



## Studi Pengujian Kadar Emas dan Perak Hasil Fitoremediasi dari Lokasi Pembuangan Tailing dan *Sediment Pond* pada Kegiatan Penambangan Emas Skala Kecil Desa Anggai

Yaumul Achir<sup>1</sup>, Firman<sup>2\*</sup> dan Hilda Alkatiri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

\*Corresponding author: firman@unkhair.ac.id

### Article History

Received : 2 Januari 2025

Revised : 20 Februari 2025

Accepted : 1 April 2025

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tahapan-tahapan pengujian kadar emas dan perak hasil fitoremediasi tanaman kangkung yang tumbuh di tailing sisa pengolahan emas dengan metode sianidasi serta tanaman kangkung yang tumbuh pada air di sediment pond sisa pengolahan metode amalgamasi. Selain itu untuk mengetahui kadar Au dan Ag dari kedua sampel dari lokasi fitoremediasi penambangan emas skala kecil Desa Anggai Kecamatan Obi. Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif, dimana data kadar Au dan Ag diuji menggunakan metode spektroskopi serapan atom serta deskripsi tahapan-tahapan pengujian kadar emas dan perak hasil fitoremediasi tanaman kangkung. Tahapan kegiatan pengujian Au dan Ag meliputi pengambilan koordinat lokasi satu dan dua, pengambilan sampel kangkung basah  $\pm 1$  kg, pengeringan tanaman kangkung, pembakaran hingga pengabuan sampel kangkung agen fitoremediasi, sieving untuk mendapatkan sampel lolos ayakan lolos 200 mesh, pengujian kadar Au dan Ag dalam sampel abu menggunakan instrumen AAS. Kadar Au pada kedua sampel  $< 0,01$  ppm atau dibawah batas deteksi alat AAS, sedangkan kadar Ag pada sampel satu adalah 21,25 ppm dan lokasi dua 49,70 ppm. Tanaman kangkung punya kemampuan menyerap logam perak, baik pada limbah tailing sisa proses sianidasi maupun pada air limbah sisa pengolahan dengan metode amalgamasi. Tanaman kangkung tidak memiliki kemampuan menyerap kandungan logam emas dalam sampel tailing maupun air limbah sisa pengolahan emas skala kecil.

**Kata kunci:** amalgamasi, emas, fitoremediasi, kangkung, sianidasi

### Abstract

This study aims to identify the procedural stages for determining the gold and silver contents accumulated through phytoremediation by water spinach (*Ipomoea aquatica*) growing on cyanidation tailings, as well as water spinach growing in wastewater from sediment ponds generated by the amalgamation process. In addition, the study seeks to determine the Au and Ag concentrations in both samples collected from small-scale gold mining phytoremediation sites in Anggai Village, Obi District. This research is classified as quantitative, in which the Au and Ag concentrations were analyzed using atomic absorption spectroscopy (AAS), accompanied by a detailed description of the analytical procedures for assessing gold and silver contents in the phytoremediated water spinach. The analytical stages for Au and Ag included: collecting geographic coordinates for sampling sites one and two; collecting approximately 1 kg of fresh water spinach; drying the plant samples; ashing the samples through controlled combustion; sieving the ash to obtain fractions passing a 200-mesh sieve; and measuring Au and Ag concentrations in the ash using AAS. The Au concentrations in both samples were  $< 0.01$  ppm, which is below the detection limit of the AAS instrument, whereas the Ag concentration in sample one was 21.25 ppm and in sample two was 49.70 ppm. The results indicate that water spinach is capable of absorbing silver from both cyanidation tailings and wastewater produced from the amalgamation process. However, water spinach does not exhibit the ability to absorb gold from either tailings or small-scale gold processing wastewater.

**Keywords:** amalgamation, gold, phytoremediation, *Ipomoea aquatica*, cyanidation

### 1. Pendahuluan

Anggai adalah sebuah desa yang terletak di Kecamatan Obi, Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara. Desa ini sendiri memiliki potensi mineral berharga salah satunya emas (Au). Masyarakat Desa Anggai, secara umum melakukan kegiatan Penambangan Emas Skala Kecil (PESK) baik berprofesi sebagai penambang, pengangkut (kijang), reduksi ukuran (rempel), pemilik lubang penambangan, pemodal (pemilik mesin pengolahan atau tangki pelindian dengan sianida) [1]. Pada kegiatan PESK di Desa Anggai Kecamatan Obi Kabupaten Halmahera Selatan, masih menerapkan proses pengolahan emas menggunakan metode amalgamasi, proses ini dilakukan dengan cara

penggilingan dan proses pembentukan amalgamasi dilaksanakan bersamaan di dalam suatu amalgamator yang disebut tromol, merkuri yang dimasukkan ke dalam tromol berkurang pada saat akhir proses, hal ini disebabkan oleh tahap pengolahan terbawa pada ampas (*tailing*) [2]. Pada pengolahan dengan tromol, material yang tercecer pada proses penggilingan ditampung dalam bak penampung, selanjutnya material tersebut diolah kembali dalam tong dan diperkirakan tidak lagi mengandung emas. Setelah material dianggap sudah tidak mengandung emas, tetapi masih mengandung merkuri, oleh para penambang di buang ke tanah atau sungai lokasi sekitar penambang [3].

Tanpa disadari proses pengolahan emas menggunakan merkuri memiliki dampak terhadap lingkungan, yaitu dapat menyebabkan pencemaran air, tanah, dan udara [4]. Lingkungan yang terkontaminasi oleh merkuri dapat membahayakan kehidupan manusia karena adanya rantai makanan. Merkuri yang terakumulasi dalam mikro-organisme yang hidup didalam air (sungai, danau, laut) melalui proses metabolisme [5]. Bahan-bahan yang mengandung merkuri yang terbuang ke dalam sungai, danau atau laut dimakan oleh mikro-organisme tersebut dan secara kimiawi berubah menjadi senyawa methyl-merkuri [6]. Mikro-organisme dimakan ikan sehingga methyl-merkuri terakumulasi dalam jaringan tubuh ikan [7]. Ikan kecil menjadi rantai makanan ikan besar dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia, karena usaha pengolahan emas dengan merkuri seharusnya tidak membuang limbah (*tailing*) kedalam aliran sungai sehingga tidak terjadi kontaminasi merkuri pada lingkungan sekitarnya, dan limbah dari sisa pengolahan (*tailing*) yang masih mengandung merkuri harus ditempatkan secara khusus dan ditangani secara hati-hati sehingga memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga bisa dilepaskan atau dibuang di lingkungan sekitar.

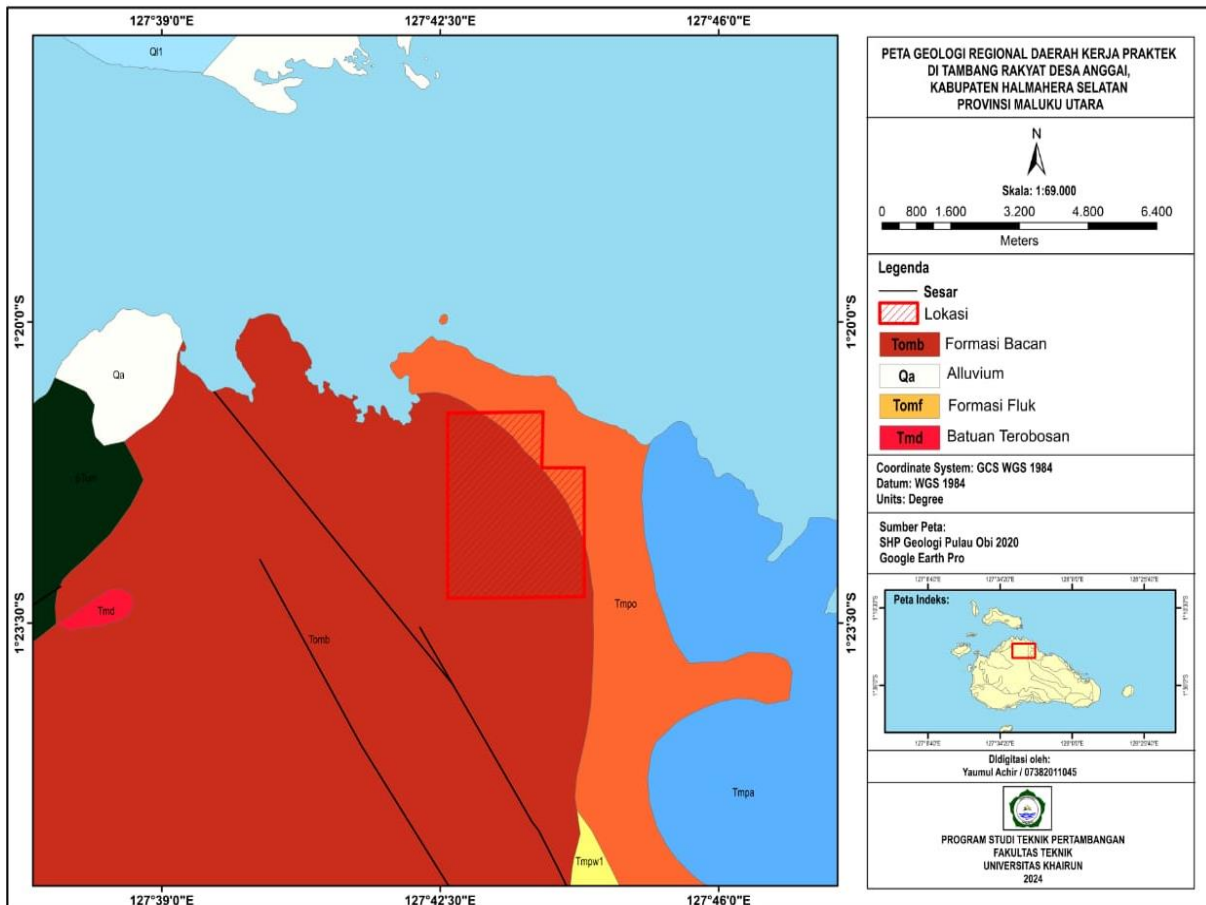
Sejak lama diketahui bahwa tumbuh-tumbuhan juga memiliki kemampuan untuk mengekstraksi dan menyerap ion-ion logam yang disebut dengan fitoekstraksi (*phytoextraction*). Konsep penyerapan ion logam oleh tanaman pada saat ini telah berkembang dan dibedakan berdasarkan tujuan penyerapannya. Fitoekstraksi dengan tujuan menanggulangi pencemaran logam berat dikenal dengan istilah fitoremediasi (*phytoremediation*). Aplikasi teknologi fitoekstraksi yang memanfaatkan tumbuhan hiperakumulator terbukti cukup efektif dan biayanya rendah (*cost-effective*). Akhir-akhir ini telah berkembang aplikasi fitoekstraksi lain yang bertujuan untuk menyerap logam berharga untuk dimanfaatkan yang disebut dengan istilah *phytomining*. Teknologi ini khususnya dikembangkan pada area dengan kandungan logam berharga yang rendah atau pada timbunan ampas hasil pengolahan yang tidak ekonomis jika ditambang secara konvensional [8].

Pada lokasi penambangan emas skala kecil di Desa Anggai Kecamatan Obi memiliki tumpukan tailing sisa pengolahan dengan metode amalgamasi serta tanaman kangkung juga tumbuh di *sediment pond* atau kolam pengendap lumpur sisa pengolahan dengan tromol menggunakan metode amalgamasi. Tanaman kangkung yang tumbuh subur di lokasi pembuangan limbah tersebut diyakini menyerap logam berat, khususnya perak (Ag) dan emas (Au). Pengolahan emas dengan metode amalgamasi recovery-nya hanya 54,81% sedangkan pengolahan amalgamasi-sianidasi atau proses dilanjutkan dengan mengolah tailing sisa amalgamasi maksimal recovery-nya adalah 70,59% [9]. Tanaman kangkung di lokasi tersebut diyakini berperan sebagai tumbuhan hiperakumulator logam berat, khususnya sisa logam berat Au dan Ag yang belum terekstrak oleh merkuri dan sianidasi dalam pengolahan yang dilakukan oleh para penambang emas skala kecil. Selain logam berharga, dalam air limbah dan tailing juga mengandung logam berat yang berasal dari mineral pengganggu, seperti timbal (Pb), arsen (As), merkuri (Hg), kromium (Cr) serta beragam logam berat lainnya. Berdasarkan uraian dari permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul Studi Pengujian Emas Kadar Rendah Menggunakan Metode Fitoremediasi Pada Pertambangan Emas Skala Kecil di Desa Anggai Kecamatan Obi Kabupaten Halmahera Selatan.

## 2. Material dan Metode

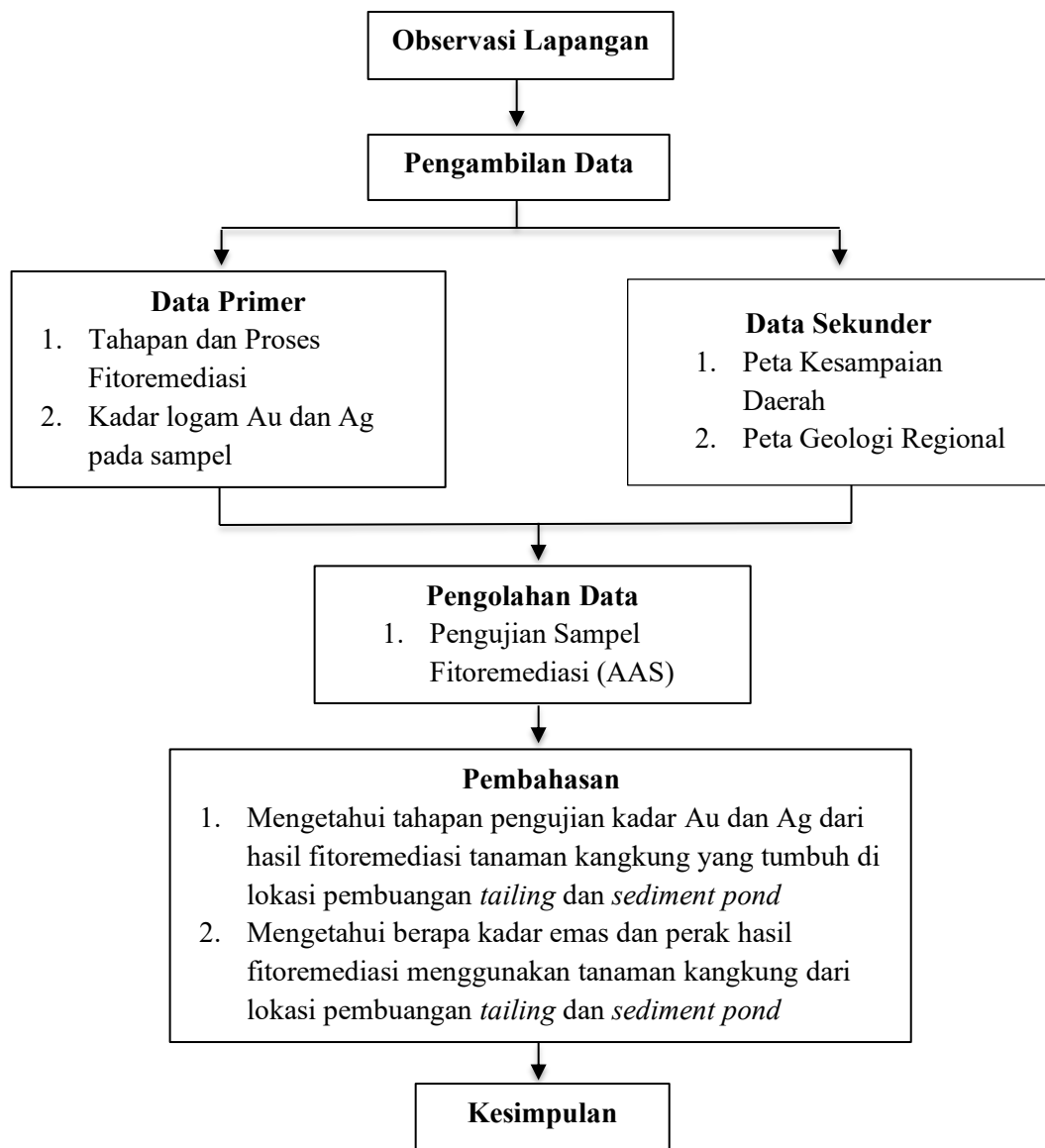
Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif, dimana variabel yang ditinjau meliputi kadar emas (Au) dan perak (Ag) dalam sampel abu tanaman kangkung dari lokasi pembuangan tailing dan *sediment pond* serta deskripsi tahapan-tahapan pelaksanaan penentuan kadar Au dan Ag hasil fitoremediasi. Sampel dari penelitian ini adalah tanaman kangkung yang berperan sebagai agen fitoremediasi yang tumbuh di lokasi pembuangan tailing dan *sediment pond* di lokasi penambangan emas skala kecil (PESK) Desa Anggai Kecamatan Obi, Kabupaten Halmahera Selatan. Peta geologi regional lokasi

penelitian ditampilkan pada Gambar 2. Penelitian dilakukan melalui pengambilan sampel tanaman kangkung di lapangan yang tumbuh di lokasi pembuangan tailing sisa proses sianidasi serta tanaman kangkung yang tumbuh pada *sediment pond* yang menampung air limbah dari proses amalgamasi. Setelah itu dilakukan preparasi sampel dimana kangkung tersebut dikeringkan selama 3 hari hingga kadar airnya berkurang drastis dan dilakukan proses pengabuan serta sieving atau pengayakan menggunakan ayakan nomor 200 mesh hingga mendapatkan bagian yang lolos 200 mesh (-200 mesh) yang siap untuk dilakukan proses pengujian sebanyak 100 gram serta sebagian sampel dijadikan arsip (100 gram). Langkah selanjutnya dilakukan pengujian kadar Au dan Ag menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), serta analisis hasil pengujian AAS untuk mengetahui kemampuan tanaman kangkung dalam hal penyerapan logam Au dan Ag. Selain itu, dilakukan pengumpulan data sekunder, berupa peta geologi lokasi penelitian, dan hasil penelitian terdahulu terkait recovery pengolahan emas serta data sekunder lainnya.



**Gambar 1.** Peta geologi regional daerah penelitian lokasi penambangan emas skala kecil (PESK) Desa Anggai Kecamatan Obi Kabupaten Halmahera Selatan

Anggai merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Obi Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara. Desa Anggai berada di antara Desa Sambiki dan Desa Air Mangga Indah. Desa Anggai memiliki luas 45,18 km<sup>2</sup> dan berada pada elevasi <500 mdpl. Desa Anggai memiliki kandungan logam emas dan telah dilakukan kegiatan penambangan secara berkelompok yang diberi nama Penambang Emas Skala Kecil (PESK) Desa Anggai yang berada di Dusun Tambang. Lokasi penambangan berada ±1 km dari perkampungan warga [1]. Lokasi penelitian berada pada formasi Bacan (Tomb), terdiri dari breksi dan lava bersisipan batu pasir tufan dan batu lempung abu-abu kehijau-hijauan. Breksi berkomponen andesit, basal dan sekitar rijang merah. Lava berwarna abu-abu kehijauan, andesit, terpopilit, urat-urat halus karsit dan kuarsa. Sisipan batu pasir dan batu lempung berlapis baik.



**Gambar 2.** Bagan alir kegiatan penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Tahapan Perolehan Emas Hasil Fitoremediasi pada Lokasi PESK

Adapun tahapan perolehan emas hasil fitoremediasi pada lokasi PESK sebagai berikut:

##### 1. Tahapan persiapan pengambilan sampel

Pada tahapan persiapan pengambilan sampel, dimulai dari pengambilan titik koordinat pada lokasi 1 (satu) di tempat penimbunan tailing sisa pengolahan emas menggunakan metode sianidasi (tangki pelindian tailing sisa dari proses amalgamasi) dan dilanjutkan pengambilan sampel tanaman kangkung sekitar 1 kg. Sampel lokasi 2 (dua) yang berada dalam kolam *sediment pond* (sampel yang tumbuh di di air limbah buangan dari tromol limbah proses amalgamasi), diambil data koordinat serta sampel tanaman kangkung sekitar 1 kg untuk dilakukan pengujian.

##### 2. Tahapan pengolahan sampel

Pada tahapan pengolahan sampel, sampel yang telah diambil dilakukan pengeringan selama tiga minggu hingga sampel benar-benar kering, kemudian dilakukan proses pembakaran hingga sampel menjadi abu dan dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 200 mesh (lolos ayakan No. 200 atau - 200 mesh). Sampel yang sudah dihaluskan mencapai 100 gram per kantong sampel. Kemudian sampel dikirim ke Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Sains Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar untuk dilakukan pengujian logam emas (Au) dan logam perak (Ag).

##### 3. Tahapan pengujian sampel menggunakan metode AAS

Setelah melewati beberapa tahap, sampel dilakukan pengujian dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Berikut adalah cara kerjanya dalam konteks pengujian abu kangkung:

- Persiapan sampel: abu kangkung dibakar pada suhu tinggi untuk menghilangkan senyawa organik dan memperoleh bentuk anorganik yang satbil.
- Pengenceran: abu yang dihasilkan kemudian dilarutkan dalam larutan asam (seperti HCl atau HNO<sub>3</sub>) untuk mengeluarkan unsur-unsur logam yang diinginkan.
- Pemanasan dan Pembakaran: larutan tersebut diatomkan, dan dilanjutkan dengan pemanasan untuk memastikan semua unsur terlarut dengan baik.
- Injeksi ke AAS: larutan yang telah disiapkan dimasukkan kedalam alat AAS. Sampel disemprotkan ke dalam nyala (flame) atau menggunakan *graphite furnace*.
- Absorpsi cahaya: pada saat unsur logam dalam sampel terionisasi, mereka akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu.
- Pengukuran: intensitas cahaya yang diserap diukur dan data ini digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur logam dalam sampel.
- Analisis hasil: hasil pengukuran dibandingkan dengan standar untuk mengidentifikasi dan mengukur konsentrasi logam Au dan Ag.

#### b. Kadar Au dan Ag Hasil Fitoremediasi

Dari hasil pengujian laboratorium menggunakan metode AAS kemudian didapatkan informasi jumlah logam Au dan Ag yang diserap oleh tanaman kangkung (*Ipomea Aquatica*) sisa pengolahan emas menggunakan pelarut merkuri dan sianida seperti ditampilkan pada tabel 4.1 dibawah ini:

**Tabel. 4.1** Kadar Au dan Ag hasil tanaman Fitoremediasi

Kode	Nama Sampel	Konsentrasi Au (ppm)	Konsentrasi Ag (ppm)
LPPS.A-2047-15/2a	Sampel 1 (sianidasi)	<0,01	21,25
LPPS.A-2407-15/b	Sampel 2 (amalgamasi)	<0,01	49,70

Berdasarkan hasil pengujian sampel abu kangkung (*Ipomea Aquatica*) dengan metode AAS didapatkan pada sampel satu (sianidasi) dengan kode sampel LPPS.A-2047-15/2a dengan konsentrasi logam Au <0,01 ppm, dalam hal ini konsentrasi emas sangat rendah, kurang dari 0,01 bagian per juta/*part per million* (ppm). Ini berarti bahwa dalam sampel tersebut, emas hanya ada dalam jumlah yang sangat kecil, kemudian untuk konsentrasi logam Ag 21,25 ppm ini berarti bahwa ada 21,25 mg per liter larutan (atau per kilogram dalam kasus padatan) dari logam perak di dalam sampel. Sedangkan pada sampel dua (amalgamasi) dengan kode LPPS.A-2407-15/2b dengan konsentrasi logam Au <0,01 ppm artinya keterdapatannya emas dalam sampel sangat kecil. Untuk konsentrasi logam Ag 49,70 ppm, hal ini berarti bahwa ada 49,70 mg per liter larutan (atau per kilogram dalam kasus padatan) dari logam perak di dalam sampel. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa tanaman kangkung kemampuan fitoremediasinya terhadap logam Au sangat terbatas (<0,01 ppm) sedangkan pada logam Ag relatif tinggi, yaitu 21,25 ppm (21,25 gram/ton) dan 49,70 ppm (49,70 gram/ton). Kandungan Ag pada air limbah sisa pengolahan amalgamasi kandungannya lebih tinggi dibandingkan kandungan Ag pada tailing sisa proses sianidasi. Hal ini karena proses sianidasi mengolah limbah tailing hasil dari amalgamasi. Kandungan peraknya relatif rendah karena materialnya sudah diekstrak dua kali menggunakan metode amalgamasi menggunakan logam berat merkuri dan dilanjutkan dengan sianidasi menggunakan NaCN. Hal ini sejalan dengan temuan Dewi (2024), tanaman kangkung memiliki kemampuan menyerap logam Ag secara signifikan [10].

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Tahapan pengujian logam emas dan perak hasil fitoremediasi dari sampel tanaman kangkung pada lokasi penambangan emas skala kecil Desa Anggai, meliputi persiapan pengambilan sampel melalui plotting koordinat lokasi dan pengambilan sampel kangkung basah  $\pm 1$  kg; pengolahan sampel dengan pengeringan, pengabuan, serta *sieving* untuk mendapatkan abu sampel kangkung lolos ayakan 200 mesh; serta pengujian sampel menggunakan metode AAS untuk mengetahui kandungan logam Au dan Ag.

- b. Pada kedua sampel konsentrasi Au sangat rendah  $<0,01$  ppm, yang menunjukkan kemampuan tanaman kangkung dalam fitoremediasi logam Au sangat terbatas, tetapi tanaman kangkung punya kemampuan melakukan fitoremediasi logam perak (Ag), hal ini dibuktikan dari konsentrasi logam Ag sebesar 21,25 ppm atau 21,25 gram/ton pada sampel satu (tanaman kangkung yang tumbuh di tailing limbah pengolahan emas metode sianidasi). Sedangkan pada sampel dua (tanaman kangkung yang hidup di air limbah sisa proses amalgamasi) konsentrasi logam Ag 49,70 ppm atau lebih tinggi karena perak dalam air limbah konsentrasinya masih tinggi dibandingkan hasil sianidasi yang merupakan proses lanjutan dari proses amalgamasi.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Kelompok Penambang Emas Skala Kecil (PESK) Desa Anggai dan Pemerintah Desa Anggai Kecamatan Obi Kabupaten Halmahera Selatan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

## 6. Referensi

- [1] Firman, F., Abbas, S.H., Alkatiri, H., Nurdin, R., & Sagaf, N. (2023). Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Tela dan Paving Block dari Limbah Tailing pada Mitra Kelompok PESK Desa Anggai Kecamatan Obi Halmahera Selatan. *Jurnal Pengabdian Khairun*. 2(2): 56-63.
- [2] Husen, P.E.S., Hamid, A.A., Sagaf, N., & Firman. (2023). Smart Education Berbasis Good Mining Practice pada Wilayah Pertambangan Rakyat di Desa Anggai Kecamatan Obi. *Patria Artha Journal of Community (PKM)*. 5(2): 48-55.
- [3] Irun, Patadungan, S.Y. dan Mirdat. 2013. Status Logam Berat Merkuri (Hg) Dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Payoba, Kota Palu. *Jurnal e.J. Agrotekbis*. 1(2): 127-134.
- [4] Bernadus, G. E., & Rorong, J. A. (2021). Dampak Merkuri Terhadap Lingkungan Perairan Sekitar Lokasi Pertambangan di Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara. *Agri-Sosioekonomi*. 17(2 MDK): 599-610.
- [5] Sumarjono, E. (2020). Kompleksitas permasalahan merkuri dalam pengolahan bijih emas berdasarkan perspektif teknis lingkungan manusia dan masa depan. *Kurvatek*. 5(1): 113-122.
- [6] USGS. (2019). *Mercury*. <https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/mercury>. Diakses tanggal 1 Januari 2025.
- [7] USGS. (2018). *Mercury Contamination of Aquatic Environments*. <https://www.usgs.gov/water-science-school/science/mercury-contamination-aquatic-environments>. Diakses tanggal 1 Januari 2025.
- [8] Surono, W., & Sibarani, L. (2014). Studi Phytomining Emas Dari Ampas Proses Amalgamasi Menggunakan Singkong Karet. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. 10(1): 44-53.
- [9] Abbas, S. H., & Firman. (2022). Studi Perbandingan Pengolahan Emas Skala Kecil Dengan Metode Amalgamasi dan Sianidasi di Desa Anggai Kecamatan Obi Kabupaten Halmahera Selatan. *Jurnal Geomining*. 3(1): 1-7.
- [10] Dewi, Y. S. (2024). The Effectiveness Of Water Spinach (*Ipomea Aquatica*) in Controlling the Level of Silver (Ag) in Photographic Processing Waste Liquid. *Jurnal TechLINK*. 8(2): 25-32.