

Analisis Kadar Logam Pb dalam Keripik Tempe dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Analysis of Pb Metal Content in Tempeh Chips by Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) Method

Rayhani Rara Bahri^{1*}, Miftahul Khair²

^{1,2}Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Hamka, Padang, 25131, Indonesia

*Corresponding Author: rayhanibahri@gmail.com

ABSTRAK: Keripik tempe merupakan salah satu olahan kedelai yang digemari masyarakat luas, namun berpotensi tercemar logam berat seperti timbal (Pb) selama proses produksinya. Paparan Pb dalam makanan dapat membahayakan kesehatan, sehingga diperlukan analisis kadar Pb untuk menjamin keamanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar logam Pb dalam keripik tempe menggunakan metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan mengevaluasi keamanannya berdasarkan standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Metode SSA digunakan untuk mendeteksi kandungan Pb dalam sampel keripik tempe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Pb pada sampel keripik tempe adalah 0,029 mg/kg dan 0,031 mg/kg. Kadar ini masih di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI No. 2602-2018, yaitu 0,25 mg/kg. Validasi metode analisis menunjukkan linieritas yang baik dengan nilai $r^2 = 0,9950$ dan presisi yang baik dengan %RPD = 6,89%. Dengan demikian, metode SSA terbukti valid untuk analisis kadar Pb dalam keripik tempe, dan sampel yang diuji aman untuk dikonsumsi sesuai dengan standar yang berlaku.

Kata kunci : keripik tempe, kadar Pb, Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

ABSTRACT: *Tempeh chips are a popular soybean-based snack widely consumed by the public; however, they are potentially susceptible to contamination by heavy metals such as lead (Pb) during the production process. Pb exposure in food can pose serious health risks, making it essential to analyze Pb levels to ensure food safety. This study aims to determine the Pb content in tempeh chips using the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) method and to evaluate its safety based on the standards set by the Indonesian National Standard (SNI). The AAS method was employed to detect Pb concentrations in tempeh chip samples. The results showed that the Pb content in the samples was 0.029 mg/kg and 0.031 mg/kg, which are well below the maximum limit of 0.25 mg/kg as specified in SNI No. 2602-2018. Method validation indicated good linearity with an r^2 value of 0.9950 and acceptable precision with an RPD of 6.89%. Therefore, the AAS method is proven to be valid for analyzing Pb content in tempeh chips, and the tested samples are considered safe for consumption according to the applicable standards.*

Keywords: *tempeh chips, Pb content, Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)*

1. PENDAHULUAN

Kedelai dikenal sebagai salah satu sumber protein nabati yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia (Suwandi *et al.*, 2015). Umumnya, kedelai diolah menjadi produk makanan seperti tempe dan tahu

yang akrab di masyarakat. Berdasarkan data terbaru, rata-rata konsumsi tempe per kapita dalam satu minggu pada tahun 2024 mencapai 0,136 kilogram (BPS, 2024). Seiring berjalannya waktu, tempe tidak hanya dikonsumsi dalam bentuk utuh, tetapi juga dikembangkan menjadi camilan

praktis seperti keripik tempe yang diproduksi secara massal. Keripik tempe sendiri merupakan jenis makanan ringan yang dibuat dari tempe berbahan dasar kedelai (*Glycine max*), yang diiris tipis, lalu digoreng, baik secara langsung maupun setelah diberi lapisan tepung dan bumbu (Ahmad *et al.*, 2022). Keripik tempe sebagai produk pangan yang dikonsumsi luas, aspek keamanan pangan, khususnya kandungan kontaminan logam berat, perlu menjadi perhatian serius.

Salah satu logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia adalah timbal (Pb). Paparan Pb dalam jumlah tertentu dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti mual, muntah, sakit perut hebat, kelainan fungsi otak, tekanan darah naik, anemia berat, keguguran, penurunan fertilitas pada laki-laki, gangguan sistem saraf, kerusakan ginjal, bahkan kematian dapat terjadi dalam waktu 1-2 hari. Masuknya Pb ke dalam produk makanan dapat berasal dari lingkungan, peralatan produksi, atau bahan baku yang terkontaminasi (Agustina, 2014).

Terdapat beberapa metode yang dikembangkan untuk penentuan kadar timbal (Pb) diantaranya adalah metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang

berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas (Dewi & Hadisoebroto, 2021). Elektron pada atom akan tereksitasi pada orbital yang lebih tinggi dalam waktu singkat dengan menyerap energi (radiasi pada panjang gelombang tertentu) (Sugito, 2022). Spektrofotometer serapan atom banyak digunakan di berbagai bidang karena memiliki selektivitas dan spesifisitas tinggi, biaya analisis yang relatif terjangkau, sensitivitas yang mampu mendeteksi hingga tingkat ppm hingga ppb, serta proses analisisnya berlangsung cepat dan mudah diterapkan (Hidayah *et al.*, 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya telah meneliti kandungan logam berat pada berbagai produk pangan diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Wahab *et al.*, (2022) yang melakukan analisis logam berat Pb pada sampel pangan segar asal tumbuhan menggunakan metode *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry* (GFAAS) dan menemukan bahwa kadar Pb berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh BPOM. Penelitian lain oleh Aryantari dan Radiansyah (2024) menganalisis kadar cemaran logam timbal pada pangan jajanan anak sekolah jenis salome di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, dan hasilnya menunjukkan bahwa semua sampel mengandung Pb, meskipun masih di bawah batas maksimal yang ditetapkan. Selain itu, Mulyati & Pujiono (2020) menganalisis kandungan logam berat

timbangan pada makanan olahan lorjuk menggunakan spektroskopi serapan atom dan menemukan bahwa beberapa sampel melebihi ambang batas yang diizinkan.

Meskipun telah banyak penelitian mengenai kandungan Pb pada berbagai produk pangan, studi khusus mengenai keripik tempe masih terbatas. Padahal, keripik tempe memiliki karakteristik unik dalam proses produksinya, seperti penggunaan minyak goreng berulang dan peralatan tradisional, yang dapat meningkatkan risiko kontaminasi logam berat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar logam Pb dalam keripik tempe menggunakan metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA), serta mengevaluasi apakah kadar yang ditemukan masih berada dalam batas aman sesuai standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah keripik tempe, HNO₃ pekat, HNO₃ 1:10, H₂O₂ 30%, larutan standar induk Pb 1000 ppm, dan aquades (merk: *Sigma Aldrich*).

Alat yang digunakan adalah labu ukur 50 ml, pipet mikro, lumpang dan alu/mortal, neraca analitik, vessel, pipet dispenser, pipet ukur, spatula, pump, microwave digester, pipet tetes, corong, botol semprot, dan seperangkat alat SSA.

2.2 Prosedur

2.2.1. Proses Pembuatan Larutan Standar Pb (10 ppm)

Sebanyak 500 µL larutan standar induk Pb 1000 ppm dipipet menggunakan pipet mikro dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Selanjutnya, larutan tersebut diencerkan dengan larutan HNO₃ 1:10 hingga mencapai tanda batas pada labu ukur.

2.2.2. Proses Pembuatan Larutan Master Standar Pb (5 ppb)

Sebanyak 250 µL larutan standar Pb 10 ppm dipipet menggunakan pipet mikro dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Kemudian, larutan diencerkan dengan larutan HNO₃ 1:10 hingga mencapai tanda batas pada labu ukur.

2.2.3. Preparasi Sampel

Sampel keripik tempe terlebih dahulu dihaluskan hingga menjadi serbuk. Sebanyak 0,5 gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam vessel. Kemudian, sebanyak 9 mL HNO₃ pekat ditambahkan ke dalam vessel, diikuti dengan penambahan 1 mL H₂O₂ 30%. Setelah itu, vessel dimasukkan ke dalam alat *microwave digester*. Pada *microwave digester*, menu "food" dipilih dan diklik "OK" untuk memulai proses. Proses dibiarkan berlangsung selama kurang lebih dua jam hingga selesai.

Setelah proses *digestion* selesai, vessel dikeluarkan dari *microwave digester*. Isi vessel kemudian dituangkan ke dalam labu ukur 50 mL. Selanjutnya,

vessel dibilas menggunakan aquades, dan hasil bilasan tersebut ditambahkan ke dalam labu ukur. Aquades kembali ditambahkan hingga volume larutan mencapai tanda batas pada labu ukur.

2.2.4. Pembacaan Sampel dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Perangkat komputer dan *furnace* pada alat SSA dihidupkan terlebih dahulu. Setelah itu, larutan master standar Pb, pelarut (*diluen*), blanko standar, blanko sampel, dan larutan sampel dimasukkan ke dalam vial. Selanjutnya, proses pembacaan dilakukan, dan hasilnya dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom. Penelitian ini dilakukan secara duplo.

2.3 Analisis Data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan hasil pengukuran larutan standar dengan membuat kurva kalibrasi. Persamaan regresi linear digunakan untuk menganalisis data berlandaskan hukum *lambert-beer* yaitu:

$$Y = ax + b \quad (1)$$

Dimana:

Y = absorbansi

x = konsentrasi larutan standar

a = *slope*

b = *intercept*

RPD (*Relative Percentage Difference*) digunakan untuk mengevaluasi presisi antara dua pengukuran independen yang dapat dinyatakan dalam rumus berikut:

$$\% \text{RPD} = \frac{|c_1 - c_2|}{\bar{c}} \times 100\% \quad (2)$$

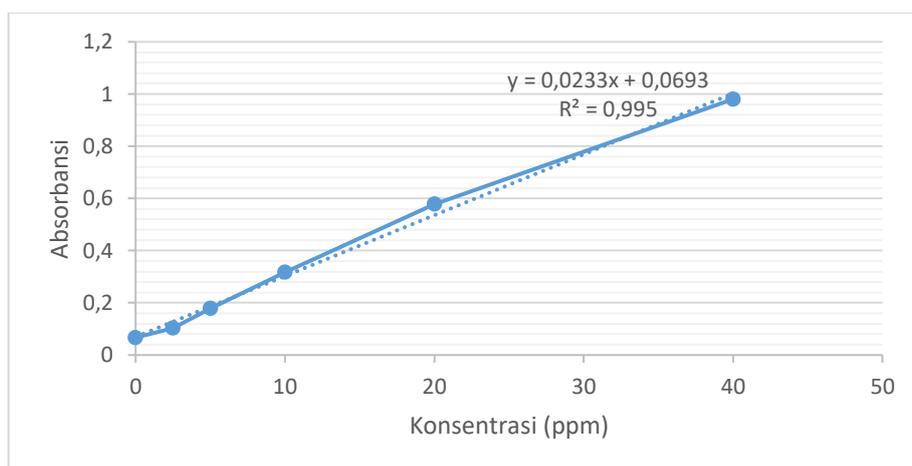
C_1 = hasil pengujian pertama

C_2 = hasil pengujian kedua (duplo)

\bar{c} = rata-rata hasil pengujian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses produksi dan pengolahan keripik tempe dapat menjadi sumber kontaminasi logam berat, salah satunya adalah timbal (Pb). Kandungan logam berat seperti timbal dapat dianalisis dengan menggunakan SSA. Pada penentuan kandungan Pb ini ada dua tahap yang dilakukan yaitu destruksi sampel dan penentuan cemaran logam Pb menggunakan spektrofotometer serapan atom. Penelitian ini dilakukan secara duplo agar dapat dihitung %RPD untuk mengetahui seberapa dekat hasil pengujian yang berulang dari sampel yang sama dalam kondisi yang sama. Proses pertama yaitu membuat larutan Pb 10 ppm dari Pb 1000 ppm, selanjutnya membuat larutan standar Pb 5 ppb dari Pb 10 ppm untuk mendapatkan kurva kalibrasi standar.



Grafik 1. Kurva Kalibrasi Standar

Sampel keripik tempe dipreparasi dengan menghaluskan sampel terlebih dahulu, tujuan penghalusan ini yaitu untuk membuat luas permukaan lebih besar dan mempermudah sampel larut dalam proses destruksi. Selanjutnya, sampel didestruksi menggunakan HNO_3 pekat dan H_2O_2 30% dalam microwave digester. Tujuan dari proses destruksi ini adalah untuk memutuskan ikatan antara unsur logam dengan matriks sampel agar diperoleh logam dalam bentuk bebas sehingga dapat dianalisis serta untuk mendapatkan larutan yang tercampur dengan analit, proses destruksi sempurna dari padatan dan menghindari hilangnya atau terjadinya kontaminasi analit. Penggunaan asam pekat HNO_3 dipilih karena merupakan reagen yang dapat digunakan untuk melarutkan Pb, dimana HNO_3 bertindak sebagai oksidator dan merupakan pelarut logam yang baik. Pb akan teroksidasi oleh HNO_3 sehingga dapat larut. Hal ini karena salah satu syarat analisis logam dengan SSA yaitu sampel harus berupa larutan. Serta penambahan asam peroksida 30%

(H_2O_2) sebagai agen pengoksidasi yang dapat menyempurnakan reaksi. Penambahan H_2O_2 30% juga dapat mengurangi kandungan karbon pada hasil destruksi dan memaksimalkan proses destruksi dengan mempercepat pemutusan ikatan organologam menjadi anorganik.

Setelah proses destruksi, selanjutnya dilakukan pengukuran kadar logam Pb menggunakan SSA, pengukuran larutan standar dan sampel dilakukan pada panjang gelombang 283 nm. Pertama mengukur larutan standar Pb (0; 2,5; 5; 10; 20 dan 40 ppb), variasi konsentrasi ini digunakan dalam kurva kalibrasi yang bertujuan untuk mendapatkan persamaan nilai regresi linear. Persamaan regresi yang diperoleh dapat menjadi acuan untuk menghitung kadar larutan sampel yang dianalisis. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil dari regresi linier $y = ax + b$ dimana $y = 0,0233x + 0,06938$ dengan nilai koefisien determinasi (r^2) = 0,9950. Maka, dapat

dinyatakan nilai linieritas yang didapatkan dari hasil pengujian memenuhi syarat yaitu dengan rentang nilai 0,990 atau mendekati 1.

Tabel 1. Linieritas

x (ppb)	y (absorbansi)
0	0,0668
2,5	0,1030
5	0,1786
10	0,3174
20	0,5774
40	0,9804
Slope (a)	0,0233
Intercept (b)	0,0693
r	0,9975
r²	0,9950

Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi dari sampel, dimana absorbansi sampel yang didapatkan digunakan untuk menghitung konsentrasi sampel yang selanjutnya digunakan untuk menghitung kadar Pb dalam sampel. Dari pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan kadar Pb pada sampel 1 = 0,0286 mg/kg dan sampel 2 = 0,0306 mg/kg. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar Pb pada keripik tempe memenuhi syarat baku mutu kadar Pb keripik tempe SNI No. 2602-2018 yaitu maksimal hanya 0,25 mg/kg.

Tabel 2. Presisi

Nama Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (µg/L)	FP	Bobot (g)	Kadar Pb (mg/Kg)	Rata-rata	RPD%
Blanko	0,0128	-2,4203					
Sampel 1	0,0195	0,2872	1	0,5022	0,0286	0,0296	6,896
Sampel 2	0,0200	0,3086	1	0,5037	0,0306		

Terakhir dilakukan penentuan nilai %RPD (*Relative Percent Difference*), dimana nilai presisi ini sangat penting untuk memastikan keandalan dan konsistensi hasil pengujian. Presisi mengacu pada seberapa dekat hasil pengujian yang berulang dari sampel yang sama dalam kondisi yang sama. Dari perhitungan didapatkan nilai %RPD yaitu 6,89%, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pengulangan metode ini memenuhi syarat keberterimaan untuk presisi, yaitu %RPD <16%.

KESIMPULAN

Berdasarkan semua parameter yang telah diujikan yaitu linieritas, penentuan

kadar Pb, dan presisi dalam keripik tempe menggunakan SSA didapatkan telah memenuhi syarat keberterimaan dan dapat digunakan untuk metode analisis rutin. Hal ini ditunjukkan dengan linieritas yang baik dengan persamaan garis dari kurva standar $y = 0,0233x + 0,06938$ dengan $r^2 = 0,9950$ serta nilai presisi yang baik yaitu %RPD = 6,89%, hasil tersebut memenuhi syarat keberterimaan untuk linearitas dan presisi. Kadar Pb pada keripik tempe yang didapatkan berturut-turut yaitu 0,0286 mg/kg dan 0,0306 mg/kg. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar Pb pada keripik tempe memenuhi syarat baku mutu kadar Pb keripik tempe SNI No.

2602-2018 yaitu maksimal hanya 0,25 mg/kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T., & Teknik, F. (2014). Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan. *Teknobuga*, 1(1), 53–65.
- Ahmad, S. R., Moulia, M. N., & Varton, S. L. (2022). Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Penggorengan Keripik Tempe Terhadap Mutu Dan Penerimaan Konsumen. *Pro Food*, 8(2), 73–82.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Kacang-Kacangan Per Kabupaten/kota (Satuan Komoditas) 2024. Tersedia <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjEwMSMY/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-kacang-kacangan-per-kabupaten-kota.html>. Diakses 15 Mei 2025
- Badan Standarisasi Nasional. (2018). SNI 6202:2018. Keripik Tempe. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Dewi, L., & Hadisoebroto, G. (2021). PENENTUAN KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA SUMBER AIR DI KAWASAN GUNUNG SALAK KABUPATEN SUKABUMI DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA). *Jurnal Sabdariffarma*, 9(2), 15–24. <https://doi.org/10.53675/jsfar.v3i2.393>
- Hidayah, H., Putri Valentina, D., Kurniawati, I., Hamzah, R., Farmasi, P. S., Buana, U., & Karawang Abstract, P. (2024). Pengujian Logam Tembaga pada Produk Air Minum dalam Kemasan Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(12), 326–334. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12525290>
- Mulyati, T., & Pujiono, F. E. (2020). ANALISA KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA MAKANAN OLAHAN LORJUK (Solen sp.) MENGGUNAKAN SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan Dan Farmasi*, 20(2), 242. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v20i2.615>
- Sugito, S. (2022). Uji Kinerja Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) Shimadzu 6650 F Terhadap Logam Fe, Zn pada Kegiatan Praktikum Kimia Anorganik di UPT Laboratorium Terpadu UNS. *Indonesian Journal of Laboratory*, 5(2), 83. <https://doi.org/10.22146/ijl.v5i2.75876>
- Suwandi., Nuryati, L., Waryanto, B., Noviaty., Widaningih, R. (2015). Outlook komoditas pertanian tanaman pangan kedelai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Wahab, A. R. B. Z., Makmur, K., & Fakhruddin, A. (2022). Analisis deteksi logam berat (Pb) pada sampel pangan segar asal tumbuhan (PSAT) menggunakan metode GFA AAS. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 2(2), 47–52. <https://doi.org/10.24252/filogeni.v2i2.29376>