

Analisis Kadar Kalsium pada Minuman Susu Kedelai di Kota Pontianak Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom

Hadi Kurniawan^{1*}, Fajar Nugraha², Bart Agus Raya³

^{1,2,3} Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Kota Pontianak 78124, Indonesia.

* Penulis Korespondensi. Email: hadi.kurniawan@pharm.untan.ac.id

ABSTRAK

Susu kedelai atau air tahu merupakan susu yang berasal dari tanaman kacang kedelai yang kaya akan kandungan gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral penting yang penting bagi tubuh seperti kalsium. Kalsium merupakan makromineral yang dapat membantu proses pembentukan tulang dan gigi, membantu proses pembekuan darah, melakukan kontraksi otot, membantu dalam transmisi sinyal sel saraf dan dapat menjaga kepadatan tulang serta dapat menjadi suplemen dalam menurunkan kadar LDL kolesterol. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar kalsium pada minuman susu kedelai yang beredar di Kota Pontianak sebagai sumber informasi gizi kalsium pada minuman susu kedelai yang diproduksi. Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu 3 sampel susu kedelai yang beredar di Kota Pontianak didapat dengan teknik *purposive sampling*. Preparasi sampel pada penelitian ini menggunakan destruksi basah yang kemudian dilanjutkan dengan pengujian Ca secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom. Berdasarkan perhitungan verifikasi didapat persamaan regresi linier $y = 0,0676x + 0,0536$, koefisien korelasi (r) = 0,9986, % perolehan kembali = 94,3859% - 102,809%, presisi dengan nilai %RSD = %0,5986% - 2,65555%, LOD sebesar 0,192392 ppm dan LOQ sebesar 0,583007 ppm. Berdasarkan hasil yang didapat kadar kalsium susu kedelai A, B dan C secara berturut-turut adalah 0,0637 mg/mL; 0,0274 mg/mL; dan 0,0361 mg/mL.

Kata Kunci:

Susu Kedelai; Kalsium; Spektrofotometri Serapan Atom

Diterima:
24-12-2023

Disetujui:
07-4-2024

Online:
15-04-2024

ABSTRACT

Soy milk or water tofu is milk that comes from soybean plants which are rich in nutrients such as carbohydrates, proteins, fats, vitamins and important minerals that are important for the body such as calcium. Calcium is a macromineral that can help the process of forming bones and teeth, helps the blood clotting process, performs muscle contractions, helps in transmitting nerve cell signals and can maintain bone density and can be a supplement in lowering LDL cholesterol levels. This study aims to determine calcium levels in soy milk drinks circulating in Pontianak City as a source of calcium nutrition information in soy milk drinks produced. The samples used in this study were 3 samples of soy milk circulating in the city of Pontianak obtained by *purposive sampling* technique. Sample preparation in this study used wet digestion followed by quantitative Ca testing using atomic absorption spectrophotometry. Based on the calculation of the verification obtained linear regression equation $y = 0.0676x + 0.0536$, correlation coefficient (r) = 0.9986, % recovery = 94.3859% - 102.809%, precision with a value of %RSD = %0.5986% - 2.65555%, LOD 0.192392 ppm and LOQ 0.583007 ppm. Based on the results, the calcium levels of soy milk A, B and C were 0.0637 mg/mL, respectively; 0.0274 mg/mL; and 0.0361 mg/mL.

Keywords:

Soy milk; Calcium; Atomic Absorption Spectrophotometry

Received:

2023 -12-24

Accepted:

2024-4-07

Online:

2024 -04-15

1. Pendahuluan

Kedelai merupakan tanaman yang bergizi hasil pertanian negara Indonesia. Produk olahan kedelai dapat berupa makanan dan minuman yang baik untuk kesehatan. Produk minuman yang terbuat dari kedelai adalah susu kedelai atau di Pontianak dikenal dengan nama air tahu. Pengertian susu kedelai menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3830-1995, yaitu merupakan produk yang berasal dari ekstrak biji kacang kedelai dengan air atau larutan tepung kedelai dalam air, dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain yang diizinkan [1]. Susu kedelai dapat digunakan sebagai pengganti susu sapi dalam mengatasi intoleransi laktosa dan seseorang yang alergi terhadap susu sapi. Susu kedelai memiliki kandungan gizi seperti protein tinggi yang bebas kolesterol, asam lemak tak jenuh, niasin, lemak, karbohidrat, dan mineral seperti natrium, besi, magnesium dan kalsium [2,3].

Kalsium merupakan makromineral penting bagi tubuh yang berfungsi untuk membantu proses pembentukan tulang dan gigi serta diperlukan dalam pembekuan darah, kontraksi otot, transmisi sinyal pada sel saraf, menjaga kepadatan tulang, suplemen dalam menurunkan kadar LDL kolesterol [4]. Kandungan kalsium yang berada di dalam tubuh sebaiknya berada dalam keadaan seimbang. Kekurangan kalsium (hipokalsemia) dapat menyebabkan osteoporosis, osteomalasia, rakitis, hipertensi kronis, hipertensi pada masa kehamilan, kanker usus besar, kejang otot dan dapat menghambat pertumbuhan [5,6]. Kelebihan kalsium (hiperkalsemia) dapat menyebabkan penyakit seperti batu ginjal atau gangguan ginjal dan konstipasi (susah buang air besar) [7]. Untuk memenuhi kebutuhan kalsium per hari dapat dilakukan dengan cara mengonsumsi produk olahan pangan yang mengandung kalsium seperti minuman susu kedelai yang dijual dengan harga murah, memiliki nilai gizi tinggi serta cocok untuk golongan umur tua dan muda [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kadar kalsium pada minuman susu kedelai yang ada di kota Pontianak sebagai sumber informasi gizi kandungan kalsium pada minuman susu kedelai yang diproduksi. Penelitian mengenai analisis kadar kalsium yang terdapat di dalam susu kedelai sudah pernah dilakukan sebelumnya, tetapi penelitian terkait belum pernah dilakukan di Kota Pontianak terutama pada susu kedelai yang dijual dengan menggunakan gerobak yang dijual di pinggir jalan serta pada penelitian terdahulu tidak dilakukan verifikasi metode analisis untuk menjamin bahwa metode analisis yang digunakan dapat memberikan hasil yang valid sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Hal inilah yang membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian penentuan kadar kalsium pada minuman susu kedelai yang beredar di Kota Pontianak.

2. Metode**Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi (Pyrex®), labu ukur 10 mL (Pyrex®), gelas beaker 50 mL (Pyrex®), hot plate, filler, mikropipet, makropipet, pipet ukur 10 mL (Pyrex®), kertas saring, corong kaca (Pyrex®), vortex, vial kaca, Spektrofotometer Serapan Atom (Shimadzu AA-6300), timbangan analitik. Bahan-

bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *aquadest*, larutan standar kalsium 1000 ppm p.a (*Merck*), HNO₃ (65%) p.a (*Merck*), sampel minuman air tahu.

Verifikasi Metode Linieritas

Pengujian linieritas dilakukan dengan cara mencari nilai koefisien korelasi (r) yang didapat dari persamaan regresi linier dari kurva baku yang dibuat. Keberterimaan uji linieritas menurut SNI jika koefisien korelasi (r) minimal 0,995; AOAC jika didapatkan nilai $r > 0,995$; Keberterimaan linieritas menurut Eurachem jika nilai koefisien determinasi (r^2) yang diperoleh $> 0,995$; Berdasarkan ICH, keberterimaan linieritas jika nilai koefisien korelasi (r) $\geq 0,998$ [9-12]

Akurasi

Uji akurasi yang dilakukan yaitu dengan membandingkan hasil pengukuran dengan larutan baku pembanding. Akurasi dinyatakan sebagai *%Recovery* yang dapat dilihat melalui rumus berikut [12].

$$\% Recovery = \frac{\text{Hasil analisis}}{\text{Nilai sebenarnya}} \times 100\%$$

Presisi

Uji presisi dilakukan untuk mengetahui keterulangan metode analisis yang digunakan. Pengujian presisi yang digunakan pada penelitian ini adalah presisi keterulangan (*repeatability*). Uji presisi dilakukan untuk mengetahui keterulangan metode analisis yang diekspresikan sebagai *Relative Standard Deviation* (*% RSD*) yang dapat dirumuskan sebagai berikut [12].

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

Limit of Detection (LOD) dan Limit of Quantification (LOQ)

Pengukuran batas deteksi atau *Limit of Detection* (LOD) dan batas kuantifikasi atau *Limit of Quantification* (LOQ) dilakukan dengan menggunakan teknik perhitungan simpangan baku residual garis regresi linier. Perhitungan nilai LOD dan LOQ dapat dirumuskan sebagai berikut [12].

$$LOD = \frac{3,3 S(y/x)}{b}$$

$$LOQ = \frac{10 S(y/x)}{b}$$

Preparasi Sampel

Ditimbang 1 g susu kedelai yang dimasukkan dalam gelas beaker 50 mL. Ditambahkan 10 mL asam nitrat (HNO₃) 65% p.a yang kemudian dipanaskan dengan menggunakan hot plate. Pemanasan dilakukan hingga larutan keluar asap putih dan filtrat menjadi berwarna bening sehingga dapat dinyatakan bahwa proses destruksi yang sudah selesai. Hasil destruksi didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring yang dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Filtrat yang didapat dicukupkan dengan *aquadest* hingga tanda batas labu ukur kemudian dihomogenkan. Filtrat yang didapat akan digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini [13].

Uji Kualitatif Kalsium

Penentuan Panjang Gelombang

Diukur absorbansi kalsium dengan cara menembakkan sinar radiasi pada lampu katoda berongga kalsium menggunakan spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang 422,7 nm.

Pembuatan Kurva Baku

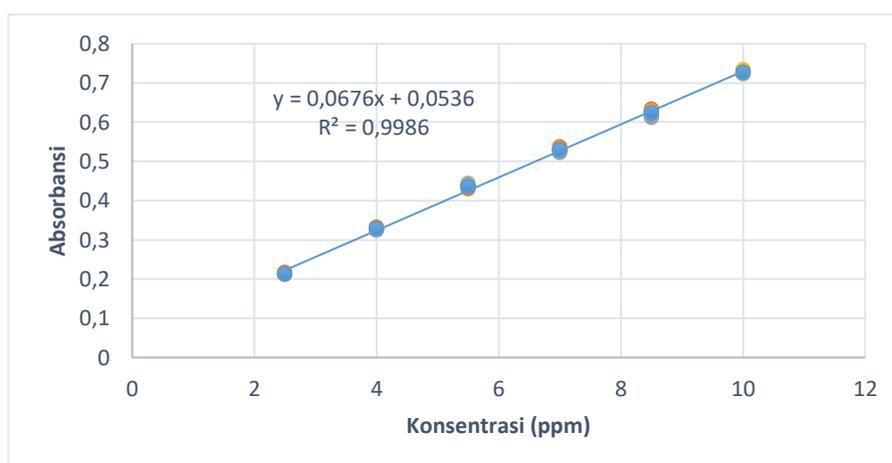
Dibuat larutan baku dengan konsentrasi 20 ppm sebanyak 100 mL dengan cara diambil 2 mL larutan stok baku Ca 1000 ppm, kemudian dicukupkan hingga tanda batas labu ukur 100 mL. Dibuat seri konsentrasi 2,5; 4; 5,5; 7; 8,5; dan 10 ppm sebanyak 10 mL dengan cara diambil 1,25; 2; 2,75; 3,5; 4,25; dan 5 mL dari larutan baku 20 ppm menggunakan mikropipet lalu dicukupkan dengan aquadest yang diambil sebanyak 8,75; 8; 7,25; 6,5; 5,75; dan 5 mL dengan menggunakan makropipet yang dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Larutan dihomogenkan dengan cara divortex. Diukur serapan kurva baku kalsium menggunakan spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang 422,7 nm. Kemudian dihitung persamaan regresi kurva baku $y = a + bx$.

Penetapan Kadar Kalsium

Diambil filtrat hasil destruksi dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL yang kemudian dicukupkan dengan aquadest hingga tanda batas. Digojog larutan hingga homogen. Sampel diukur dengan SSA pada panjang gelombang 422,7 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran akan dimasukkan ke dalam persamaan regresi $y = a + bx$ [13].

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis kadar kalsium pada minuman susu kedelai dilakukan pada 3 sampel susu kedelai yang beredar di Kota Pontianak. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria yaitu susu kedelai tanpa gula, dijual menggunakan gerobak yang dijual di pinggir jalan. Sampel yang digunakan diambil di 3 jalan yang berbeda yaitu Jalan Tanjungpura, Jalan Gajah Mada dan Jalan Kota Baru dengan dengan masing-masing sampel diberi kode yaitu sampel A, sampel B dan sampel C untuk memudahkan proses penelitian.



Gambar 1. Grafik kurva baku

Prosedur awal dalam analisis kadar kalsium yaitu melakukan penentuan panjang gelombang maksimum kalsium yang bertujuan untuk mengetahui absorpsi

maksimum analit untuk mengoptimalkan proses absorpsi larutan terhadap sinar. Panjang gelombang maksimum yang didapat pada penelitian ini adalah 422,7 nm. Prosedur selanjutnya adalah mengukur serapan konsentrasi 2,5 ppm; 4 ppm; 5,5 ppm; 7 ppm; 8,5 ppm; dan 10 ppm untuk mendapatkan kurva baku yang digunakan untuk mengetahui rentang dari sampel yang akan diteliti agar dapat dilakukan perhitungan dengan hasil yang akurat. Persamaan regresi kurva baku yang didapatkan adalah $y = 0,0676x + 0,0536$ dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,9992$ (gambar 1).

Linearitas dalam prosedur analisis merupakan kemampuan suatu analisis (dalam rentang tertentu) untuk mendapatkan hasil pengujian yang berbanding lurus dengan konsentrasi (jumlah) analit yang terdapat di dalam sampel. Linieritas suatu metode merupakan ukuran seberapa baik kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon (y) dengan konsentrasi (x) yang ditunjukkan dengan koefisien korelasi (r) merupakan ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel-variabel yang terdapat di dalam suatu penelitian. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai $r = 0,9993$ dan $r^2 = 0,9986$. Nilai r yang mendekati 1 menunjukkan hubungan linier yang kuat antara nilai absorbansi dengan nilai konsentrasi [14]. Nilai r yang didapat pada pengujian memenuhi persyaratan menurut SNI dengan r minimal 0,995, memenuhi persyaratan AOAC dengan nilai $r > 0,995$ dan memenuhi persyaratan Eurachem dengan nilai $r^2 > 0,995$ [9–11].

Akurasi adalah kedekatan antara nilai yang didapat (*measured value*) dengan nilai sebenarnya yang diterima (*accepted true value*). Nilai % *Recovery* pada penelitian ini yaitu 94,3859%, 101,483 %; 102,809 %; 100,504 %; 99,181 %; 99,6086 %. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan memiliki nilai keakuratan atau akurasi yang baik karena nilai % *Recovery* yang didapat masuk ke dalam syarat keberterimaan yaitu 85-115% SNI [15]. Hasil uji akurasi memenuhi kriteria keberterimaan menurut AOAC pada konsentrasi 1-10 mg/L yaitu 80-110% [10].

Presisi merupakan ukuran keterulangan metode analisis yang digunakan biasanya diekspresikan sebagai simpangan baku relatif atau *Relative Standard Deviation* (% RSD). Hasil % RSD yang didapatkan yaitu 1,15718 %; 0,77731 %; 2,65555 %; 0,88742 %; 1,09295 % dan 0,5986 %. Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa presisi yang dilakukan dapat dikatakan baik karena dapat memenuhi keberterimaan SNI yaitu % RSD < 10% dan dapat memenuhi keberterimaan presisi menurut AOAC pada konsentrasi 10 mg/L yaitu % RSD < 7,3%.

Batas deteksi atau *Limit of Detection* (LOD) adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang menggambarkan sensitivitas suatu metode analisis [16]. Nilai LOD pada penelitian ini adalah 0,192392 ppm yang berarti sebagai nilai sinyal analit kalsium, sehingga pengukuran dapat dipercaya jika kadar Ca pada sampel lebih dari nilai LOD. Jika kadar analit kurang dari nilai LOD maka sinyal yang dihasilkan tidak dapat dipercaya sebagai sinyal dari analit Ca melainkan sinyal dari analit yang lain.

Batas kuantifikasi atau *Limit of Quantification* (LOQ) merupakan konsentrasi analit terendah dalam sampel yang dapat ditentukan dengan presisi dan akurasi yang dapat diterima pada kondisi operasional metode yang digunakan [17]. Nilai LOQ pada penelitian ini adalah 0,583007 ppm yang berarti hasil pengukuran dapat dikuantifikasi secara akurat jika kadar Ca pada sampel lebih dari nilai LOQ. Jika kadar Ca dalam sampel kurang dari nilai LOQ maka hasil pengukuran tidak dapat dikuantifikasi dengan baik sehingga perhitungan menjadi tidak akurat [18].

Langkah berikutnya adalah preparasi sampel susu kedelai dengan cara destruksi yang bertujuan untuk untuk memutus ikatan antara senyawa organik dan menguraikan

bentuk senyawa logam menjadi bentuk logam-logam anorganik sehingga dapat dianalisis dengan instrumen yang sesuai [19]. Destruksi basah dipilih untuk preparasi sampel susu kedelai karena pengerjaannya sederhana, menjaga agar sampel tidak hilang akibat penggunaan suhu yang terlalu tinggi serta dapat menentukan unsur-unsur dengan konsentrasi yang sangat rendah. Berdasarkan penelitian Pohan (2021) yang melakukan penentuan kadar kalsium dan fosfor dengan menggunakan metode destruksi basah dan destruksi kering pada susu formula menunjukkan bahwa sampel yang dipreparasi dengan menggunakan destruksi basah memiliki kadar kalsium dan fosfor yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan destruksi kering sehingga pada penelitian ini metode preparasi dilakukan dengan menggunakan destruksi basah [20]. Preparasi sampel dilakukan dengan cara mencampurkan 1 g sampel dengan 10 mL HNO₃ 65% p.a yang dipanaskan di atas *hot plate* yang bertujuan mempercepat proses putusnya ikatan logam dengan senyawa organik [21]. Pemanasan dihentikan ketika didapat larutan sampel yang berubah menjadi jernih dan timbulnya asap berwarna kuning kecoklatan hingga menjadi tidak berwarna atau timbul asap putih yang menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna [22].

Pada saat proses destruksi berlangsung sampel akan menimbulkan asap coklat yang mengindikasikan bahwa zat organik yang terdapat di dalam sampel telah teroksidasi. Timbulnya asap kecoklatan artinya HNO₃ telah mengoksidasi senyawa organik. Pada saat destruksi juga terdapat gelembung-gelembung gas berwarna coklat tipis, gas ini adalah gas NO₂ yang merupakan hasil samping dari proses destruksi dengan menggunakan asam nitrat. Adanya gas ini mengindikasikan bahwa bahan organik telah teroksidasi secara sempurna oleh asam nitrat [23].

Hasil destruksi dimasukkan ke dalam gelas ukur dan kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Filtrat yang didapat dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL kemudian dicukupkan dengan aquades hingga tanda batas. Larutan inilah yang akan digunakan sebagai sampel analisis yang digunakan untuk uji kuantitatif dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Instrumen SSA dipilih untuk menentukan kadar kalsium pada penelitian ini karena proses pengerjaannya cepat, memiliki sensitivitas yang tinggi, spesifik untuk unsur yang ditentukan dan dapat mengukur kadar unsur yang konsentrasinya sangat kecil [18]. Dilakukan pengukuran serapan sampel analisis pada panjang gelombang maksimum kalsium 422,7 nm sehingga didapatkan absorbansi pada masing-masing sampel susu kedelai. Hasil absorbansi sampel yang didapat dimasukkan ke dalam persamaan regresi $y = 0,0676x + 0,0536$ sehingga diperoleh kadar kalsium pada sampel susu kedelai A, B dan C. Hasil absorbansi dan perhitungan kadar kalsium dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kuantitatif Kalsium Susu Kedelai

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Kadar (mg)	Rata-Rata Kadar (mg/g)	Rata-Rata Kadar (mg/mL)
A	0,4851	6,383136095	0,066	0,0632	0,0637
	0,4716	6,183431953	0,0618		
	0,4723	6,193786982	0,0619		
B	0,2814	3,369822485	0,0248	0,0272	0,0274
	0,2973	3,605029586	0,0282		
	0,3097	3,788461538	0,0287		
C	0,2213	2,480769231	0,0336	0,0358	0,0361
	0,2373	2,717455621	0,036		
	0,241	2,772189349	0,0378		

Berdasarkan hasil perhitungan, kadar kalsium yang didapat dalam 1 gram sampel susu kedelai A, susu kedelai B dan susu kedelai C secara berturut-turut adalah 0,0637 mg/mL; 0,0274 mg/mL; dan 0,0361 mg/mL. Susu kedelai yang diproduksi oleh suatu daerah memiliki kandungan gizi yang berbeda-beda yang dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor seperti jenis kacang kedelai yang digunakan, daerah tumbuh kacang kedelai, jumlah kacang kedelai yang digunakan dan proses pembuatan susu kedelai [13,23,24]. Kalsium merupakan makromineral penting yang harus dipenuhi oleh tubuh. Kebutuhan kalsium orang Indonesia tercantum di dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia menyatakan bahwa sebaiknya remaja Indonesia mengkonsumsi kalsium sebanyak 1.200 mg/hari, dewasa 1.000 mg/hari, lansia 1.200 mg/hari, serta untuk ibu hamil dan menyusui harus lebih banyak mengkonsumsi kalsium yaitu sebanyak 1.400 mg/hari [25]. Defisiensi kalsium dapat menyebabkan berbagai macam penyakit yang serius seperti osteoporosis, osteomalasia, rakitis, hipertensi kronis, hipertensi pada masa kehamilan, kanker usus besar, kejang otot dan dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan anak. Susu kedelai dapat dikonsumsi membantu dalam pemenuhan kebutuhan gizi kalsium per hari yang diperlukan oleh tubuh, tetapi minuman susu kedelai saja tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan kalsium per hari sehingga diperlukan asupan pangan yang lain seperti susu, buah-buahan, sayuran, lauk pauk dan suplemen kalsium untuk memenuhi kebutuhan kalsium bagi tubuh.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah susu kedelai di Kota Pontianak yang berada di Jalan Tanjungpura, Gajah Mada dan Kota Baru mengandung kalsium. Penetapan kadar kalsium pada minuman susu kedelai di Kota Pontianak dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom pada panjang gelombang maksimum 422,7 nm. Kandungan kalsium pada susu kedelai A, B dan C yang beredar di Kota Pontianak secara berturut-turut adalah 0,0637 mg/mL; 0,0274 mg/mL; dan 0,0361 mg/mL.

Referensi

- [1] Badan Standarisasi Nasional. (1995). SNI 01-3830-1995 Susu Kedelai. [Online]. Available: <https://fdokumen.com/document/sni-01-3830-1995-susu-kedelai.html>
- [2] M. A. R. Mazumder and P. Hongsprabhas. (2016). A review on nutrient quality of soymilk powder for malnourished population. *Pakistan Journal Nutrition*. 15, 600–606. doi: 10.3923/pjn.2016.600.606.
- [3] D. Kohli, S. Kumar, S. Upadhyay, and R. Mishra. (2017). Preservation and processing of soymilk : A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2, 66–70.
- [4] S. Almatier. (2001). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [5] K. Palka. (2006). *Chemical composition and structure of foods 4 edition*. Poland: CRC Press. doi: 10.1201/9781420009613.ch2.
- [6] C. Weaver and R. Heaney. (2014). *Modern Nutrition in Health Disease 11 edition*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
- [7] S. N. H. Yusmiati and E. Erni. (2017). Pemeriksaan Kadar Kalsium Pada Masyarakat Dengan Pola Makan Vegetarian. *Jurnal SainHealth*. 1, 43–49. doi: 10.51804/jsh.v1i1.77.43-49.
- [8] A. Prihadi S. (2008). *Bahan Ajar Ilmu Ternak Perah*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [9] Y. Habibi, L. Terpadu, and U. Islam. (2020). Validasi Metoda Destruksi Basah Dan Destruksi Kering Pada Penentuan Logam Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Dalam Tanaman Rumput. *Integrated Lab Journal*. 1, 25–31.
- [10] Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International Arlington. USA*.
- [11] H. D. Harmono. (2020). Validasi Metode Analisis Logam Merkuri (Hg) Terlarut pada Air Permukaan dengan Automatic Mercury Analyzer. *Indonesian Journal of Laboratory*. 2, 11–16.
- [12] International Conference on Harmonization (ICH) of Technical Requirements for Use Registration of Pharmaceuticals for Human Use. (2005). *Topic Q2 (R1): Validation of analytical procedures: Text and methodology*. [Online]. Available: www.ich.org.
- [13] Y. Fauziah and Hasnawati. (2017). Analisis Kadar Kalsium Pada Minuman Air Tahu Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Warta Farmasi*. 6, 65–71.
- [14] I. G. Gandjar and A. Rohman. (2014). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [15] C. Nisa, P. Saputra, and E. Setiawati. (2020). Pengembangan Dan Validasi Metode Uji Cadmium (Cd) Pada Air Permukaan Secara Spektrometri Serapan Atom Nyala. In *Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*. 249–258. doi: 10.31153/ppis.2020.84.
- [16] Riyanto. (2014) *Validasi dan Verifikasi Metode Uji*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- [17] A. Rohman. (2014). *Validasi dan Penjaminan Mutu Metode Validasi Analisis Kimia*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [18] A. Sasongko, K. Yulianto, and D. Sarastri. (2017). Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) dalam Air Limbah Domestik dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*. 6, 228–237. doi:

- 10.23887/jst-undiksha.v6i2.10699.
- [19] D. S. Asmorowati, S. S. Sumarti, and I. Kristanti. (2020). Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering untuk Analisis Timbal dalam Tanah di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES. *Indonesian Journal of Chemical Science* 9, 169–173.
- [20] R. F. Pohan. (2019). Analisis Kandungan Kalsium Dan Fosfor Dalam Susu Formula Bayi Dengan Metode Destruksi Kering Dan Basah Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom. *Jurnal LPPM UGN*. 11, 38-50.
- [21] N. A. Ratnawati, A. T. Prasetya, and F. Rahayu. (2019). Validasi Metode Pengujian Logam Berat Timbal (Pb) dengan Destruksi Basah Menggunakan FAAS dalam Sedimen Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 8, 60–68.
- [22] A. T. Kusuma, N. Effendi, Z. Abidin, and S. S. Awaliah. (2019). Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) dan raksa (Hg) pada cat rambut yang beredar di Kota Makassar dengan metode. *Celebes Environmental Science Journal*. 1, 6–12.
- [23] R. Asra, F. K. Harefa, Z. Zulharmita, and N. Nessa. (2018). Determination Of Calcium And Iron Metal In Kelor Leaf (*Moringa Oleifera Lam*) By Using Atomic Absorption Spectrophotometry. *Journal of Pharmaceutical and Science*. 1, 32–38.
- [24] M. Niyibituronsa et al. (2018). The effect of different processing methods on nutrient and isoflavone content of soymilk obtained from six varieties of soybean grown in Rwanda. *Food Science and Nutrition*. 7, 457–464. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1002/fsn3.812>
- [25] Kementerian Kesehatan RI, 22. (2019). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia. Jak: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SYSTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI