

ANALISIS KADAR LOGAM BERAT Cd DAN Pb PADA SAWI HIJAU YANG DIPANEN PADA USIA 2, 3, DAN 4 MINGGU DENGAN METODE AAS (ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY) 2025

Ratu Hana Fitriyah¹⁾, Bungaran Saing^{2)*}, Andi Nuraliyah³⁾

^{1,2,3)} Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya,
Jl. Raya Perjuangan, Kota Bekasi, Jawa Barat 17143.

**Corresponding Author:* bungaran.saing@dsn.ubharajaya.ac.id

ABSTRAK

Tanaman sayuran dan buah-buahan, seperti sawi hijau (*Brassica rapa L. Subsp. perviridis bailey*), memiliki beragam jenis dan nilai gizi tinggi, termasuk kandungan vitamin A dan C. Tanaman ini rentan terhadap kontaminasi logam berat dan jika melebihi batas maksimum yang ditetapkan SNI 7387:2009 (0,1 mg/kg untuk Cd dan 0,2 mg/kg untuk Pb), berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan karena dapat masuk ke sistem metabolisme melalui air, udara, atau makanan yang terkontaminasi. Analisa kadar logam berat pada sawi hijau dapat dilakukan dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Hasil pengujian kadar logam berat Cd dan Pb pada sawi hijau yang dipanen pada usia 2, 3, dan 4 minggu dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) didapatkan bahwa semua sampel sawi hijau dalam penelitian ini memenuhi standar keberterimaan pada regulasi dari SNI 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Namun tanaman sawi hijau yang paling aman dikonsumsi adalah yang dipanen pada usia 2 minggu yang mendapat perolehan kadar yaitu Cd 0,0129 mg/kg dan pada Pb 0,0324 mg/kg. Untuk membedakan tanaman sawi hijau yang dipanen pada usia 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu dapat dibedakan dari morfologi tanaman tersebut, yaitu: semakin lama waktu panen maka tanaman sawi hijau akan semakin tinggi, jumlah daun semakin banyak, dan daun akan semakin lebar.

Kata kunci: AAS, morfologi, sawi hijau, tanaman, usia panen

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman sayuran dan buah-buahan, seperti sawi hijau (*Brassica rapa L. Subsp. perviridis bailey*), memiliki beragam jenis dan nilai gizi tinggi, termasuk kandungan vitamin A dan C. Tanaman sawi hijau merupakan jenis sayuran yang sangat dikenal di kalangan konsumen. Sawi hijau selain dimanfaatkan untuk bahan makanan sayuran, juga dapat dimanfaatkan untuk pengobatan bermacam-macam penyakit sehingga sawi hijau sebagai salah satu bagian dari golongan sayuran yang mempunyai peran penting untuk memenuhi kebutuhan pangan, gizi, dan obat bagi masyarakat (Istarofah et al., 2017). Menurut Ibrahim dan Tanaiyo (2018) sawi hijau memiliki kandungan protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C. Namun, tanaman ini rentan terhadap kontaminasi logam berat.

Logam berat dapat masuk ke dalam lingkungan karena pelapukan batuan yang mengandung logam berat secara residual di dalam tanah, penggunaan bahan alami untuk pupuk dan pembuangan limbah pabrik dan limbah rumah tangga. Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan kebanyakan berasal dari kegiatan manusia. Logam berat di lingkungan tidak membahayakan kehidupan makhluk hidup tetapi logam berat membahayakan apabila masuk ke dalam sistem metabolisme makhluk hidup dalam jumlah melebihi ambang batas.

KI005:1

Masuknya logam berat ke dalam sistem metabolisme manusia dan hewan dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung. Masuknya secara langsung pada manusia yaitu bersama air minum, udara yang dihirup atau lewat singgungan kulit, sedangkan secara tidak langsung terjadi bersama dengan bahan yang dimakan. Sumber logam berat berasal dari tanah, air dan udara. Dengan perantara tumbuhan yang menyerap logam berat dari sumber tersebut dan masuk kedalam jaringan yang nanti dimakan manusia dan hewan.

Penelitian terdahulu telah dilakukan oleh Priandoko, dkk (2019) tentang kandungan logam berat Pb dan Cd pada sawi hijau dan wortel yang beredar di pasar kota Denpasar, bahwa telah terbukti sawi hijau mengandung logam Pb dan Cd, pada penelitian tersebut didapatkan kadar logam Pb sebesar $69,58 \pm 4,61 \mu\text{g/g}$ dan $73,91 \pm 2,51 \mu\text{g/g}$, sedangkan logam Cd sebesar $10,55 \pm 1,78 \mu\text{g/g}$ dan $10,09 \pm 1,09 \mu\text{g/g}$. Dalam penelitian ini metode yang dilakukan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) dan tanaman sawi hijau baik untuk menyerap logam berat pada lingkungan yang sudah tercemar.

Berdasarkan SNI 7387:2009 batas maksimum yang ditetapkan untuk logam berat Cd pada buah dan sayur adalah 0,1 mg/kg, serta logam berat Pb pada buah dan sayur adalah 0,2 mg/kg. Apabila melebihi batas maksimum tersebut maka akan berbahaya untuk dikonsumsi (Lestari, S., 2021). Proses yang digunakan dalam pengujian logam umumnya adalah menggunakan metode AAS-*graphite furnace*/GF-AAS, AAS-*flame*/F-AAS, ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy*), ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*), AAN (Analisis Aktivasi Neutron), dan AES (*Atomic Emission Spectrometry*).

Dalam AOAC 999.10:2005 menggunakan F-AAS dan GF-AAS, yang merupakan metode yang umum digunakan dan terbukti akurat. Selain itu, AOAC (*Association of Official Agricultural Chemists*) merupakan kumpulan standar pengujian bahan pangan yang sudah dipatenkan oleh para ilmuwan dan digunakan oleh pemerintah serta laboratorium-laboratorium di seluruh dunia sebagai acuan untuk menguji keamanan berbagai bahan pangan, dengan kata lain Metode ini telah divalidasi dan diterima secara internasional.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh usia panen (2, 3, dan 4 minggu) terhadap jumlah kadar logam berat Cd dan Pb pada sawi hijau yang dianalisis menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) dan untuk membantu masyarakat dalam mengidentifikasi perbedaan usia panen (2, 3, dan 4 minggu) pada sawi hijau.

2. METODE

Pengujian timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada pangan segar asal tumbuhan yaitu sawi hijau dilakukan dengan cara yang sama yaitu beracuan pada AOAC 999.10. AOAC (*Association of Official Agricultural Chemists*) merupakan kumpulan standar pengujian bahan pangan yang sudah dipatenkan oleh para ilmuwan dan digunakan oleh pemerintah serta laboratorium-laboratorium di seluruh dunia sebagai acuan untuk menguji keamanan berbagai bahan pangan. AOAC 999.10 yang digunakan kali ini digunakan untuk mengukur kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada bahan pangan melalui proses *microwave digestion* dan GF-AAS. Metode ini dapat mendeteksi kadar timbal (Pb) dalam konsentrasi diatas 0,4 mg/kg dan kadmium (Cd) dalam konsentrasi diatas 0,01 mg/kg (AOAC, 2005).

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu pipet Mohr 10, 5, dan 2 mL, pipet volumetrik 5 mL, mikro pipet 20-200 μL , labu takar 25 mL, spatula, neraca analitik, corong, gelas piala 100 dan 500 mL, pipet tetes, botol semprot, *blender*, *vessel*, *microwave digestion*, *vial*, dan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Bahan yang digunakan yaitu sawi hijau yang diperoleh dari hasil budidaya secara mandiri, akuabides, HNO_3 pekat 65 %, dan H_2O_2 30%, dan larutan standar Cd dan Pb 1000 mg/Kg.

2.2 Prosedur Penelitian

Penentuan kadar logam menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrometry-Graphite Furnace* (AAS-GF) memerlukan larutan standar sebagai referensi. Pembuatan larutan standar diawali dengan menyiapkan larutan standar intermediate 20 ppm. Sebanyak 200 μL larutan baku standar Pb dan Cd 1000 ppm dipipet, kemudian dilarutkan dengan HNO_3 0,1 N ke dalam labu ukur 20 mL. Selanjutnya, larutan standar kerja 20 ppb disiapkan dengan memipet 20 μL larutan intermediate Pb dan Cd 20 ppm, lalu dilarutkan kembali menggunakan HNO_3 0,1 N dalam labu ukur 20 mL hingga mencapai konsentrasi 20 ppb.

Sampel sawi hijau dipersiapkan melalui serangkaian tahap sebelum analisis dengan AAS-GF. Sampel dihomogenisasi dan ditimbang sebanyak 1 gram dalam *vessel* dengan tiga kali pengulangan. Selanjutnya, ditambahkan 5 mL HNO_3 dan 2 mL H_2O_2 30% di dalam ruang asam. *Vessel* ditutup dan dipasang pada alat pengunci untuk mencegah tumpahan selama proses *digesti*. Proses *digesti* dilakukan menggunakan *microwave digestion* pada suhu 140°C selama 45 menit. Setelah proses selesai, *vessel* dikeluarkan dan didinginkan di ruang asam. Sampel hasil *digesti* kemudian dipindahkan ke labu ukur 25 mL, ditambahkan akuabides hingga tanda tera, dan dihomogenisasi. Analisis akhir dilakukan dengan menginjeksikan sampel ke dalam *Spektrofotometri Serapan Atom Graphite Furnace* menggunakan panjang gelombang 283,3 nm untuk Pb dan 228,8 nm untuk Cd (AOAC, 2005).

2.3 Perhitungan

Penentuan kadar logam Pb dan Cd dalam sampel dilakukan dengan kurva kalibrasi yang berupa garis linier dari absorbansi yang terukur. Kadar dapat ditentukan dengan rumus (AOAC, 2005):

$$C = \frac{(A-B) \times df \times 25 \text{ mL}}{gr} \quad (1)$$

Keterangan :

C = konsentrasi logam dalam sampel (mg/Kg)

A = konsentrasi logam dalam larutan uji (mg/L)

B = rata-rata konsentrasi logam dalam larutan blanko (mg/L)

df = factor pengenceran (mL)

gr = berat sampel yang didestruksi (g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari uji logam berat Pb dan Cd diolah menggunakan perhitungan pada program excel. Di dalam perhitungan ini ada beberapa komponen yang harus ditelusuri, diantaranya konsentrasi sampel dalam larutan serta kadar sampel. Hasil disajikan dalam bentuk persamaan linear dari kurva kalibrasi. Intercept (a) dalam kurva dapat diartikan sebagai nilai atau bentuk akurasi dan presisi dari blanko. Kemudian, slope (b) dapat diartikan sebagai

ukuran sensitifitas dari metode pengujian. Terakhir koefisien determinasi (R^2) dapat diartikan sebagai korelasi kadar analit atau blanko dengan respon instrument. Kadar sampel ini kemudian akan dibandingkan dengan regulasi dari Standar Nasional Indonesia 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan.

Hasil perbandingan data kadar logam berat Cd dan Pb pada sawi hijau dengan usia panen 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Perbandingan Data Kadar Logam Berat Pb dan Cd pada Sawi Hijau

Komponen	Waktu (minggu)	Kadar rata-rata (mg/kg)	Batas keberterimaan	Kesesuaian standar
Cd	2	0.0129	< 0.2 mg/kg	Sesuai
	3	0.0176		Sesuai
	4	0.0111		Sesuai
Pb	2	0.0324	< 0.5 mg/kg	Sesuai
	3	0.0415		Sesuai
	4	0.0556		Sesuai

Pada tabel 1 di atas, semua data sampel menunjukkan bahwa sudah sesuai dengan SNI 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Didapatkan pula hasil uji cemaran logam Cd yang tidak konsisten kenaikan kadarnya. Faktor yang menyebabkan rendahnya nilai Cd yang diserap pada minggu ke-2 dan minggu ke-4 menurut Wangge dan Benu (2012) adalah karena sawi hijau yang ditanam pada lahan pertanian ditanam dalam jumlah besar pada suatu area atau lahan yang sama sehingga populasi tanaman yang terlalu padat akan menyebabkan terjadinya kompetisi untuk memperebutkan zat hara. Cd memiliki laju perpindahan dari tanah ke tanaman yang tinggi dibandingkan oleh Pb, yang membuat Cd pada usia panen 2-3 minggu lebih tinggi dibandingkan saat usia panen 4 minggu. Cd dan Pb memiliki mekanisme penyerapan yang berbeda. Cd lebih mudah larut dalam air tanah dan lebih cepat diserap oleh tanaman, sehingga akumulasi kadarnya dapat berfluktuasi tergantung kondisi lingkungan. Sebaliknya, Pb memiliki mobilitas lebih rendah dalam tanah dan cenderung menumpuk secara bertahap.

Petani dapat diberi edukasi tentang pengelolaan tanah, seperti menjaga pH tanah yang optimal dan menghindari penggunaan pupuk atau air irigasi yang terkontaminasi untuk mengurangi kadar logam berat dalam sawi hijau.

Dapat dilihat pada tabel 1 diatas, perolehan kadar logam Cd tertinggi didapat pada saat waktu panen 3 minggu, sedangkan pada logam Pb didapat pada saat waktu panen 4 minggu. Hal ini dapat disimpulkan, sawi hijau yang paling aman dikonsumsi adalah saat dipanen pada waktu 2 minggu, dimana perolehan kadar dari logam Cd dan Pb berada di jumlah terendah, yaitu pada Cd 0,0129 mg/kg dan pada Pb 0,0324 mg/kg.

Untuk dapat membedakan antara sawi hijau yang dipanen pada waktu 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu dapat menggunakan morfologi tumbuhan (bentuk dan struktur tumbuhan).

Menurut Ardhayani, dkk (2023) semakin lama HST (Hari Setelah Tanam) pada tanaman sawi hijau, akan menghasilkan morfologi sebagai berikut: Tinggi tanaman akan semakin bertambah di usia 5 HST setinggi 6,88 cm menjadi 31,99 cm di usia 25 HST, jumlah daun akan semakin banyak di usia 5 HST sebanyak 5 helai menjadi 10 helai di usia 25 HST, lebar daun akan semakin besar diusia 25 HST yaitu sebesar 180,42 cm².

Hal ini menyimpulkan bahwa semakin lama waktu panen, maka tanaman sawi hijau akan semakin tinggi, jumlah daun semakin banyak, dan daun akan semakin lebar.

Dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini, bahwa semakin lama waktu panen, lebar daun akan meningkat.



(a) Usia 2 Minggu



(b) Usia 3 Minggu



(c) Usia 4 Minggu

Gambar 1. Tanaman Sawi Hijau Pada Usia Panen 2 Minggu, 3 Minggu, Dan 4 Minggu

4. KESIMPULAN

Dalam pengujian kadar logam berat Cd dan Pb pada sawi hijau yang dipanen pada usia 2, 3, dan 4 minggu dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) didapatkan kesimpulan bahwa semua sampel sawi hijau dalam penelitian ini memenuhi standar keberterimaan pada regulasi dari SNI 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Namun tanaman sawi hijau yang paling aman dikonsumsi adalah yang dipanen pada usia 2 minggu yang mendapat perolehan kadar yaitu Cd 0,0129 mg/kg dan pada Pb 0,0324 mg/kg.

Untuk membedakan tanaman sawi hijau yang dipanen pada usia 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu dapat dibedakan dari morfologi tanaman tersebut, yaitu: semakin lama waktu panen maka tanaman sawi hijau akan semakin tinggi, jumlah daun semakin banyak, dan daun akan semakin lebar.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*, Washington, Benjamin Franklin Station.
- Ardhayani, I., Syafi'i, M., Sri Rahayu, Y, 2023. 'Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk NPK Majemuk Dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* Var. *Shinta*)'. *JURNAL AGROPLASMA*, vol. 10, no. 2, hl. 612–620.
- Ibrahim, S dan Tanaiyo, R, 2018. 'RESPON TANAMAN SAWI (*Brassica juncea* L.) TERHADAP PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) KULIT PISANG DAN BONGGOL PISANG'. *Jurnal Agropolitan*, Vol. 5, no. 1, hl. 63–69.
- Istarofah, dkk, 2017. 'PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.) DENGAN PEMBERIAN KOMPOS BERBAHAN DASAR DAUN PAITAN (*Thitonia diversifolia*)'. *Jurnal Online Universitas Jambi*, vol. 3, no. 1, hl. 39–46.
- Lestari, S, 2021. Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Dalam Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, dan Bayam Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Dan Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, Bandung, Universitas Bhakti Kencana.
- Priandoko, dkk, 2019. 'KANDUNGAN LOGAM BERAT (Pb dan Cd) Pada Sawi Hijau (*Brassica rapa* L. Subsp. *Perviridis* Bailey) Dan Wortel (*Daucus Carota* L. Var. *Sativa Hoffm*) YANG BEREDAR DI PASAR KOTA DENPASAR'. *Jurnal Simbiosis*, vol. 1, no. 1, hl. 9–20.
- Wangge, Emilia S.A, dan Imanuel Sedi Benu, 2012. 'Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Pak Choi (*Brassica Rapa*)'. *Agrica*, vol. 5, no. 2, hl. 131–41.