

EVALUASI KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA BUAH JERUK (*Citrus sinensis*) DI DUA SENTRA PRODUKSI DI MALANG

Diterima:

18 Mei 2025

Revisi:

26 Mei 2026

Terbit:

27 Mei 2026

Astri Sumiati¹, Debora Budiyo¹ dan Eka Maulana²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, Malang, Indonesia

²Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

e-mail: ¹astri.sumiati@gmail.com, ²debora.budiyo@unitri.ac.id,

³ekamaulana@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada buah jeruk manis (*Citrus sinensis*) yang diambil dari dua lokasi sentra produksi di Kabupaten Malang, yakni Desa Tegalweru dan Kecamatan Poncokusumo. Pengambilan sampel buah dilakukan secara acak dari tiga titik berbeda di masing-masing lokasi. Kandungan logam berat dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA/AAS) di Laboratorium Balai Besar Industri Agro, Bogor. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh sampel dari kedua lokasi memiliki kadar Pb di bawah batas deteksi alat ($<0,035$ mg/kg). Sementara itu, kadar Cu yang terdeteksi berkisar antara 0,48 mg/kg (Tegalweru) hingga 1,93 mg/kg (Poncokusumo). Seluruh nilai tersebut masih jauh di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI 7387:2009, yaitu 0,5 mg/kg untuk Pb dan 5,0 mg/kg untuk Cu. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa buah jeruk dari kedua sentra produksi tersebut aman dikonsumsi dari aspek cemaran logam berat Pb dan Cu. Meskipun demikian, diperlukan pemantauan lingkungan pertanian secara berkala untuk mencegah potensi akumulasi logam berat di masa depan, terutama di wilayah dengan aktivitas budidaya intensif seperti Poncokusumo

Kata kunci: cemaran logam berat, jeruk manis, keamanan pangan, spektrofotometri serapan atom, SNI 7387:2009.

ABSTRACT

This study aimed to measure the levels of lead (Pb) and copper (Cu) in sweet orange (*Citrus sinensis*) fruits collected from two production centers in Malang Regency, namely Tegalweru Village and Poncokusumo District. Fruit sampling was conducted randomly from three different points at each location. Heavy metal content was analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) at the Laboratory of the Great Hall of Agro Industry, Bogor. The measurement results showed that Pb levels in all samples from both locations were below the instrument detection limit (<0.035 mg/kg). Meanwhile, detected Cu levels ranged from 0.48 mg/kg (Tegalweru) to 1.93 mg/kg (Poncokusumo). All of these values remained far below the maximum contaminant limits set by SNI 7387:2009, which are 0.5 mg/kg for Pb and 5.0 mg/kg for Cu. Therefore, it can be concluded that oranges from both production centers are safe for consumption in terms of Pb and Cu heavy metal contamination. Nevertheless, continuous monitoring of agricultural environmental quality is necessary to prevent potential heavy metal accumulation in the future, especially in areas with intensive farming activities such as Poncokusumo.

Keywords: atomic absorption spectrophotometry, food safety, heavy metal contamination, SNI 7387:2009, sweet orange.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan sektor industri serta praktik budidaya pertanian yang semakin intensif di Indonesia telah menyebabkan peningkatan beban pencemaran lingkungan, salah satunya melalui masuknya logam berat ke dalam ekosistem (Purwaningsih, 2009; Suhendrayatna, 2001). Di antara berbagai jenis logam berat, timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dikenal memiliki sifat persisten, mudah terakumulasi dalam jaringan makhluk hidup (bioakumulatif), serta bersifat toksik terhadap organisme, termasuk manusia (Tchounwou et al., 2014). Sumber kontaminasi logam berat tidak hanya berasal dari limbah industri, tetapi juga dari sektor pertanian, seperti pemakaian pupuk dan pestisida secara berlebihan, serta emisi gas buang kendaraan bermotor (Pramono & Wahyuni, 2008).

Buah-buahan, khususnya jeruk (*Citrus sinensis*), termasuk komoditas hortikultura yang rentan terhadap kontaminasi logam berat. Paparan tersebut dapat terjadi melalui penyerapan akar dari tanah yang telah tercemar maupun melalui pengendapan langsung dari udara (Ernst, 1998; Novita et al., 2015). Jeruk merupakan salah satu tanaman hortikultura unggulan nasional, dengan sentra produksi utama berada di kawasan dataran tinggi, seperti Desa Tegalweru dan Kecamatan Poncokusumo di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Meskipun kedua wilayah tersebut dikenal sebagai penghasil jeruk berkualitas tinggi, data ilmiah yang komprehensif mengenai tingkat kontaminasi logam berat pada buah jeruk yang dihasilkan dari lokasi tersebut masih sangat terbatas.

Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No. 03725/BSK/VII/89 serta Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387:2009, batas maksimum cemaran logam berat untuk Pb dan Cu pada buah-buahan masing-masing ditetapkan sebesar 0,5 mg/kg dan 5,0 mg/kg. Konsumsi buah yang mengandung logam berat melebihi ambang batas tersebut dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, antara lain kerusakan sistem saraf, gangguan fungsi ginjal, kelainan pada sistem pembentukan darah (hematopoietik), serta hambatan perkembangan kognitif pada anak-anak (Widowati, 2008; Palar, 2004). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kandungan logam berat Pb dan Cu pada buah jeruk yang berasal dari dua sentra produksi utama di Kabupaten Malang. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai tingkat keamanan konsumsi jeruk lokal serta menjadi acuan dalam upaya pengelolaan lingkungan pertanian yang berkelanjutan. Adapun tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis kadar logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada buah jeruk (*Citrus sinensis*) yang diambil dari dua sentra produksi di Kabupaten Malang, yaitu Desa Tegalweru dan Kecamatan Poncokusumo; dan (2) mengevaluasi tingkat keamanan konsumsi buah jeruk berdasarkan standar baku mutu nasional yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juli-November 2025 di kebun jeruk petani di Desa Tegalweru dan Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. Analisis laboratorium dilaksanakan di Balai Besar Industri Agro (BBIA), Bogor.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan sampel buah jeruk (*Citrus sinensis*) yang diambil secara langsung dari kebun petani di dua lokasi sentra produksi, yaitu Desa Tegalweru dan Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. Dari setiap lokasi diambil sampel dari tiga titik kebun yang berbeda untuk mewakili variasi kondisi lahan. Bahan kimia yang digunakan meliputi aquades, asam nitrat (HNO_3) pekat kemurnian pro analisis, hidrogen peroksida (H_2O_2) 30%, larutan standar induk timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dengan konsentrasi 1000 mg/L, serta alkohol teknis untuk sterilisasi peralatan. Sampel buah disimpan dan diangkut menggunakan kantong plastik *ziplock* yang diberi label sesuai titik pengambilan.

Analisis kadar logam berat dilakukan dengan menggunakan instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA/AAS) merk Shimadzu AA-7000 Series. yang dilengkapi dengan lampu katoda hollow (HCL) spesifik untuk Pb dan Cu. Preparasi sampel dilakukan dengan bantuan timbangan analitik digital (akurasi 0,0001 g), *hot plate*, dan set labu destruksi (tabung Teflon). Seluruh proses destruksi sampel yang melibatkan pemanasan dengan asam kuat dilakukan di dalam lemari asam (*fume hood*) untuk alasan keselamatan. Peralatan gelas yang digunakan antara lain gelas kimia, labu ukur (10, 25, dan 50 mL), pipet ukur, corong, dan batang pengaduk. Untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi, seluruh peralatan gelas dicuci terlebih dahulu dengan larutan HNO_3 10% dan dibilas dengan aquades. Penyaringan larutan sampel menggunakan kertas saring Whatman No. 42. Perlengkapan keselamatan kerja seperti sarung tangan nitril, masker, jas laboratorium, dan kaca mata pengaman digunakan selama proses penelitian di laboratorium

Rancangan Penelitian

Penelitian bersifat deskriptif-eksploratif dengan pendekatan kuantitatif. Populasi adalah seluruh buah jeruk di lahan petani pada kedua lokasi. Sampel diambil secara *purposive random sampling* dari 3 titik berbeda di setiap lokasi, mewakili variasi kondisi lahan. Setiap titik diambil buah jeruk yang sehat dan siap panen.

Prosedur Penelitian

a. Tahap Persiapan

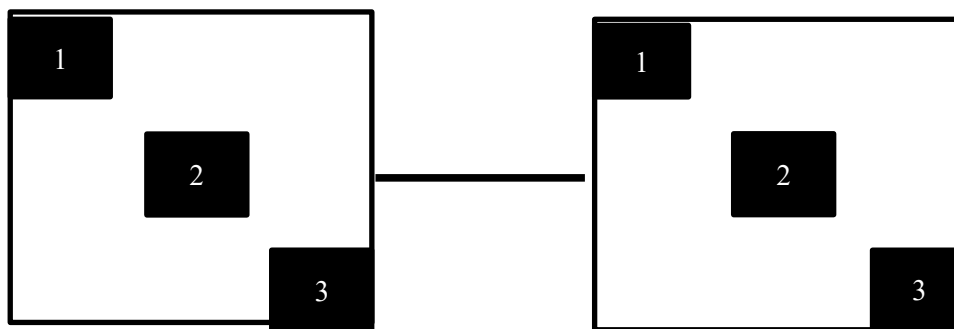
Pada tahap persiapan ini, peneliti melakukan observasi di satu lokasi yaitu Desa Tegalweru dan kecamatan poncokusumo. Hal ini dilaksanakan untuk memastikan bahwa sampel buah jeruk yang akan diteliti masih tersedia dan dapat dijadikan sebagai bahan penelitian yang akan dianalisis nantinya.

b. Tahap Pengambilan Sampel

Pelaksanaan penelitian meliputi: pengambilan sampel buah jeruk di Desa tegalweru dan poncokusumo.

Pengambilan sampel buah jeruk

Pengujian logam berat pada buah jeruk yaitu dari lahan petani yang berbeda, 3 di Desa Tegalweru dan 3 kecamatan poncokusumo. 6 Sampel buah jeruk yang telah diambil dimasukan kedalam plastik dan di beri nama sesuai dengan lokasi pengambilan, selanjutnya di bawa ke Laboratorium Balai Besar Industri Agro Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat untuk pengujian kandungan logam berat timbal (Pb) dan kandungan tembaga (Cu) pada buah jeruk tersebut



a. Lahan petani 1 Desa tegalweru

b. Lahan petani 2 Kecamatan Poncokusumo

Gambar 1. Alur pengambilan sampel buah jeruk di desa tegalweru dan kecamatan Poncokusumo

Tahap uji laboratorium

Sebanyak 0,5 gram dari masing-masing sampel daging dan kulit buah jeruk ditimbang secara seksama, kemudian dimasukkan ke dalam tabung digesti yang telah disediakan. Setiap tabung selanjutnya ditambahkan 5 mL larutan HNO₃ pekat. Sampel kemudian dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 90°C selama dua jam. Setelah itu, suhu dinaikkan hingga 150°C, lalu secara perlahan ditambahkan 5 mL HNO₃ pekat dan 5 mL H₂O₂ 30% ke dalam masing-masing tabung. Larutan dibiarkan hingga menjadi jernih. Setelah dingin, larutan disaring dan filtrat yang diperoleh dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas. Kadar logam berat dalam sampel diukur menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) pada panjang gelombang 217,0 nm untuk timbal (Pb) dan 228,8 nm untuk tembaga (Cu) (Siaka, 2016).

Analisis Data

Seluruh data konsentrasi logam berat yang terdeteksi dikumpulkan, ditabulasi, lalu disajikan secara sistematis dalam bentuk tabel. Analisis secara deskriptif diterapkan guna mengevaluasi kesesuaian hasil pengukuran dengan ambang batas yang ditetapkan oleh SNI 7387:2009.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu)

Hasil analisis AAS disajikan pada Tabel 1. Kadar Pb pada semua sampel dari kedua lokasi berada di bawah Limit of Detection (LoD) alat, yaitu $<0,035$ mg/kg. Nilai ini jauh di bawah BML SNI sebesar 0,5 mg/kg. Sementara itu, kadar Cu bervariasi antar lokasi. Di Tegalweru, kadar Cu berkisar yaitu 0,48 mg/kg, sedangkan di Poncokusumo yaitu 1,93 mg/kg. Semua nilai Cu juga berada di bawah BML (5,0 mg/kg).

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Pb dan Cu pada Buah Jeruk dari Dua Lokasi

Lokasi Sampel	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	SNI 7387:2009	Kategori*
Tegalweru	$<0,035$	0,48	Pb $\leq 0,5$ mg/kg; Cu $\leq 5,0$ mg/kg	Aman
Poncokusumo	$<0,035$	1,93	Pb $\leq 0,5$ mg/kg; Cu $\leq 5,0$ mg/kg	Aman

Kandungan Timbal (Pb) yang Rendah pada Buah Jeruk

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan timbal (Pb) pada buah jeruk dari Desa Tegalweru dan Kecamatan Poncokusumo berada di bawah batas deteksi ($<0,035$ mg/kg), jauh di bawah ambang batas maksimum SNI 7387:2009 sebesar 0,5 mg/kg. Rendahnya kandungan Pb ini mengindikasikan bahwa sumber pencemar utama seperti emisi kendaraan bermotor, aktivitas industri, dan penggunaan pupuk tercemar relatif minimal di kedua lokasi penelitian. Karakteristik geografis kedua daerah yang berada pada dataran tinggi dengan akses terbatas terhadap kawasan industri dan lalu lintas padat diduga menjadi faktor protektif utama. Temuan ini sejalan dengan penelitian Suriani (2016) yang melaporkan kadar Pb yang rendah pada tanaman padi di lahan pertanian yang jauh dari sumber pencemar antropogenik. Selain itu, Palar (2008) menjelaskan bahwa mobilitas Pb di dalam tanah cenderung rendah dan akumulasinya pada jaringan buah tanaman umumnya minimal kecuali pada tanah dengan tingkat pencemaran sangat tinggi. Dengan demikian, hasil ini mencerminkan kondisi lingkungan pertanian yang masih relatif terjaga dari kontaminasi Pb.

Variasi Kandungan Tembaga (Cu) pada 2 sentra lokasi yang berbeda

Kandungan tembaga (Cu) pada buah jeruk menunjukkan variasi antar lokasi, dengan nilai yang lebih tinggi di Poncokusumo (1,93 mg/kg) dibandingkan Tegalweru (0,48 mg/kg). Perbedaan ini diduga kuat berkaitan dengan faktor agronomis dan edafis. Kabata-Pendias & Pendias (2001) menyatakan bahwa ketersediaan Cu bagi tanaman meningkat pada tanah dengan pH rendah (masam) dan kandungan bahan organik tinggi. Selain itu, intensitas penggunaan pupuk dan pestisida yang mengandung Cu (seperti fungisida berbasis tembaga)

dalam budidaya jeruk di Poncokusumo mungkin lebih tinggi, sebagaimana diungkapkan dalam konteks pertanian intensif oleh Pramono & Wahyuni (2008). Perlakuan pencucian buah memberikan hasil yang berbeda antara kedua lokasi. Di Tegalweru, pencucian menurunkan kadar Cu sebesar 20,83%, yang mengindikasikan adanya kontaminasi permukaan (eksogen) berupa debu atau residu semprot. Sebaliknya, penurunan yang sangat kecil (1,04%) di Poncokusumo menunjukkan bahwa Cu telah terakumulasi secara internal (endogen) melalui serapan akar. Fenomena ini sesuai dengan pernyataan Alloway (1990) bahwa logam berat yang telah terserap ke dalam jaringan tanaman tidak dapat dihilangkan dengan pencucian sederhana. Hasil ini mengonfirmasi bahwa pencucian hanya efektif mengurangi kontaminan permukaan, bukan kontaminan yang telah terinternalisasi dalam jaringan tanaman.

Implikasi terhadap Keamanan Pangan dan Rekomendasi

Secara keseluruhan, kadar Pb dan Cu pada buah jeruk dari kedua lokasi masih berada dalam batas aman menurut SNI 7387:2009. Konsumsi buah jeruk dengan kadar kontaminan sebesar ini tidak akan melebihi *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI) yang ditetapkan oleh WHO/JECFA (Widowati, 2008), sehingga dari aspek keamanan pangan dapat dinyatakan aman untuk dikonsumsi. Namun, temuan kadar Cu yang lebih tinggi di Poncokusumo perlu menjadi perhatian khusus. Tchounwou et al. (2014) mengingatkan bahwa akumulasi logam berat secara kronis dalam tanaman dapat meningkatkan risikonya dalam rantai makanan. Oleh karena itu, meskipun saat ini masih dalam batas aman, praktik pertanian yang tidak terkontrol seperti penggunaan input kimia berlebihan dapat menyebabkan peningkatan akumulasi logam berat dalam jangka panjang (Ernawan, 2010). Disarankan penerapan *Good Agricultural Practices* (GAP) yang lebih ketat, khususnya dalam pengelolaan pupuk dan pestisida, serta pemantauan berkala terhadap kualitas tanah dan hasil pertanian. Selain itu, sosialisasi mengenai pentingnya pencucian buah sebelum konsumsi tetap perlu digalakkan untuk mengurangi paparan kontaminan permukaan, sebagaimana efektivitasnya terbukti pada sampel dari Tegalweru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa buah jeruk dari Desa Tegalweru dan Kecamatan Poncokusumo memiliki kandungan logam berat Pb di bawah batas deteksi ($<0,035$ mg/kg) dan Cu di bawah BML SNI, yaitu 0,48 mg/kg (Tegalweru) dan 1,93 mg/kg (Poncokusumo). Secara umum, buah jeruk dari kedua sentra produksi tersebut aman dikonsumsi berdasarkan standar keamanan pangan nasional.

Saran

Perlu dilakukan pemantauan rutin terhadap kadar logam berat lain (seperti Cd, Hg, dan As) serta analisis spesiasi logam dalam tanah untuk memahami dinamika ketersediaannya bagi tanaman. Disarankan penelitian lanjutan mengenai pengaruh jenis pupuk dan pestisida terhadap

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B. J. 1990. Heavy metals in soils. London: Blackie Academic & Professional.
- Ernst, W.H.O., 1998. Effects Of Heavy Metals In Plants At The Cellular And Organismic Level. Heidelberg: Jhon Wiley & Sons
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. 2001. Trace elements in soils and plants (3rd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Novita, S., Mangara, I., & Hendri. 2015. Analisis Kadar Logam Pb Dan Cu Pada Saluran Pembuangan Limbah Laboratorium Kimia Universitas Negeri Gorontalo dengan Menggunakan Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).[Skripsi]. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Oguh., C., E. 2022 Toxic Trace Metals Assessment in some Fruits Sold along Roadside (Major Threats to Food Safety) and Farmland in Minna Niger State Nigeria. Direct Research Journal of Agriculture and Food Science. 8: 271-277.
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan toksikologi logam berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pramono, A., & Wahyuni, S. 2008. *Kandungan Logam Berat pada Sistem Integrasi Tanaman Ternak di DAS Serang* (Skripsi). Bogor: IPB (Bogor Agricultural University).
- Purwaningsih, D. 2009. Adsorpsi multi logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) pada hibrida etilendiamino-silika dari abu sekam padi. Jurnal Penelitian Saintek, 14(1), 59-76.
- Rahayu, S., & Lestari, D. 2020. Cemaran Logam Berat pada Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) dari Beberapa Daerah di Jawa Timur. *Jurnal Agroteknologi*, 14(2), 89-97.
- Rahayu, A. 2018. Analisis kandungan zat pencemar pada tanaman padi dan terong ungu serta potensi penyebaran risiko lingkungan di tempat pembuangan akhir (TPA) Gunung Tugel, Kabupaten Banyumas. Naskah Publikasi. Universitas Islam Indonesia.
- Siaka., M., I., dkk. 2023. Konsentrasi Logam Pb dan Cd Dalam Buah Jeruk Serta Bioavailabilitasnya Dalam Tanah Perkebunan Jeruk Di Daerah Kintamani. Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry). 17(1):8-15.
- Sitorus, S. R. P., dkk. 2019. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Buah Jeruk yang Dijual di Pasar Tradisional Kota Medan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(4), 112-118.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval logam berat dengan menggunakan mikroorganisme. Sinergi Forum Science and Technology Studies (ISTECS)-Chaster Japan.
- Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. 2012. Heavy metal toxicity and the environment. *Experientia Supplementum*, 101, 133-164.
- Widowati, W., Sastiono, A., & Rumampuk, R. J. 2008. Efek toksik logam: Pencegahan dan penanggulangan pencemaran. Yogyakarta: Andi Offset.