

ANALISIS KANDUNGAN TIMBAL PADA MINUMAN SUSU CAIR KEMASAN KALENG DI TONDANO MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM

Elsa Sangian^{1*}, Abdon Saiya², Stefan Marco Rumengan³

^{1,2,3}Program Studi Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumihan,
Universitas Negeri Manado, Jalan Kampus Unima, Tondano Selatan, Minahasa, Sulawesi Utara, Indonesia,
95619

*E-mail: elsasangian04@gmail.com

Riwayat Article

Received: 10 February 2026; Received in Revision: 29 March 2026; Accepted: 30 March 2026

Abstract

Canned liquid milk is a popular product because it is convenient, readily available, and has a long shelf life. Cans have the potential to cause lead contamination, which poses a risk to consumer health. This study aims to determine the lead Pb content in canned liquid milk. The qualitative analysis method in this study used HCl reagent, while quantitative analysis employed Atomic Absorption Spectrophotometry on the three canned liquid milk samples labeled A, B, and C. Qualitative test results indicated that all three milk samples tested positive for Pb, as evidenced by the formation of a white precipitate. Quantitative analysis results showed Pb levels of 0.014 mg/kg in sample A, 0.008 mg/kg in sample B, and 0.007 mg/kg in sample C. All samples remained below the limit specified by SNI 8984 of 2021, which is 0.02 mg/kg.

Keywords: Atomic Absorption Spectrophotometry, Canned Packaging, Lead, Liquid Milk

Abstrak

Susu cair kemasan kaleng menjadi salah satu produk yang diminati karena praktis, mudah diperoleh, serta memiliki daya simpan yang baik. Kemasan kaleng berpotensi menimbulkan kontaminasi logam timbal, yang beresiko merugikan kesehatan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam Pb pada susu cair kemasan kaleng. Metode analisis kualitatif pada penelitian ini menggunakan pereaksi HCl sedangkan analisis kuantitatif menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom pada ketiga sampel susu cair kemasan kaleng yang diberi kode A, B, dan C. Hasil uji kualitatif mengindikasikan bahwa ketiga sampel susu yang diuji positif mengandung Pb yang ditunjukkan oleh terbentuknya endapan putih. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan kadar Pb pada sampel kode A 0,014 mg/kg, B 0,008 mg/kg, dan C 0,007 mg/kg. Seluruh sampel masih berada di bawah batas yang ditentukan SNI 8984 tahun 2021, yaitu 0,02 mg/kg.

Keywords: Kemasan Kaleng, Spektrofotometri Serapan Atom, Susu Cair, Timbal

1. Introduction

Susu merupakan minuman yang sangat kaya nutrisi, karena di dalamnya terdapat berbagai zat bergizi yang dibutuhkan tubuh yakni fosfor, vitamin A dan B, serta kalsium. Hal ini disebabkan oleh zat gizi yang terkandung di dalamnya memiliki manfaat beragam, seperti kalium yang membantu mengontrol tekanan darah; zat besi, tembaga dan vitamin A menjaga kesehatan kulit; kalsium memperkuat struktur tulang; magnesium memperkuat sistem imun; serta vitamin B2 yang berperan menjaga ketajaman penglihatan (Rohmawati dan Wibowo, 2021). Seiring dengan perkembangan teknologi pangan, susu diproduksi dalam berbagai jenis kemasan antara lain tetrapack, botol plastik, dan kaleng. Kemasan kaleng banyak digunakan karena bersifat praktis, tahan lama, serta mampu menjaga kualitas produk selama proses penyimpanan dan distribusi, sehingga susu kaleng menjadi salah satu produk pangan yang banyak dikonsumsi sehari-hari (Sinaga et al., 2020). Penggunaan kemasan kaleng berpotensi menimbulkan masalah keamanan pangan akibat migrasi logam berat ke dalam produk (Perdana, 2019). Kemasan kaleng umumnya terbuat dari campuran logam seperti aluminium atau baja yang dilapisi timah, serta menggunakan solder untuk menyatukan bagian badan dengan tutup kaleng (Bakhori, 2017; Bitha dan Winokan, 2020). Apabila lapisan pelindung kemasan dalam kondisi rusak atau tidak berfungsi dengan

optimal, maka dapat terjadi kontak langsung antara logam dengan isi kaleng yang memicu terjadinya reaksi kimia seperti korosi dan reaksi oksidasi-reduksi (Kunsah et al., 2022).

Logam Pb dapat terkontaminasi dengan susu melalui berbagai mesin yang terlibat dalam pemrosesan dan distribusi, sehingga menyebabkan kadar Pb selalu yang tertinggi diantara logam-logam lain yang diteliti (Mahmoudi et al., 2017). Dalam proses pembuatan kaleng awalnya lembaran baja dilapisi dengan timah, setelah itu dipotong sesuai dengan ukuran, kemudian dibentuk menjadi badan dan tutup kaleng menggunakan mesin. Badan dan tutup kaleng disatukan dengan cara disolder selanjutnya diberi lapisan enamel lalu kaleng diisi dan disegel dengan rapat. Solder yang digunakan sebagian besar mengandung dari timbal dan timah (Wigenaputra et al., 2023). Kontaminasi Pb dari proses penyolderan terjadi ketika solder dipanaskan hingga titik lelehnya sekitar 183-190°C untuk paduan timah-timbal, Pb dapat menguap. Kontaminasi Pb bisa juga terjadi saat proses menyegel sambungan dalam hal ini Pb dari solder larut dan merembes masuk ke dalam produk susu, kemudian larut dan mengkontaminasi produk dalam kaleng (Irianti et al., 2017).

Berbagai penelitian sebelumnya melaporkan adanya cemaran logam Pb dalam produk yang kemasan kaleng yang sudah melewati ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM dan SNI. Kontaminasi ini dapat menyebabkan logam Pb terakumulasi dalam tubuh dan berdampak buruk bagi kesehatan manusia apabila susu kaleng dikonsumsi jangka panjang. Mengingat tingginya konsumsi susu kaleng di masyarakat, maka diperlukan analisis kandungan timbal dalam minuman susu cair yang dikemas dalam kaleng di Tondano. Analisis ini penting dilakukan untuk mengetahui kadar timbal dalam susu cair kemasan kaleng siap minum, menggunakan SSA sebagai alat yang selektif dan sensitif guna menentukan logam berat termasuk Pb.

2. Methodology

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang dipakai yaitu seperangkat Instrumen SSA Shimadzu AA-7000, tanur, neraca analitik, hot plate, cawan porselen, tabung reaksi, pipet volumetrik, pipet tetes, botol polipropilena, *bulb filler*, sejumlah gelas pelengkap lainnya, dan kertas saring laboratorium Whatman no.42. Bahan yang dipakai adalah minuman susu cair kemasan kaleng, aquades, HNO₃ pekat 65%, HNO₃ 0,1 M, HCl pekat (37%), HCl 2 M, HCl 6 M dan larutan stok Pb(NO₃)₂ 1000 mg/L.

2.2. Teknik Pengambilan Sampel

Sampel dikumpulkan dengan metode *purposive sampling*, dalam hal ini pemilihan subjek sesuai dengan kriteria yang dapat mewakili karakteristik yang dibutuhkan. Kriteria sampel yaitu susu cair bermerek yang dikemas dalam kaleng berupa susu *plain* atau rasa original berwarna putih dengan masa kadaluarsa 6-9 bulan. Berdasarkan kesesuaian terhadap kriteria tersebut, didapat 3 sampel susu cair plain kemasan kaleng dengan merek berbeda.

2.3. Preparasi Sampel

Kemasan susu dibuka, kemudian sampel dituangkan dalam gelas kimia dan didiamkan pada suhu 20-25°C. Preparasi sampel ini dilakukan menggunakan metode destruksi kering melalui proses pengabuan. Sampel seberat 10 g ditimbang dan diletakkan dalam cawan porselen, lalu diletakkan di atas *hot plate* dan dipanaskan perlahan hingga sampel tidak menghasilkan asap lagi. Proses pengabuan dilanjutkan dengan memasukkan sampel ke dalam tanur dengan suhu 450°C yang membutuhkan waktu 5 jam. Setelah pengabuan selesai, dilakukan pendinginan sampel di desikator selama 25 menit. Setelah dingin, ditambahkan HNO₃ sebanyak 2 tetes kemudian dipanaskan kembali di atas *hot plate*. Masukkan kembali ke dalam tanur dengan suhu 450°C dan melanjutkan pengabuan sampai abu berwarna putih dan bebas dari karbon.

2.4. Pembuatan larutan baku Pb²⁺

Larutan standar Pb²⁺ disiapkan dari larutan stok Pb(NO₃)₂ 1000 mg/L. Dipipet 10 mL larutan stok timbal 1000 mg/L dan dilarutkan dengan HNO₃ 0,1 M ke dalam labu ukur 100 mL, sehingga didapat larutan dengan konsentrasi 100 ppm. Lalu diambil 10 mL larutan 100 ppm dan dicampurkan ke labu ukur 10 mL dengan HNO₃ 0,1 M, hasilnya larutan konsentrasi 10 ppm. Setelah itu pipet masing-masing: 0,5 mL; 1 mL; 2 mL dan 4 mL dari larutan 10 ppm ke labu ukur

50 mL lalu ditambah HNO_3 0,1 M sampai tanda ukur, maka didapat larutan standar Pb dengan konsentrasi 0; 0,1; 0,2; 0,4; dan 0,8 ppm. Pengukuran serapan untuk tiap konsentrasi di panjang gelombang 283,3 nm untuk memperoleh data absorbansi larutan standar masing-masing.

2.5. Uji Kualitatif

Siapkan tiga sampel, ambil masing-masing 2 mL lalu masukkan ke tabung reaksi, ditambah 3 tetes reagen HCl 2 M. Sampel yang positif mengandung Pb akan terlihat dari munculnya endapan berwarna putih.

2.6. Linearitas dan Kurva Kalibrasi

Penentuan linearitas pada penelitian ini didasari pada kurva kalibrasi yang dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar Pb pada tiap konsentrasi. Kurva kalibrasi dibuat dengan plot absorbansi (sumbu y) terhadap konsentrasi (sumbu x), lalu dihitung persamaan regresi dan koefisien korelasi. Rumus garis regresi linear dinyatakan dalam $y = bx + a$. Pengukuran absorbansi menggunakan SSA diukur pada panjang gelombang khusus untuk logam Pb yaitu 283,3 nm. Kadar Pb pada sampel dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Kadar (mg/kg)} = \frac{C \times V \times FP}{w}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi hasil bacaan SSA (mg/L)

FP = Faktor pengenceran

V = Volume akhir larutan (mL)

w = Bobot sampel (g)

2.7. Penentuan Kinerja Analitik

a. Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi

Limit of detection (LOD) dan *limit of quantification* (LOQ) dihitung secara statistik melalui persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi. Nilai LOD dapat diperoleh dengan persamaan dibawah ini:

$$LOD = \frac{3,3 S_{(y/x)}}{b} \quad (1)$$

Nilai LOQ dapat diperoleh dengan persamaan dibawah ini:

$$LOQ = \frac{10 S_{(y/x)}}{b} \quad (2)$$

Dimana $S_{(y/x)}$ merupakan standar deviasi dan b adalah *slope* atau kemiringan regresi linear.

b. Kecermatan

Penentuan kecermatan dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi kurva kalibrasi dengan 7 kali pengulangan pengukuran. Perhitungan kecermatan dapat dihitung menggunakan rumus:

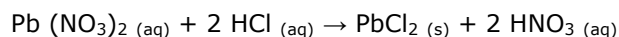
$$\% \text{ Recovery} = \left(\frac{C_2 - C_1}{S} \right) \times 100$$

Dimana %Recovery adalah perolehan kembali, C_1 adalah konsentrasi awal, C_2 adalah konsentrasi akhir, dan S adalah kadar yang ditambahkan.

3. Results and Discussion

3.1. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan dengan tujuan sebagai analisis pendahuluan untuk memastikan adanya logam Pb dalam sampel minuman susu cair kaleng yang dianalisis. Analisis kualitatif pada penelitian ini dilakukan dengan menambahkan pereaksi HCl. Hasil menunjukkan bahwa ketiga sampel yang dianalisis mengandung Pb, ditandai dengan adanya endapan putih setelah larutan sampel ditambahkan HCl. Endapan itu adalah endapan PbCl_2 . Untuk reaksi antara Pb pada sampel dengan HCl yang ditambahkan, yaitu:



Analisis kualitatif ketiga sampel didapatkan hasil positif yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitatif Logam Pb²⁺

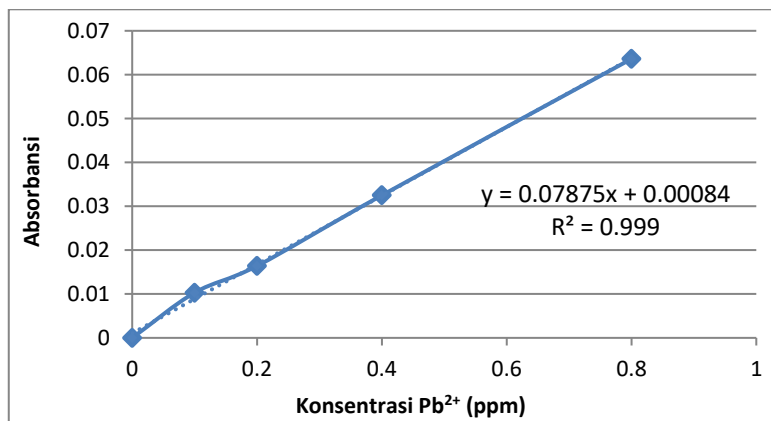
Kode	Hasil pengamatan	Keterangan
A	Endapan putih	+
B	Endapan putih	+
C	Endapan putih	+

3.2. Linearitas dan Kurva Kalibrasi

Penentuan linearitas dalam penelitian ini dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi, yaitu mengukur respon instrumen dengan mengamati absorbansinya terhadap konsentrasi masing-masing larutan standar Pb. Hasil pengukuran diplotkan antara konsentrasi terhadap respon dan dianalisis menggunakan persamaan regresi linear. Tingkat linearitas ditentukan dari nilai R² (koefisien korelasi), makin dekat nilai R² ke 1 maka semakin bagus linearitasnya. Nilai R² pada interval 0,9-1 menandakan terdapat hubungan antara absorbansi dan konsentrasi (Purnama et al., 2020). Hasil absorbansi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Absorbansi Larutan Standar Pb²⁺

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	0,1	0.0103
3	0,2	0.0164
4	0,4	0.0325
5	0,8	0.0636



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Pb²⁺

Kurva kalibrasi Pb²⁺ pada Gambar 1 diperoleh dari data pada Tabel 2. Berdasarkan perhitungan dihasilkan persamaan regresi $y = 0,07875x + 0,00084$ dengan nilai R² yaitu 0,9991. Hal ini menunjukkan bahwa metode analisis menggunakan SSA memiliki linearitas yang sangat baik dan memenuhi syarat ditunjukkan pada nilai R² yang mendekati 1.

3.3. Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi

Batas deteksi (LOD) merupakan jumlah analit terkecil yang terdeteksi pada sampel, sedangkan batas kuantitasi (LOQ) yakni jumlah terkecil dari analit sampel yang memenuhi kriteria ketelitian. Nilai LOD dan LOQ dihitung secara statistik menggunakan garis regresi kurva kalibrasi, sehingga untuk kadar logam Pb pada susu cair kemasan kaleng yang dianalisis didapatkan nilai LOD 0,0509 mg/mL dan nilai LOQ 0,1543 mg/mL.

3.4. Kecermatan

Batas deteksi (LOD) merupakan jumlah analit terkecil yang terdeteksi pada sampel, sedangkan batas kuantitasi (LOQ) yakni jumlah terkecil dari analit sampel yang memenuhi kriteria ketelitian.

Nilai LOD dan LOQ dihitung secara statistik menggunakan garis regresi kurva kalibrasi, sehingga untuk kadar logam Pb pada susu cair kemasan kaleng yang dianalisis didapatkan nilai LOD 0,0509 mg/mL dan nilai LOQ 0,1543 mg/mL.

3.5. Kadar Pb pada Sampel

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel susu cair kemasan kaleng yang dianalisis mengandung logam Pb dengan kadar yang bervariasi, namun semua masih belum melampaui batas cemaran logam Pb yaitu 0,02 mg/kg sesuai SNI 8984 tahun 2021. Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan langsung, kandungan Pb pada sampel berasal dari kaleng, yang mengalami korosi, terkelupasnya lapisan pelindung serta kondisi kaleng yang penyok. Kadar logam Pb pada tiap sampel ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Logam Pb pada Sampel

Sampel	Kadar (mg/kg)	Keterangan
A	0,0148	MS
B	0,0081	MS
C	0,0071	MS

Keterangan:

MS = Memenuhi Syarat

Analisis susu cair kemasan kaleng menyebabkan adanya interaksi logam Pb yang digunakan pada pembuatan kaleng. Kemasan kaleng yang penyok atau rusak akan menyebabkan logam Pb lebih mudah terdeteksi. Kerusakan pada lapisan dalam kaleng dapat menyebabkan larutnya unsur logam ke dalam susu, terutama jika penyimpanan tidak sesuai sehingga mendukung terjadinya reaksi kimia. Secara keseluruhan hasil penelitian membuktikan bahwa kadar logam Pb pada ketiga sampel minuman susu cair kemasan kaleng yang dianalisis masih lebih rendah dari ambang batas maksimum cemaran logam berat Pb, berdasarkan standar mutu SNI 8984 tahun 2021 yaitu 0,02 mg/kg untuk produk susu cair plain yang siap dikonsumsi. Rendahnya kadar Pb pada sampel kemungkinan besar disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu pengawasan mutu oleh BPOM dan kondisi penyimpanan yang cukup baik. Meskipun kandungan logam Pb pada penelitian ini tergolong rendah, perlu dibatasi konsumsi minuman kaleng mengingat Pb dapat terakumulasi dalam tubuh dan bisa membahayakan kesehatan jika dikonsumsi terus-menerus.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa ketiga sampel susu cair kemasan kaleng yang dianalisis mengandung logam berat Pb dengan kadar masing-masing 0,014 mg/kg (kode A); 0,008 mg/kg (kode B); dan 0,007 mg/kg (kode C), sehingga ketiga sampel masih aman dikonsumsi karena berada di bawah batas maksimum 0,02 mg/kg menurut standar mutu SNI 8984 tahun 2021.

References

- Bakhori, A. (2017). Tinjauan Aspek Korosi pada Makanan dalam Kemasan Kaleng. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU*, 2(1), 30-38.
- Bitha, M., dan Winokan, J.M. (2020). Optimasi Penggunaan Sistem Preparasi Berbantuan Gelombang Mikro pada Analisis Logam Timbal dalam Ikan Tuna Kemasan Kaleng secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(2), 89-95.
- Irianti, T.T., Kuswandi., Nuranto, S., Budiyatni, A. (2017). *Logam Berat dan Kesehatan*. Grafika Indah ISBN: 979820492-1, Yogyakarta.
- Kunsah, B., Kartikorini, N., Ariana, D. (2022). Edukasi Bahaya Cemaran Logam Berat (Pb, Cd, Zn) pada Makanan dan Minuman Kemasan Kaleng. *HUMANISM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), 195-201.
- Mahmoudi, R., Kazeminia, M., Kaboudari, A., Mahalleh, S.F.R.P. (2017). A Review of the Importance, Detection and Controlling of Heavy Metal in Milk and Dairy Products. *Malaysian Journal of Science*, 36(1), 1-16.
- Perdana, W.W. (2019). Analisis Logam Berat di Kemasan Kaleng. *Agroscience*, 9(2), 215-223.
- Purnama, R.C., Retnaningsih, A., Putri, H.R. (2020). Penetapan Kadar Timah (Sn) Pada Susu Kemasan Kaleng Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Jurnal Analisis Farmasi*. 5(1), 51-58.

- Rohmawati, D.F., dan Wibowo, Y.M. (2021). Penentuan Kadar Logam Timbal pada Sampel Susu Sapi Segar menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 1(2), 48-53.
- Sinaga, T.R., Sitohang, R., Sinaga, A.B. (2020). Analisa Kadar Logam Timbal dan Besi pada Susu Kental Manis Kemasan Kaleng yang beredar di Kelurahan Tanjung Sari dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Teknologi, Kesehatan, dan Ilmu Sosial*, 2(2), 205-215.
- Wigenaputra, D.H., Ramdan, A., Akbar, F. (2023). Meningkatkan Kapasitas Produksi Susu Kemasan Kaleng Melalui Perancangan Mesin Palletizing. *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 9(2) 31-37.