

**PENILAIAN BIOAKUMULASI LOGAM BERAT (Cd DAN Hg) PADA
BIJI KOPI YANG DIBUDIDAYAKAN DI DEKAT LAHAN
PASCATAMBANG EMAS**

**TAUFIQ. S
2420525310013**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

**PENILAIAN BIOAKUMULASI LOGAM BERAT (Cd DAN Hg) PADA
BIJI KOPI YANG DIBUDIDAYAKAN DI DEKAT LAHAN
PASCATAMBANG EMAS**

**TAUFIQ. S
NIM. 2420525310013**

Tesis

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
MAGISTER LINGKUNGAN
Prodi S2 PSDAL**

**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tesis : Penilaian Bioakumulasi Logam Berat (Cd dan Hg) pada Biji
Kopi yang Dibudidayakan di Dekat Lahan Pascatambang Emas
Nama : Taufiq. S
NIM : 2420525310013

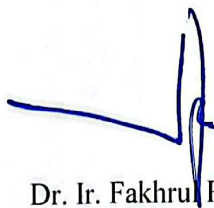
disetujui,

Komisi Pembimbing



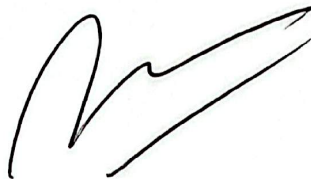
Prof. Dr. Ir. Raihani Wahdah, M.S.

Ketua



Dr. Ir. Fakhru Razie, M.Si.

Anggota I



Dr. Ir. Yuzuf Azis, M.Sc.

Anggota II

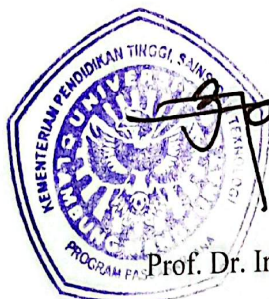
diketahui,

Koordinator Program Studi
Magister (S2) PSDAL ULM



Dr. Dini Sofarini, S.Pi, M.S.

Direktur Pascasarjana
Universitas Lambung Mangkurat



Prof. Dr. Ir. Danang Biyatmoko, M.Si.

Tanggal Lulus:

Tanggal Wisuda:

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Taufiq. S
NIM : 2420525310013
Program Studi : S2 - Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
Fakultas : Program Pascasarjana
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
Judul Tesis : **“ Penilaian Bioakumulasi Logam Berat (Cd dan Hg) Pada Biji Kopi Yang Dibudidayakan Di Dekat Lahan Pascatambang Emas”**

Menyatakan dengan sebenarnya Tesis yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapa pun.

Banjarbaru, Juni 2026
Yang membuat pernyataan



Taufiq. S
NIM. 2420525310013

RINGKASAN

Taufiq. S 2026. Penilaian Bioakumulasi Logam Berat (Cd dan Hg) Pada Biji Kopi Yang Dibudidayakan Di Dekat Lahan Pascatambang Emas. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Raihani Wahdah, M.S. , Dr. Ir. Fakhrol Razie, M.Si., Dan Dr. Ir. Yusuf Aziz , M.Sc.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kadar logam berat kadmium (Cd) dan merkuri (Hg) pada tanah, akar, dan biji kopi yang dibudidayakan di sekitar lahan pascatambang emas tanpa izin (PETI) di Desa Sambangan, Kecamatan Bati-Bati, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Penelitian dilaksanakan pada Februari–Juni 2025 menggunakan metode *stratified random sampling* berdasarkan tiga zona jarak dari lubang bekas tambang, yaitu 0–50 m, 50–100 m, dan 100–150 m. Sebanyak 9 titik pengamatan menghasilkan 27 sampel yang terdiri atas 9 sampel tanah, 9 sampel akar, dan 9 sampel biji kopi. Analisis kadar Cd dan Hg dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Data dianalisis secara deskriptif menggunakan median dan *interquartile range* (IQR), serta secara inferensial menggunakan uji Kruskal–Wallis, uji lanjut Dunn–Bonferroni, dan regresi linier. Mekanisme akumulasi logam dievaluasi melalui perhitungan *Bioaccumulation Factor* (BAF), *Translocation Factor* (TF), dan *Transfer Factor*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Hg tanah menurun seiring bertambahnya jarak dari lubang bekas tambang, dengan median masing-masing 0,063 mg kg⁻¹ (0–50 m), 0,034 mg kg⁻¹ (50–100 m), dan 0,026 mg kg⁻¹ (100–150 m). Perbedaan kadar Hg tanah antara lokasi terdekat dan terjauh berbeda nyata ($p < 0,05$). Sebaliknya, kadar Cd tanah relatif rendah dan seragam pada seluruh lokasi penelitian. Median kadar Hg pada akar berkisar 0,037–0,052 mg kg⁻¹ dan pada biji sebesar 0,005 mg kg⁻¹, sedangkan median kadar Cd pada akar berkisar 0,035–0,082 mg kg⁻¹ dan pada biji 0,005–0,016 mg kg⁻¹. Kadar Hg dan Cd pada akar maupun biji tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar lokasi.

Analisis bioakumulasi menunjukkan bahwa tanaman kopi mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat, terutama Cd, pada sistem perakaran. Nilai TF Hg dan Cd yang seluruhnya kurang dari satu menunjukkan bahwa sebagian besar logam tertahan pada akar dan hanya sedikit yang ditranslokasikan ke biji kopi. Dari aspek keamanan pangan, kadar Hg dan Cd pada seluruh sampel biji kopi masih berada di bawah batas maksimum cemaran logam berat menurut SNI 7387:2009, WHO/FAO, dan Codex Alimentarius. Dengan demikian, biji kopi yang dibudidayakan di sekitar lahan pascatambang emas pada lokasi penelitian masih memenuhi persyaratan keamanan pangan dan relatif aman untuk dikonsumsi.

Kata kunci: kadmium, merkuri, lahan bekas tambang emas, kopi, bioakumulasi, translokasi, Kabupaten Tanah Laut.

SUMMARY

Taufiq. S 2026. Assessment of Heavy Metal Bioaccumulation (Cd and Hg) in Coffee Beans Cultivated Near Post-Gold Mining Land. Supervisor: Prof. Dr. Ir. Raihani Wahdah, M.S. , Dr. Ir. Fakhrol Razie, M.Si., Dan Dr. Ir. Yusuf Aziz , M.Sc.

This study aimed to analyze the concentrations of cadmium (Cd) and mercury (Hg) in soil, roots, and coffee beans cultivated near artisanal and small-scale gold mining (ASGM) post-mining areas in Sambangan Village, Bati-Bati District, Tanah Laut Regency, South Kalimantan, Indonesia. The study was conducted from February to June 2025 using a stratified random sampling method based on three distance zones from abandoned mining pits, namely 0–50 m, 50–100 m, and 100–150 m. A total of nine sampling points produced 27 samples consisting of 9 soil samples, 9 root samples, and 9 coffee bean samples. Cd and Hg concentrations were determined using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Data were analyzed descriptively using median and interquartile range (IQR), and inferentially using the Kruskal–Wallis test, Dunn–Bonferroni post hoc test, and linear regression analysis. Heavy metal accumulation mechanisms were evaluated through the calculation of Bioaccumulation Factor (BAF), Translocation Factor (TF), and Transfer Factor.

The results showed that soil Hg concentrations decreased with increasing distance from the abandoned mining pits, with median values of 0.063 mg kg⁻¹ at 0–50 m, 0.034 mg kg⁻¹ at 50–100 m, and 0.026 mg kg⁻¹ at 100–150 m. The difference in soil Hg concentration between the nearest and the farthest zones was statistically significant ($p < 0.05$). In contrast, soil Cd concentrations were relatively low and uniform across all sampling locations. Median Hg concentrations in coffee roots ranged from 0.037 to 0.052 mg kg⁻¹ and were 0.005 mg kg⁻¹ in coffee beans. Median Cd concentrations ranged from 0.035 to 0.082 mg kg⁻¹ in roots and from 0.005 to 0.016 mg kg⁻¹ in coffee beans. No significant differences in Hg and Cd concentrations in roots and coffee beans were observed among the sampling zones.

Bioaccumulation analysis indicated that coffee plants were capable of absorbing and accumulating heavy metals, particularly Cd, in their root systems. The TF values of both Hg and Cd were consistently below one, indicating that most of the absorbed metals were retained in the roots and only a small fraction was translocated to the coffee beans. From a food safety perspective, Hg and Cd concentrations in all coffee bean samples were below the maximum permissible limits established by the Indonesian National Standard (SNI 7387:2009), WHO/FAO, and the Codex Alimentarius. Therefore, coffee beans cultivated near the post-gold mining area studied can be considered compliant with food safety standards regarding Hg and Cd contamination and are relatively safe for consumption.

Keywords: cadmium, mercury, post-gold mining land, coffee, bioaccumulation, translocation, Tanah Laut Regency.

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Taufiq. S lahir di Desa Salukanan, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 4 November 1998, anak pertama dari 5 (lima) bersaudara. Penulis menamatkan pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri 122 Pangbuluran pada tahun 2010, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Baraka dan tamat pada tahun 2013 pada tahun yang sama langsung melanjutkan sekolah tingkat atas yaitu SMAN 1 Baraka dan lulus pada tahun 2016. Penulis meneruskan jenjang Sarjana Fakultas Pertanian Program Studi Agroteknologi Universitas Muslim Indonesia Makassar dan lulus tahun 2023 serta memperoleh gelar Sarjana Pertanian (S.P).

Penulis diterima sebagai Mahasiswa Magister Lingkungan pada tahun 2024, pada Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PSDAL) Universitas Lambung Mangkurat. Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa disertai doa orang tua, keluarga, dosen-dosen serta teman-teman yang baik dalam menjalani aktivitas akademik, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “ **Penilaian Bioakumulasi Logam Berat (Cd dan Hg) Pada Biji Kopi Yang Dibudidayakan Di Dekat Lahan Pascatambang Emas**”.



Taufiq. S

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT sehingga Tesis “Penilaian Bioakumulasi Logam Berat (Cd dan Hg) Pada Biji Kopi Yang Dibudidayakan Di Dekat Lahan Pascatambang Emas” dapat terselesaikan dengan lancar.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang senantiasa memberikan semangat serta doa sehingga penulis dapat menyusun Tesis dengan baik.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Raihani Wahdah, M.S. selaku Ketua Pembimbing, Bapak Dr. Ir. Fakhrol Razie, M.Si. selaku Anggota I dan Bapak Dr. Ir. Yusuf Aziz, M.Sc. selaku Anggota II yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk memberikan masukan ilmu dan semangat serta arahan kepada penulis selama penyusunan Tesis ini.
3. Teman-teman di Program Studi Magister PSDAL ULM khususnya angkatan 2024 yang telah membantu penulis dalam menyusun Tesis.

Penulis mengharapkan masukan berupa saran ataupun kritik yang membangun agar usulan penelitian ini dapat dikemas dengan baik. Akhir kata, semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Banjarbaru, Juni 2026



Taufiq. S

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
RINGKASAN	v
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penulisan	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Hipotesis	7
2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Dampak Pertambangan Terhadap Lingkungan dan Kontaminasi Logam Berat	8
2.2. Karakteristik Tanah Bekas Tambang untuk Pertanian	11
2.2.1. Perubahan Sifat Fisik Tanah	11
2.2.2. Penurunan Kualitas Kimia Tanah	13
2.2.3. Kerusakan Komponen Biologis Tanah	16
2.3. Logam Berat dalam Lingkungan Terdegradasi	18
2.4. Logam Berat pada Tanaman	21
2.4.1. Tanaman Kopi	21
2.4.2. Tanaman Kakao	24

2.4.3. Tanaman Sayuran dan Pertanian	25
2.5. Implikasi untuk Kopi di Lahan Bekas Tambang	29
2.6. Dampak Kesehatan Konsumsi Logam Berat	30
3. METODE PENELITIAN	37
3.1. Waktu, Tempat dan Objek Penelitian	37
3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian	38
3.3. Batasan Penelitian dan Desain Sampling	39
3.4. Prosedur Pengumpulan Sampel	40
3.5. Analisis Data	42
3.5.1. Analisis Bioakumulasi Logam Berat	42
3.5.2. Uji Statistik Inferensial	44
3.6. Alur Penelitian	47
4. KEADAAN UMUM LOKASI PENELITIAN	48
5. HASIL DAN PEMBAHASAN	51
5.1. Kadar Logam Berat dalam Tanah, Akar, dan Biji	51
5.2. Analisis Hubungan Antara Kadar Hg dan Cd dalam Tanah dengan Akumulasi Hg dan Cd pada Akar serta Biji Kopi	58
5.3. Hubungan Antara Hg dengan Cd pada Tanah, Akar, dan Biji Kopi.....	60
5.3.1. Hubungan Hg dan Cd dalam Tanah	60
5.3.2. Hubungan Hg dan Cd pada Akar Kopi	63
5.3.3. Hubungan Hg dan Cd pada Biji Kopi	65
5.4. Bioakumulasi dan Translokasi Cd dan Hg pada Akar serta Biji Kopi	67
5.5. Implikasi Penelitian terhadap Keamanan Pangan dan Lingkungan	75
6. KESIMPULAN DAN SARAN	82
6.1. Kesimpulan	82
6.2. Saran	82

DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	93
1. Peta Lokasi Penelitian	93
2. Gambar	94
3. Lampiran Tabel Hasil Uji Statistik	96
4. Lembar Hasil Uji	97