gr dan brokoli rebus dengan sebesar $(832,4723 \pm 109,7511)$ mg/100 gr. **Kesimpulan;** Persentase penurunan kadar kalsium pada brokoli setelah direbus adalah 5,76% sedangkan kadar kalium sebesar 42,65%, sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan kalsium dan kalium pada brokoli segar lebih tinggi daripada brokoli rebus secara signifikan.

Kata kunci : Kadar kalsium dan kalium, brokoli segar dan direbus, spektrofotometri serapan atom

PENDAHULUAN

Menguji unsur hara K (kalium) yang mempunyai peranan relatif besar dan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tes nutrisi ini dapat dilakukan dengan menggunakan sejumlah metode yang terus berkembang. Pengujian unsur kalium salah satunya dilakukan dengan spektrofotometer serapan atom (AAS). 2 Sampel yang digunakan dalam analisis unsur hara kalium berbentuk larutan. Prinsip analisis spektrofotometri serapan atom (SSA) didasarkan pada proses penyerapan energi oleh atom-atom pada tingkat energi dasar (ground state). Penyerapan energi oleh atom-atom tersebut menyebabkan eksitasi elektron pada kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi (keadaan tereksitasi) (Ruchaemi, 2013).

Mengikuti proses penyerapan radiasi elektron oleh atom-atom bebas tersebut, eksitasi ini tidak stabil dan menyebabkannya kembali ke keadaan semula, disertai dengan pancaran energi radiasi yang memiliki panjang gelombang dan sifat tertentu untuk setiap unsur. Brokoli (*Brassica oleracea*, L.) merupakan tanaman bertangkai lunak dari keluarga Brassicaceae (sejenis kembang kol hijau) yang diyakini berasal dari Eropa dan

pertama kali ditemukan di Siprus, Italia bagian selatan, dan kawasan Mediterania. 2000 tahun yang lalu. Dalam beberapa tahun terakhir, warna dan ukuran bunga telah mengalami kemajuan pesat, khususnya di Denmark (Widyatama, 2014)..

Di Indonesia, brokoli dikenal dengan sebutan kubis hijau atau brokoli kecambah. Brokoli berasal dari bahasa Itali, dimana brocco berarti kecambah. Brokoli, sayuran asal Italia, bisa dimakan mentah, dimasak, atau dibuat sup. Brokoli kaya akan vitamin B, vitamin C, asam folat, dan beta-karoten. Selain itu, brokoli juga mengandung beberapa mineral seperti kalsium, zat besi, fosfor, kalium, dan belerang. Brokoli mengandung zat anti kanker seperti vitamin C, beta-karoten dan serat (Khopkar, 2018).

Brokoli juga kaya akan fitokimia yang melindungi terhadap beberapa jenis kanker dan penyakit jantung. Selain itu, brokoli membantu mengobati diabetes karena kandungan seratnya yang tinggi. University of California Wellness Letter menunjukkan bahwa brokoli mengandung kalsium yang tinggi, yang sangat penting untuk pembentukan dan pemeliharaan tulang. Kalsium merupakan mineral yang paling banyak jumlahnya

di dalam tubuh, yaitu 1,5-2% dari berat badan orang dewasa atau sekitar 1 kg. Dari jumlah tersebut, 99% kalsium tulang berada dalam keseimbangan dengan kalsium plasma pada konsentrasi sekitar 2,25 - 2,60 mmol/l (9 - 10,4 mg/100 ml), kepadatan tulang bervariasi seiring bertambahnya usia, mula-mula meningkat dan berangsur-angsur menurun. Setelah mencapai usia dewasa (Kusuma dan Andrianti, 2019).

Spektrofotometri serapan atom (SSA) didasarkan pada penyerapan cahaya oleh atom. Dalam metode ini, atom menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat masing-masing unsur. Kalium menyerap cahaya pada panjang gelombang (λ) 766,9 nm (Hazra, 2014). Cahaya yang dihasilkan pada panjang gelombang tersebut memiliki energi yang cukup untuk meluruh pada tingkat elektron suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik (Rohman, 2007).

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai Mei 2021. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Prodi Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan As Syifa Kisaran.

Alat

Spektrofotometer serapan atom Hitachi Z-2000 lengkap dengan lampu katoda kalsium dan kalium, Neraca analitik (AND GF-200), Hot plate, alat tanur Nabertherm, blender, kertas saring Whatman no.42, krus porselen dan alat-alat gelas (pyrex dan Oberol).

Bahan

Semua bahan yang digunakan dalam penelitian ini berkualitas pro analisa keluaran E. Merck kecuali disebutkan lain yaitu akuabides, asam sulfat 96% v/v, asam pikrat, etanol 96% v/v, larutan baku kalsium 1000 $\mu\text{g/ml}$, larutan baku kalium 1000 $\mu\text{g/ml}$ dan brokoli.

Pembuatan Pereaksi

Larutan HNO_3 (1:1), Larutan H_2SO_4 1 N, Asam Pikrat 1% b/v

Prosedur Kerja

Sebanyak 1000 gram brokoli segar tanpa kadar air yang ditentukan, dicuci menggunakan akuabides, lalu dikeringkan dan homogenkan. Sampel tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian masing-masing seberat 500 gram, satu bagian untuk brokoli segar dan satu bagian lagi untuk brokoli yang direbus. Kedua jenis brokoli tersebut dihaluskan menggunakan blender. Proses destruksi dilakukan dengan menimbang 25 gram sampel hasil homogenisasi, kemudian menaruhnya dalam krus porselen. Sampel tersebut dipanaskan di atas hot plate, lalu dipanaskan di dalam tanur dengan suhu awal 100°C, dinaikkan secara bertahap hingga mencapai 500°C dengan interval peningkatan suhu sebesar 25°C setiap 5 menit. Proses pengabuan dilakukan selama 48 jam, dihitung mulai saat suhu mencapai 500°C. Setelah itu, krus porselen dikeluarkan dari tanur dan didinginkan dalam desikator. Abu hasil pengabuan ditambahkan 5 ml HNO_3 (1:1) dan krus porselen dimasukkan kembali ke dalam tanur. Proses pengabuan dilakukan selama 1 jam, lalu dibiarkan hingga dingin dalam desikator. Setelah proses destruksi, sampel yang telah dihancurkan dilarutkan dalam 5 ml HNO_3 (1:1) dan dipindahkan ke dalam labu tentukur berukuran 50 ml. Labu tentukur tersebut kemudian dicuci dengan 10 ml akuabides sebanyak tiga kali dan diisi hingga garis tanda dengan akuabides. Selanjutnya, larutan hasil penyaringan difiltrasi menggunakan kertas saring Whatman No. 42. Pada tahap ini, 5 ml filtrat pertama dibuang untuk menjenuhkan kertas saring, sementara filtrat berikutnya ditampung ke dalam botol.

Pemeriksaan Kualitatif

1. Uji Kristal Kalsium dengan Asam Sulfat 1 N Larutan sampel hasil destruksi sebanyak 1-2 tetes diteteskan pada object glass kemudian ditetesi dengan larutan asam sulfat 1 N dan etanol 96% v/v akan terbentuk endapan putih. Hasil positif akan terlihat kristal berbentuk jarum.
2. Uji nyala Bersihkan kawat Ni/cr dengan HCL pekat lalu dipijar pada api bunsen sampai tidak memberikan warna khusus pada nyala bunsen. Kemudian celupkan sampel lalu dipijar pada api bunsen. Hasil positif mengandung kalium terbentuk warna ungu.

- Asam pikrat Larutan zat diteteskan 1-2 tetes pada object glass kemudian ditetesi dengan larutan asam pikrat, dibiarkan \pm 5 menit lalu diamati dibawah mikroskop. Hasil positif mengandung kalium kristal berbentuk jarum-jarum besar.

Pemeriksaan Kuantitatif

1. Pembuatan Kurva Kalibrasi Kalsium

Larutan baku kalsium (konsentrasi 1000 $\mu\text{g/ml}$) dipipet sebanyak 1 ml, dimasukkan ke dalam labu tentukur 50 ml dan dicukupkan hingga garis tanda dengan akuabides (konsentrasi 20 $\mu\text{g/ml}$). Larutan untuk kurva kalibrasi kalsium dibuat dengan memipet (1,25; 2,5; 3,75; 5,0; dan 6,25) ml larutan baku 20 $\mu\text{g/ml}$, (larutan ini mengandung (1,0; 2,0; 3,0; 4,0 dan 5,0) $\mu\text{g/ml}$ dan diukur absorbansi pada panjang gelombang 422,7 nm dengan nyala udara-asetilen

2. Pembuatan Kurva Kalibrasi Kalium

Larutan baku kalium (konsentrasi 1000 $\mu\text{g/ml}$) dipipet sebanyak 0,5 ml, dimasukkan ke dalam labu tentukur 50 ml dan dicukupkan hingga garis tanda dengan akuabides (konsentrasi 10 $\mu\text{g/ml}$). Larutan untuk kurva kalibrasi kalsium dibuat dengan memipet (1,25; 2,5; 5; 7,5; dan 10) ml larutan baku 10 $\mu\text{g/ml}$, (larutan ini mengandung (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; dan 4,0) $\mu\text{g/ml}$ dan diukur absorbansi pada panjang gelombang 766,50 nm dengan nyala udara-asetilen

3. Penetapan Kadar Kalsium dan Kalium dalam Sampel

Sebelum dilakukan penetapan kadar kalsium dan kalium dalam sampel, terlebih dahulu alat spektrofotometer serapan atom dikondisikan dan di atur metodenya sesuai dengan mineral yang akan diperiksa

4. Penetapan Kadar Kalsium dalam Brokoli Segar

Larutan sampel hasil destruksi dipipet sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 ml dan dicukupkan dengan akuabides sampai garis tanda (Faktor pengenceran = 25 ml/1 ml = 25 kali) diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom penetapan kadar kalsium dilakukan pada panjang

gelombang 422,7 nm dengan nyala udara-asetilen. Konsentrasi kalsium dalam sampel ditentukan berdasarkan persamaan garis regresi dari kurva kalibrasi

5. Penetapan Kadar Kalsium dalam Brokoli Rebus

Larutan sampel hasil destruksi dipipet sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 ml dan dicukupkan dengan akuabides sampai garis tanda (Faktor pengenceran = 25 ml/1 ml = 25 kali). Lalu diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom yang telah dikondisikan dan di atur metodenya dimana penetapan kadar untuk kalsium dilakukan pada panjang gelombang 422,7 nm dengan nyala udara-asetilen.

6. Penetapan Kadar Kalium dalam Brokoli Segar

Larutan sampel hasil destruksi dipipet sebanyak 0,1 ml dimasukkan ke dalam labu tentukur 50 ml dan dicukupkan dengan akuabides sampai garis tanda, Kemudian dari 50 ml diambil 2,5 ml dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 ml (Faktor pengenceran = 50 ml/0,1 ml x 25 ml/2,5 ml = 5000 kali). Lalu diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom dimana penetapan kadar untuk kalium dilakukan pada panjang gelombang 766,50 nm dengan nyala udara-asetilen

7. Penetapan Kadar Kalium dalam Brokoli Rebus

Larutan sampel hasil destruksi dipipet sebanyak 0,1 ml dimasukkan ke dalam labu tentukur 50 ml dan dicukupkan dengan akuabides sampai garis tanda, Kemudian dari 50 ml diambil 2,5 ml dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 ml (Faktor pengenceran = 50 ml/0,1 ml x 25 ml/2,5 ml = 5000 kali). Lalu diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom yang di atur metodenya dimana penetapan kadar untuk kalium dilakukan pada panjang gelombang 766,50 nm dengan nyala udara asetilen. Konsentrasi kalsium dalam sampel ditentukan berdasarkan persamaan garis regresi dari kurva kalibrasi. Kadar mineral kalsium dan kalium dalam sampel dapat dihitung dengan cara sebagai

$$\text{Kadar Logam } (\mu\text{g/g}) = \frac{\text{Konsentrasi } (\mu\text{g/ml}) \times \text{Volume (ml)}}{\text{Berat Sampel(g)}} \times \text{Faktor pengenceran}$$

Penentuan Batas Deteksi (Limit of Detection) dan Batas Kuantitasi (Limit of Quantitation)

$$\text{Simpangan Baku (SY/X)} = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y_i)^2}{n-2}}$$

$$\text{Batas deteksi (LOD)} = \frac{3x \frac{SY}{X}}{\text{slope}}$$

$$\text{Batas kuantitasi (LOQ)} = \frac{10x \frac{SY}{X}}{\text{slope}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan sebagai analisis pendahuluan untuk mengetahui ada atau tidaknya ion kalsium dan ion kalsium dalam sampel. Hasil analisis pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitatif

No	Ion yang dianalisis	Pereaksi	Hasil reaksi	Keterangan
1	Kalsium	Asam sulfat 1 N + etanol 96%	Kristal jarum	+
2	Kalsium	Asam Pikrat 1%	Kristal jarum	+

Keterangan : + : Mengandung ion

Hasil serapan dengan spektrofotometer serapan atom menunjukkan adanya absorbansi pada panjang gelombang kalsium yaitu 422,7 dan

kalium 766,50 nm sesuai yang tercantum pada literatur.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Kalsium dan Kalium dalam Sampel

No	Sampel	Kadar Kalsium (mg/100 g)	Kadar Kalium (mg/100 g)
1	Brokoli segar	8,4047 ±1,0526	1385,0113 ±504,3401
2	Brokoli rebus	7,8248 ±0,0427	832,4723±109,751

Data yang didapat kemudian dihitung berapa besar persentase penurunan kadar dari masing-masing mineral pada sampel yaitu

penurunan kadar kalsium pada brokoli segar dan penurunan kadar kalium pada brokoli segar pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penurunan Kadar kalsium dan kalium pada Brokoli segar dan Brokoli Rebus

Mineral	Kadar Sampel (mg/100g)		Penurunan Kadar
	BS	BR	
kalsium	8,4047	7,8248	5,76%
kalium	1385,0113	832,4723	42,65%

Berdasarkan Tabel 3 di atas dapat diketahui bahwa terdapat penurunan kadar kalsium dan kalium pada brokoli segar dan rebus yang diperoleh dari hasil analisis.

Penentuan kadar kalium (K) pada sampel teh dilakukan dengan metode kurva kalibrasi,

yaitu dengan membuat larutan deret standar yang memberikan persamaan linier $y = ax + b$. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi (mg/L) dan serapan rangkaian standar kalium dan kalsium, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Absorbansi Deret Larutan Standar

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata - Rata
	1	2	3	
0	0,0023	0,0024	-0,0002	0,0014
2,5	0,0622	0,0323	0,0323	0,0351
5,0	0,2078	0,1675	0,1835	0,1987
9,0	0,4245	0,3242	0,4321	0,4215
12,0	0,6023	0,7765	0,5422	0,7654

Hasil analisis tersebut dapat dianggap memuaskan karena sesuai dengan persyaratan teknis sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004. Untuk kadar kalium pada sampel tanaman, meskipun hanya ada batas minimal yang ditetapkan sebesar 0,28% dan tidak ada batas maksimum yang spesifik, sampel tersebut telah memenuhi persyaratan minimum tersebut. Penilaian presisi dilakukan dengan menggunakan recovery (% recovery) melalui 7 kali percobaan yang menghasilkan rata-rata sebesar 88,30%. Hasil ini dianggap memuaskan karena memenuhi kriteria penerimaan yang ditetapkan. Metode yang digunakan untuk menilai presisi dianggap valid karena hasil recall yang diperoleh berada dalam rentang yang diharapkan, yaitu 80-110% sesuai dengan pedoman yang disebutkan dalam studi Sumardi (2002).

Penentuan ketidakpastian pengukuran merupakan teknik yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kepercayaan terhadap nilai terukur hasil suatu pengukuran. Proses ini melibatkan analisis distribusi yang terkait dengan nilai-nilai yang diukur, sehingga menghasilkan rentang nilai terukur yang mencerminkan variasi nilai sebenarnya. Penentuan ketidakpastian pengukuran bertujuan untuk menilai serta memahami validitas hasil pengukuran tersebut.

Penentuan ketidakpastian pengukuran dapat dilakukan melalui beberapa tahap. Langkah pertama adalah mengidentifikasi bagaimana alur kerja pengujian dapat mendukung tindakan yang diambil selama proses pengujian.

Berdasarkan hasil penentuan ketidakpastian pengukuran yang diperoleh, terlihat bahwa nilai ketidakpastian pengukuran yang diperoleh berkisar antara 0,70 – 0,14 hingga 0,70 + 0,14% atau dapat dianggap antara 0,56% hingga 0,84%. Hasil tersebut dapat dikatakan baik

karena <30% isi sampel yang digunakan (Riyanto, 2014). Parameter yang memberikan kontribusi ketidakpastian terbesar adalah kurva kalibrasi. Penentuan ketidakpastian suatu kurva kalibrasi mempunyai sumber kesalahan yang timbul dari berbagai faktor, seperti keadaan apakah instrumen yang digunakan sudah dikalibrasi, apakah larutan standar yang digunakan, apakah penerapannya konsisten atau tidak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan spektrofotometer serapan atom, ditemukan perbedaan kadar kalsium antara brokoli segar dan brokoli rebus. Penelitian ini menunjukkan bahwa brokoli segar memiliki kadar kalsium sekitar (8,4047 ±1,0526) mg/100 gr, sedangkan brokoli rebus memiliki kadar kalsium sekitar (7,8248 ±0,0427) mg/100gr. Selain itu, kadar kalium pada brokoli segar adalah (1385,0113 ±504,3401) mg/100 gr, sementara pada brokoli rebus sekitar (832,4723 ±109,7511) mg/100 gr. Penurunan kadar kalsium setelah direbus mencapai 5,76%, sedangkan kadar kalium mengalami penurunan sebesar 42,65%.

REFERENSI

- Almatsier, S., 2013, Prinsip Dasar Ilmu Gizi, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Arisandi, Y., Andriani, Y., 2011, Pengaruh Makanan Terhadap Kesehatan, Eska Media, Jakarta.
- Bangun, A.P., 2012, Jus Buah dan Sayuran Untuk Mengatasi Kanker, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Fahmi, K., 2013, Penetapan Kadar Kalsium dan Kalium Dalam Brokoli (*Brassica Oleracea*, L.) Segar dan Direbus Secara

- Spektrofotometri Serapan Atom, Skripsi Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Gandjar, I. G., Rohman, A., 2012, Analisis Obat Secara Spektrofotometri dan Kromatografi, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Hartono, 2012, Statistik Untuk Penelitian, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Hazra, F., P. S., dan S. M. (2014). *Verifikasi Metode Uji Arsen dalam Contoh Mainan Anak dengan Spekytofofometer Serapan Atom Denerator Uap Hidrida*. Jurnal Sains Terapan, 2(4).36-45.
- Khopkar. (2018). *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Majalah Ilmu Kefarmasian. Dep. Farmasi: FMIPA-UI.
- Kusuma dan Andrianti. (2019). *Automatic Absortion Spectrometry*. Amsterdam: Elsevier.
- Kusuma, E., dan Andrianti, D. (2019). *Analisis Logam Cu dan Zn dalam Ekstrak Daun Sirih Merah*. Research Fair Unisri 2019, 1-3. Ruchaemi, (2013). *Handbook of Plant Nutrition*. Taylor and Francis: CRS Press. Beringer,
- Kusumaningtyas, D., Sumarno, D., dan Purnama, P. (2016). *Estimasi Ketidakpastian Pengukuran dalam Metode Penentuan Fosfat (P-PO4) Secara Spektrofotometri*. Buletin Teknik Litkayasa, 14.1-18. 53
- Margono, Rayhana Ria, 2009, Analisis Kadar Kalsium Dan Besi Pada Kangkung (*Ipomoea reptans*) Menggunakan Destruksi Asam Pekat, Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Yogyakarta
- Rohman. (2007). *Growth and Yield Models for Teak Plantations in Costa Rica*. *Forest Ecology dan Management* (189), 97-110.
- Sudaminto, 2015, Peluang Usaha Tani BROKOLI Prospek, Khasiat dan Panduan Budidaya, Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- Sumardi, (2022). *Analisis Logam Berat Merkuri dan Arsen dalam Krim Pemutih Kulit Secara Microwave Atomic Emission Spectroscopy (MP-MS)*. Bandar Lampung : FMIPA Universitas Lampung.
- Wahidin., 2009, Analisis Zat Besi Dari Susu Sapi Murni dan Minuman Susu Fermentasi
- Winarno, F.G., 2002, Kimia Pangan Dan Gizi, Gramedia, Jakarta
- Yakult dan Vitacharm Secara Destruksi Dengan Spektrofotometri Serapan Atom, Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.