

TUGAS AKHIR
ANALISIS KONSENTRASI Hg PADA SEDIMEN
SUNGAI DI LOKASI TAMBANG EMAS
TRADISIONAL, KULON PROGO, YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



MUHAMMAD DARIS ALWAN
16513029

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KONSENTRASI Hg PADA SEDIMEN
SUNGAI DI LOKASI TAMBANG EMAS
TRADISIONAL, KULON PROGO, YOGYAKARTA**

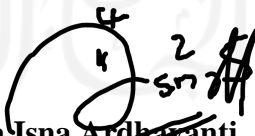
**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**MUHAMMAD DARIS ALWAN
16513029**

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Nelly Malina, S.T.,M.T.
NIK : 125130401


Luthfia Isna Ardhyanti, S.Si.,M.Sc.
NIK : 155130111

Tanggal: 09 Juni 2021

Tanggal: 11 Juni 2021

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan :



Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK : 025100406

Tanggal : 21 Juni 2021

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KONSENTRASI Hg PADA SEDIMEN
SUNGAI DI LOKASI TAMBANG EMAS TRADISIONAL,
KULON PROGO, YOGYAKARTA**

Telah diterima dan di sahkan oleh tim penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 15 Juni 2021

Disusun oleh :

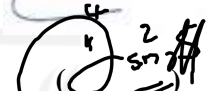
**Muhammad Daris Alwan
(16513029)**

Tim penguji :

Nelly Marlina, S.T., M.T.

Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc.

Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.



15 Juni 2021



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun Perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing
3. Dalam karta tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas di cantumkan dalam daftar Pustaka
4. Program Software computer yang digunakan dalam penelitian sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah di peroleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Daris Alwan

16513029

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Topik penelitian yang pada penelitian ini adalah Analisis Konsentrasi Hg Pada Sedimen Sungai Di Lokasi Tambang Emas Tradisional, Kulon Progo, Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mengalami banyak hambatan dan rintangan, namun berkat adanya bantuan dan motivasi dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual, akhirnya penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan, maka dari itu izinkan penulis menyampaikan ucapan rasa terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan nikmat kesehatan dan kesempatan sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat terselsaikan.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan bantuan doa, semangat, dan materi dalam penyusunan tugas akhir ini
3. Program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Pembimbing tugas akhir I dan II, Ibu Nelly Marlina, ST.,M.T. dan Ibu Luthfia Isna A,S.si.,M.sc serta Bapak Dhandun Wacano,S.si.,M.Sc yang sempat menjadi pembimbing penulis, telah memberi arahan dan bimbingan hingga laporan tugas akhir ini selesai.
5. Teman- teman seperjuangan dalam pengerjaaan tugas akhir, Rizal dan Rifqi
6. Teman- teman seperjuangan di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah membantu banyak hal dalam menyelsaikan laporan ini.
7. Pihak-pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat di harapkan demi menyempurnakan laporan ini.penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya dan dapat ditindak lanjuti dengan pengimplementasian saran.

Wassalamualaikum warrahmatullahi wabarukatuh.

Yogyakarta, April 2021

Muhammad Daris Alwan

ABSTRAK

MUHAMMAD DARIS ALWAN, Analisis Konsentrasi Hg Pada Sedimen Sungai Di Lokasi Tambang Emas Tradisional, Kulon Progo, Yogyakarta. Dibimbing oleh Nelly Marlina, S.T.,M.T dan Luthfia Isna A, S.Si.,M.Sc.

Penambangan Emas secara tradisional yang terdapat di Dusun Sangon, Kulon Progo dilakukan oleh para Penambang Emas Tradisional Skala Kecil pada proses pengolahan bijih emas masih menerapkan metode amalgamasi yaitu proses ekstraksi emas dengan memanfaatkan merkuri sebagai salah satu campuran yang dilakukan di dalam gelondong – gelondong penambang, pengolahan dengan merkuri sudah dilakukan dalam waktu yang cukup lama, untuk saat ini di Desa Sangon ada 2 lokasi tambang emas tradisional yang masih aktif. Merkuri (Hg) adalah salah satu unsur kimia yang tergolong logam berat dengan tingkat toksisitas yang cukup tinggi merkuri (Hg) bersifat toksik karena organisme hidup yang ada di lingkungan tidak dapat menghancurkannya sehingga logam berat tersebut terakumulasi di lingkungan dan mengendap di dasar perairan lalu membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik. Pencemaran merkuri biasanya terjadi pada lingkungan, khususnya pada sungai oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kandungan merkuri (Hg) pada Sungai Cedam, Desa Sangon, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta. Metode analisis logam berat yang digunakan adalah metode secara uap dingin (*cold vapour*) dengan *Mercury Analyzer* yang sesuai dengan dengan SNI 06-6992.2 tahun 2004. Hasil pengujian menunjukkan besaran nilai kandungan merkuri pada sampel berkisar antara 0,00331 – 0,02130 ppm, sedangkan baku mutu untuk kandungan merkuri (Hg) di sedimen sungai belum ada di Indonesia hasil dari pemetaan sebaran kandungan merkuri (Hg) pada penelitian ini menyatakan bahwa di area sekitar daerah penelitian mengandung merkuri.

Kata Kunci : Tambang Emas, Sedimen Sungai, Merkuri

ABSTRACT

MUHAMMAD DARIS ALWAN, Analysis of Hg Concentration in the River Sediments at the Traditional Gold Mine Site, Kulon Progo, Yogyakarta. Supervised by Nelly Marlina, S.T.,M.T and Luthfia Isna A, S.Si., M.Sc.

Traditional Gold Mining in Sangon Hamlet, Kulon Progo is carried out by small-scale traditional gold miners in the gold ore processing process which still applies the amalgamation method, namely the gold extraction process using mercury as one of the mixtures carried out in mining logs, processing mercury has been done for a long time, for now in Sangon Village 2 traditional gold mining locations are still active. Mercury (Hg) is a chemical element that is classified as a heavy metal with a fairly high level of toxicity. Mercury (Hg) is toxic because living organisms in the environment cannot destroy it so the heavy metal accumulates in the environment and settles on the bottom of the waters to form compounds along with complex organic and inorganic materials. Mercury pollution usually occurs in the environment, especially in rivers, therefore this study aims to identify the content of mercury (Hg) concentrations in the Cedam River, Sangon Village, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta. The heavy metal analysis method used is the cold vapor method with a Mercury Analyzer by SNI 06-6992.2 of 2004. The test results showed the value of the mercury content in the sample ranged from 0,00331 to 0,02130 ppm, while the quality standard for mercury (Hg) content in river sediments did not exist in Indonesia. stated that the area around the study area contained mercury.

Keywords: Gold Mine, River Sediment, Mercury

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tambang Emas di Indonesia	4
2.2 Pertambangan Emas Tradisional Kulon Progo	5
2.3 Sedimen Sungai	6
2.4 Sifat Fisik Kimia Merkuri dan Dampak di Lingkungan	6
2.5 <i>Mercury Analyzer</i>	8
2.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)	8
2.7 Baku Mutu Lingkungan	8
2.8 Penelitian Sebelumnya	9
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Lokasi Penelitian	18
3.2 Tahapan Penelitian	19
3.3 Metode Pengumpulan Data	19
3.4 Metode Sampling	20
3.5 Alat dan Bahan	22
3.5.1 Alat	22
3.5.2 Bahan	22
3.5.3 Analisis Data dan Pemetaan	22

3.6	Prosedur Kerja.....	23
3.6.1	Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Sedimen	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian.....	25
4.2	Kandungan Merkuri (Hg) Pada Sedimen Sungai	25
4.4	Alternatif Pengolahan Kandungan Merkuri (Hg).....	28
BAB V PENUTUP		30
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran	30
DAFTAR PUSTAKA		32
LAMPIRAN		35
.....		35





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Hg di Sedimen.....	9
Tabel 2. 2 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	10
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Merkuri (Hg).....	26





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Batas Lokasi Penelitian.....	18
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Peta Lokasi Pengambilan Sampel ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Preparasi Sampel Sedimen	23





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Laporan Hasil Uji.....	35
Lampiran 2 Dokumentasi Lokasi Penelitian :	36
Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel.....	37
Lampiran 4 SNI Pengujian Hg Pada Sedimen.....	38





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dari sekian banyak pertambangan emas di Indonesia terdapat pertambangan emas skala kecil yang berada di Kabupaten Kulon Progo, tepatnya di Dusun Sangon Kecamatan Kokap. Kulon Progo merupakan daerah yang memiliki kandungan mineral khususnya emas yang cukup banyak, Pegunungan Kulon Progo merupakan kompleks bagian timur dari pegunungan Serayu selatan. Proses pertambangan dan pengolahan emas di Dusun Sangon ini berada di sekitar aliran sungai Cedam (Widagdo et al., 2016). Penambangan bijih emas yang terletak di Dusun Sangon Kulon Progo Yogyakarta dilakukan oleh penambang emas skala kecil (PESK) atau penambang emas tradisional oleh penduduk setempat. Pengolahan bijih emas di Dusun Sangon masih menggunakan teknologi amalgamsi yaitu dimana merkuri (Hg) digunakan sebagai media untuk mengikat emas. Pengolahan dengan merkuri dilakukan sejak tahun 1990 sampai dengan saat ini, di Dusun Sangon terdapat dua lubang tambang yang masih aktif. Setelah proses amalgamsi selesai, limbah (*tailing*) yang mengandung merkuri dibuang ke kolam penampungan yang berada di dekat lokasi penambangan tanpa ada pengolahan lebih lanjut, bahkan jika kolam penampungan limbah sudah penuh proses penambangan emas tetap dilanjutkan. Hal ini menyebabkan sebagian limbah mengalir ke Sungai Cedam yang mengakibatkan pencemaran merkuri di perairan tersebut (Setiabudi, 2005).

Pencemaran logam berat di lingkungan adalah masalah umum yang dihadapi di berbagai daerah. Pada lingkungan tanah dan perairan, sebagian besar logam berat akan terakumulasi dan efek sampingnya bertahan lama. Logam berat seperti merkuri (Hg), Kadimium (Cd), Seng (Zn), dan Timbal (Pb) ini memiliki sifat yang sangat beracun dan berbahaya untuk lingkungan (Li et al., 2017). Terdapat banyak sekali jenis kontaminan yang sering diamati di lingkungan, kontaminan logam seperti tembaga, kadimium seng dan juga merkuri, pada penelitian ini akan membahas tentang konsentrasi logam berat merkuri yang ada pada sedimen sungai.

Kontaminasi merkuri dalam sedimen sungai terjadi karena proses alamiah (pelapukan batuan termineralisasi), proses pengolahan emas secara tradisional (amalgamsi), maupun proses industri yang menggunakan bahan baku mengandung merkuri. Untuk mengetahui sumbernya, kontaminasi merkuri ini perlu diperhatikan dengan cermat karena tidak adanya standar baku mutu untuk kadar merkuri dalam sedimen sungai (Setiabudi, 2005). Merkuri (Hg) adalah salah satu unsur kimia yang tergolong jenis logam berat berbahaya dan beracun yang sangat membahayakan bagi kehidupan baik itu manusia maupun makhluk hidup lainnya (Marsyalita et al., 2012). Secara alami pencemaran merkuri berasal dari kegiatan gunung berapi atau rembesan tanah yang melewati deposit merkuri (Lestaris, 2010).

Umumnya merkuri yang masuk ke air sungai dalam bentuk unsur merkuri (Hg^0) konsentrasi tinggi. Merkuri akan tenggelam ke dasar atau mengendap di sedimen pada kedalaman 5-15 cm di bawah permukaan sedimen. Unsur merkuri ini dapat diubah menjadi merkuri organik melalui aktivitas bakteri yaitu menjadi metil merkuri (CH_3Hg) yang memiliki sifat toksisitas dan mengikat yang kuat serta kelarutan yang tinggi terutama pada hewan air, seperti ikan (Kitong et al.,

2012). Pada manusia, jika merkuri (Hg) dalam jumlah besar terakumulasi dalam waktu lama, maka akan menyebabkan keracunan akut dan kronis.

Kontaminasi merkuri pada manusia bisa terjadi melalui makanan, minuman, pernafasan dan kontak kulit. Paparan logam berat merkuri pada manusia sangat berbahaya yaitu meningkatkan risiko kelainan janin dan kematian waktu lahir seperti yang terjadi pada nelayan Jepang di Teluk Minamata. Selain itu merkuri juga dapat menyebabkan kerusakan pada otak, kerusakan syaraf motorik dan gangguan libido pada pria, sedangkan pada wanita akan menyebabkan gangguan menstruasi (Prasasti et al., 2006). Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mendapatkan gambaran sejauh mana kegiatan proses penambangan yang dilakukan oleh masyarakat yang beresiko mencemari lingkungan, khususnya pada lingkungan di sekitar pertambangan emas tradisional di Dusun Sangon, Kulon Progo, Yogyakarta.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, potensi pencemaran lingkungan oleh merkuri (Hg) sangatlah besar, sehingga diperlukan penelitian tentang analisis kandungan kontaminan yang terakumulasi di lingkungan, yakni :

1. Berapa kandungan Hg pada sedimen Sungai Cedam Dusun Sangon, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta?
2. Berapa sebaran Hg pada sedimen Sungai Cedam Dusun Sangon, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dampak pencemaran yang ada pada lingkungan, seperti :

1. Mengidentifikasi kandungan Hg pada sedimen Sungai Cedam, Dusun Sangon, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta.
2. Melakukan analisis sebaran kandungan Hg pada sedimen Sungai Cedam Dusun Sangon, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta?

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan dapat dimanfaatkan sebagai bahan studi literatur dalam menganalisis pencemaran logam merkuri (Hg) yang terdapat pada sedimen sungai di daerah aliran Sungai Cedam Dusun Sangon Kulon Progo dan sebagai inovasi dalam penyajian data sehingga mempermudah dalam melihat hasil analisis penelitian serta memberikan bahan pertimbangan untuk pemerintah dan masyarakat dalam pengelolaan pertambangan emas pada daerah tersebut.

1.5 Ruang Lingkup

Batasan masalah dalam penelitian meliputi :

1. Penelitian dilaksanakan pada kegiatan yang berlokasi pada Sungai Cedom Dusun Sangon, Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Penelitian kandungan dan sebaran merkuri (Hg) pada sedimen Sungai Cedom Dusun Sangon Kulon Progo Yogyakarta.
3. Metode pengukuran logam berat menggunakan metode *Mercury Analyzer* sesuai SNI 06-6992.2-2004 tentang Cara uji merkuri (Hg) secara uap dingin (*cold vapour*).
4. Penelitian dilaksanakan dari bulan September 2020 hingga Januari 2021.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tambang Emas di Indonesia

Kegiatan penambangan emas di Indonesia telah dilakukan sejak lama baik secara legal maupun ilegal, pertambangan ini tersebar diseluruh wilayah Indonesia, hal ini dibuktikan dengan bekas-bekas tambang emas aluvial, lubang-lubang tambang (*tunnels*), penggalian, *shafts* dan *sluices* merupakan bukti dari adanya kegiatan tambang tersebut (Herman, 2006). Penambangan emas merupakan suatu kegiatan yang dapat meningkatkan pendapatan masyarakat, namun demikian penambangan emas juga dapat merugikan apabila dalam pelaksanaannya tanpa diikuti dengan proses pengolahan limbah hasil pengolahan bijih emas secara baik. Akibat yang ditimbulkan akibat dari terbuangnya merkuri pada air tanah maupun aliran sungai, akan masuk kedalam rantai makanan baik melalui tumbuhan maupun hewan, yang pada gilirannya akan sampai pada tubuh manusia (Khairunnisa, 2017).

Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua adalah pulau-pulau di Indonesia yang memiliki cebakan emas aluvial. Sebaran emas aluvial berada pada permukaan atau dekat permukaan, dengan spesifik emas berupa warna dan kilap yang sangat menarik, sehingga keberadaan emas aluvial mudah dikenali, dan umumnya mudah ditemukan dan diusahakan oleh masyarakat setempat. Salah satu ciri yang dimiliki oleh cebakan emas aluvial yaitu memiliki endapan sedimen bersifat lepas dengan kandungan logam emas berupa butiran, dapat ditambang dan diolah dengan cara pemisahan emas secara fisik, menggunakan peralatan sederhana. Optimalisasi pemanfaatan potensi emas aluvial dapat dilakukan dengan menyesuaikan kelayakan skala usaha yang tepat sesuai dengan dimensi cebakan. Cebakan dengan dimensi relatif kecil tidak bisa menggunakan peralatan berat tetapi dapat dikembangkan untuk pertambangan skala kecil atau pertambangan rakyat menggunakan peralatan sederhana (Suprpto, 2008).

Penambangan yang banyak dilakukan di Indonesia adalah penambangan secara tradisional atau penambangan emas skala kecil, hal ini dilakukan karena modal yang dikeluarkan oleh masyarakat relatif kecil kegiatan ini biasanya sering disebut dengan istilah PETI (Penambangan Emas Tanpa Izin). Kegiatan penambangan emas tanpa izin atau PETI termasuk dalam kategori ilegal di Indonesia yang tentu saja berdampak terhadap lingkungan di sekitar area tambang tersebut.

Kegiatan penambangan emas tradisional di Indonesia dicirikan oleh penggunaan teknik eksplorasi dan eksploitasi yang murah dan sederhana. Untuk pekerjaan penambangan memerlukan peralatan yang cukup mudah didapatkan yaitu cangkul, linggis, ganco, palu dan beberapa alat sederhana yang lainnya. Batuan dan urat kuarsa yang mengandung emas atau bijih ditumbuk sampai berukuran 1-2 cm, selanjutnya digiling dengan alat gelundung. Proses pengolahan emas biasanya menggunakan teknik amalgamasi, yaitu dengan mencampuri bijih dengan merkuri untuk membentuk amalgam dengan media air. Selanjutnya emas dipisahkan dengan penggarangan sampai didapatkan loga paduan emas dan perak.

2.2 Pertambangan Emas Tradisional Kulon Progo

Kabupaten Kulon progo terletak sebelah barat Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, secara geografis terletak antara $7^{\circ} 38'42''$ LS – $7^{\circ} 59'03''$ LS dan $110^{\circ} 01' 01'37''$ BT – $110^{\circ}16'26''$ BT. Kabupaten Kulon Progo berbatasan dengan Kabupaten Sleman dan Bantul di sebelah Timur, Kabupaten Magelang (Jawa Tengah) di sebelah utara, Kabupaten Purworejo (Jawa Tengah) di sebelah barat, serta Samudra Indonesia di sebelah selatan. Lokasi penelitian secara administrasi berada di Dusun Sangon, Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah ini dapat dicapai dari pusat Kota Yogyakarta dengan menggunakan mobil melalui Wates selama 2 jam. Kulon Progo merupakan dataran pantai pada bagian selatan, perbukitan bergelombang di bagian tengah dan timur, serta perbukitan terjal dan pegunungan dibagian barat dan utara (dikenal sebagai Perbukitan Menoreh). Di Kabupaten Kulon Progo terdapat 2 Daerah Aliran Sungai (DAS), yaitu DAS Progo dan DAS Serang. Kulon Progo merupakan daerah beriklim tropis yang mengalami musim kemarau (Mei – Oktober) dan musim hujan (November – April) (Setiabudi, 2005).

Daerah Indonesia yang juga memiliki cebakan emas aluvial adalah pulau Jawa meskipun tidak sebesar atau sebanyak daerah –daerah yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya, salah satu daerah pulau Jawa yang memiliki cadangan emas berlokasi di Dusun Sangon, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Cadangan emas yang dimiliki Dusun Sangon membuat masyarakat berdatangan untuk memanfaatkannya, tahapan pertambangan yang dilakukan oleh masyarakat atau penambangpun sangat sederhana yakni melakukan kegiatan penambangan lalu mengolahnya menggunakan metode amalgamasi. Kegiatan pertambangan yang di Dusun Sangon merupakan pertambangan ilegal dimana pertambangan tersebut tidak memiliki izin (PETI) (Kusuma & Budianta, 2017).

Kegiatan pertambangan yang ada di Desa Sangon merupakan pertambangan ilegal dimana pertambangan tersebut tidak memiliki izin (PETI), penambangan emas di daerah Kulon Progo, menurut sejumlah penambang, berawal pada tahun 1995. Diawali dengan datangnya penambang dari Tasikmalaya, namun berangsur – angsur, sekitar tahun 2000 jumlah penambang berkurang drastis, hal itu disebabkan karena hasil yang didapatkan tidak sepadan dengan modal dan waktu yang dikeluarkan.hingga sampai saat ini penambangan emas Kulon Progo masih ilegal, meskipun sudah ada wacana dari pemerintah setempat untuk melegalkannya. Dalam proses pengolahan hasil tambang menjadi biji emas, para penambang ilegal atau tradisional di Dusun Sangon masih menggunakan teknologi amalgamasi yaitu proses ekstraksi emas dengan cara mencampurkan bijih emas dengan merkuri (Hg) yang dilakukan di dalam gelondong, dengan menggunakan metode tersebut dapat berdampak buruk bagi lingkungan atau manusia, hal tersebut dikarenakan potensi terakumulasi kontaminan Hg dan logam berat lainnya semakin besar (Setiabudi, 2005).

2.3 Sedimen Sungai

Sedimen secara umum adalah pecahan material yang umumnya terdiri dari uraian batuan, yang ukuran parikel dan bentuknya beragam, besar, kecil, lonjong. Hasil sedimen diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*). Sedimen juga dapat diartikan sebagai pecahan material organik yang ditransferkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh udara, angin, es atau oleh air (Asdak, 2007). Sedimen merupakan suatu bahan pencemar yang dapat digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan yang berasal dari daratan (Cahyani, 2017).

Proses sedimentasi diawali dengan jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik sebagai awal dari proses terjadinya erosi tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran sebagian tertinggal di atas tanah, bagian lainnya masuk ke dalam sungai terbawa aliran menjadi sedimen. Proses terjadinya sedimentasi merupakan bagian dari proses erosi tanah. Air merupakan faktor yang berperan dalam proses sedimentasi khususnya di Indonesia. (Pangestu & Haki, 2013).

Terdapat 2 jenis sedimen yang ada di sungai yaitu sedimen sedimen dasar (*bed load*) dan sedimen melayang (*suspended load*). Pengukuran sedimen melayang dapat dilakukan dengan mengambil contoh air sungai melalui metode pengambilan langsung di permukaan (*grab samples*; untuk sungai yang homogen) atau metode integrasi kedalaman (*depth integrated*; untuk sungai dalam dan tidak homogen). Sedangkan sedimen merayap diambil dengan metode perangkap (Ansar *et al.*, 2000).

Kontaminasi merkuri dalam sedimen sungai dapat terjadi karena proses alamiah (pelapukan batuan termineralisasi), proses pengolahan emas secara tradisional (amalgamasi), maupun proses industri yang menggunakan bahan baku mengandung merkuri. Untuk mengetahui sumbernya, kontaminasi merkuri ini perlu diperhatikan dengan seksama karena tidak adanya standar baku mutu untuk kadar merkuri dalam sedimen sungai (Setiabudi, 2005).

2.4 Sifat Fisik Kimia Merkuri dan Dampak di Lingkungan

Merkuri memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia, terutama di berbagai industri. Industri farmasi menghasilkan produk yang mengandung merkuri dan biasa digunakan untuk antiseptik, diuretik, katartik serta penggunaan senyawa merkuri anorganik dan organik untuk pengobatan sifilis. Industri listrik menggunakan merkuri pada lampu floresens, saklar lampu tidak berbunyi dan pada lampu jalan. Merkuri juga dapat digunakan pada industri perak dan emas untuk proses amalgamasi. Pada dunia kedokteran, merkuri digunakan pada alat tekanan darah, termometer, dan pacemaker. Selain itu, merkuri organik juga terdapat pada pigmen, bahan pencelup, cat, bahan tato, pembalseman, pengawet kayu, herbisida, insektisida, jeli spermisidal, cat kuku, germisidal pada sabun, pemadam api dan baterai merkuri yang tahan lama (Sumantri *et al.*, 2014)

Merkuri adalah unsur yang mempunyai nomor atom (NA=80), serta mempunyai massa molekul relatif (MR) 200,59 dengan paruh hidup (*half life*) 444 tahun. Merkuri dengan simbol kimia Hg merupakan singkatan yang berasal dari

bahasa Yunani Hydrargyrum, yang berarti cairan perak (Ranti *et al.*, n.d.)

Secara umum logam merkuri memiliki sifat-sifat sebagai berikut (Wanna *et al.*, 2018).

- a. Berbentuk cair pada suhu kamar (25°C) dan titik beku paling rendah sekitar -39°C .
- b. Salah satu logam yang paling mudah menguap jika dibandingkan dengan logam-logam yang lain.
- c. Tahanan listrik yang dimiliki sangat rendah, sehingga menempatkan merkuri sebagai logam yang sangat baik untuk menghantarkan daya listrik.
- d. Dapat melarutkan bermacam-macam logam untuk membentuk alloy
- e. Merupakan unsur yang sangat beracun bagi semua makhluk hidup, baik itu dalam bentuk unsur tunggal (logam) ataupun dalam bentuk persenyawaan.

Aktivitas pertambangan yang terletak di Desa Sangon Kabupaten Kulon Progo merupakan pertambangan ilegal dimana pertambangan tersebut tidak memiliki izin. Para penambang ilegal atau tradisional yang ada di Desa Sangon masih menggunakan teknologi amalgamasi yaitu proses ekstraksi emas dengan cara mencampurkan bijih emas dengan merkuri (Hg) yang dilakukan di dalam gelondong, dengan menggunakan metode tersebut dapat berdampak buruk bagi lingkungan atau manusia, hal tersebut dikarenakan potensi terakumulasi kontaminan Hg dan logam berat lainnya semakin besar (Kusuma & Budianta, 2017).

Proses geologi dan biologi adalah salah satu kegiatan yang dapat menjadi sumber pencemaran merkuri, tetapi tidak sebanding dengan pencemaran yang bersumber dari kegiatan manusia seperti: pembakaran batubara, jenis-jenis produk minyak bumi, penggunaan fungisida, katalisator merkuri dan pertambangan emas yang menggunakan merkuri sebagai bahan pengekstraksi emas (Fatimawali *et al.*, 2011).

Pembuangan sampah domestik dan industri dapat menjadi salah satu media dari masuknya pencemaran merkuri ke lingkungan (baterai, pembakaran batu bara, lampu infloresen, produk-produk medis, termometer, barometer, dan lain-lain), pembakaran hutan, pembakaran sisa-sisa sampah domestik di tempat pembuangan sampah terutama diperkotaan, rumah sakit, pabrik semen dan peleburan logam serta pengolahan bijih emas (Darnas *et al.*, 2020).

Merkuri yang masuk ke dalam lingkungan perairan dapat berbentuk :

- a. Merkuri anorganik : berasal dari air hujan atau aliran sungai dan memiliki sifat stabil pH yang rendah.
- b. Merkuri organik : berasal dari kegiatan pertanian, yaitu penggunaan pestisida.
- c. Terikat : *suspended soil*.
- d. Logam merkuri : berasal dari kegiatan industri.

Dampak kesehatan dan sifat toksik yang dimiliki merkuri dapat menjadi permanen, oleh karena itu perlu diperhatikan paradigma kejadian penyakit karena keracunan merkuri mulai dari sumber kontaminan, bentuk kontaminan merkuri yang mencemari, media yang dilalui atau digunakan dalam penyebaran ke manusia, bioindikator apa yang dipakai sebagai level pajanan hingga penyakit yang ditimbulkannya (WHO, 1991).

2.5 Mercury Analyzer

Merkuri analyzer mendeteksi kandungan merkuri pada sampel padat dan cair. Sampel ditempatkan pada wadah dari nikel dan dimasukkan kedalam analyzer. Prinsip alat ini bekerja dengan penyerapan uap dengan UV pada panjang gelombang 254 nm dan setiap sampel kemudian dikeringkan dan dipisahkan, dan sampel yang dipisahkan selanjutnya dekomposisi pada sebuah katalis panas. Amalgamasi emas dipakai untuk menangkap uap merkuri, setelah itu sistem mengalirkan oksigen untuk diubah menjadi beberapa gas. Amalgamasi kemudian dipanaskan untuk melepaskan uap merkuri, yang mana melalui cahaya tepat seperti pada Spektrofotometer Serapan Atom pada panjang gelombang 254 nm. Contoh terminal manual atau otomatis dari alat, dan itu bisa mengirim hasil untuk dianalisa dalam sebuah lembaran kertas. Deteksi merkuri antara 0 sampai 1,000 mg (Khairunnisa, 2017).

2.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis adalah suatu sistem informasi yang digunakan untuk menginput, menyimpan, mengolah, menganalisa, dan menghasilkan data yang bereferensi atau geospasial untuk mendukung dalam pengambilan keputusan (Prahasta, 2001). Sistem Informasi Geografis dibagi menjadi dua kelompok yaitu sistem manual (*analog*), dan sistem otomatis (yang berbasis digital komputer). Perbedaan yang paling mendasar terletak pada cara pengelolaannya. Sistem Informasi manual biasanya menggabungkan beberapa data seperti peta, lembar transparansi untuk tumpang susun (*overlay*), foto udara, laporan statistik dan laporan survey lapangan (Purmadipta *et al.*, 2016).

SIG memiliki kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisa dan akhirnya memetakan hasilnya. Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai dasar referensinya. Sehingga aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan seperti; lokasi, kondisi, trend, pola dan pemodelan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya (Hartoyo *et al.*, 2010).

2.7 Baku Mutu Lingkungan

Baku mutu lingkungan adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di lingkungan dengan tidak menimbulkan gangguan terhadap mahluk hidup, tumbuhan dan lainnya. Untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan karena berbagai aktivitas yang dihasilkan dari kegiatan industri atau aktivitas manusia, maka diperlukan pengendalian terhadap pencemaran lingkungan dengan menetapkan baku mutu lingkungan.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Hg di Tanah dan Tanaman

NO	Parameter Logam Berat	Baku Mutu (ppm)	
		Kisaran Normal	Konsentrasi Kritis
1.	Merkuri (Hg)	0,01-0,3	0,3-0,5

Sumber : (Alloway, 1995)

2.8 Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini memuat penelitian pendukung sebelumnya berisikan nama peneliti, judul penelitian, metode penelitian dan hasil dari penelitiannya yang bertujuan untuk menginformasikan bahwa ada peneliti serupa sebelumnya yang dijadikan acuan ataupun referensi dari penelitian dan juga sebagai perbandingan hasil yang didapatkan dari penelitian sebelumnya dan penelitian yang sekarang.

Tabel 2. 2 Hasil Penelitian Sebelumnya

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Metode penelitian	Hasil
1.	Setiabudi, B.T. <i>et al</i> (2005)	Penyebaran merkuri akibat usaha pertambangan emas di daerah sangon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta	Pengambilan sampel sedimen sungai diambil secara sistematis pada cabang-cabang sungai dengan mempertimbangkan Daerah Aliran Sungai dimana terdapat usaha pertambangan emas.	Kandungan merkuri (Hg) dalam sedimen sungai bervariasi tergantung jarak dari lokasi penambangan emas rakyat, semua contoh sedimen sungai yang menunjukkan kadar >2 ppm Hg jaraknya berdekatan dengan lokasi penambangan emas rakyat. Dengan kata lain tingginya kadar merkuri dalam contoh sedimen sungai memiliki korelasi positif dengan keberadaan penambangan emas rakyat yang mempergunakan teknik amalgamasi.
2.	Moelyo, M. <i>et al</i> (2012)	Pengaruh kualitas sedimen dasar terhadap karakteristik lingkungan keairan, studi kasus : saluran tarum barat	Pemeriksaan fisika kimia sedimen dilakukan menurut metoda Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW), American Standard for Testing Material (ASTM) dan Standar Nasional Indonesia (SNI) sedangkan penilaian hasil pemeriksaan kualitas sedimen dilakukan menurut	Berdasarkan pada hasil pemeriksaan sedimen dasar saluran pada 10 lokasi pengambilan contoh pengujian kualitas sedimen dasar, di sepanjang saluran Tarum Barat Terdeteksinya logam berat Cu, Pb, Ni, Cr dan Hg pada sedimen dasar saluran, menunjukkan bahwa sebagian besar sumber pencemaran di daerah aliran saluran berasal dari limbah industri, domestik dan areal pertanian sehingga memberikan kontribusi beban pencemaran air.

			Standard Kualitas Lingkungan untuk Pencemaran Tanah dan Sedimen pada Japan Environmental Quality Standard for Soil Pollution (J-EQS, 1994).	
3.	Kitong, M.T <i>et al</i> (2012)	Analisis merkuri (Hg) dan Arsen (As) di sedimen sungai ranoyapo Kecamatan Amurang Sulawesi Selatan	Metode uji yang digunakan yaitu Atomic Absorption Spektrometry (AAS), Cold Vapor Atomic Absorption Spektrometry (CV-AAS). Teknik pengambilan sampel sedimen dilakukan menurut petunjuk Japan Public Health Association (JPHA) (Anonim, 2001).	Dari kelima tempat pengambilan sampel diperoleh kandungan merkuri tertinggi adalah pada sampel sedimen di Desa Karimbow I yaitu sebesar 1,3 ppm berat kering dan yang terendah adalah pada sampel sedimen di Desa Lompad, Desa Picuan dan muara Sungai Ranoyapo yaitu sebesar 0,05 ppm berat kering. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jarak dari lokasi pertambangan menentukan tingkat konsentrasi merkuri yang terakumulasi dalam sedimen, di mana semakin dekat jarak dari lokasi penambangan maka semakin tinggi pula konsentrasi merkuri dibandingkan dengan lokasi yang berada jauh dari lokasi pertambangan.
4.	Kusuma, R.C. <i>et al</i> (2017)	Kajian kandungan logam berat di lokasi penambangan emas tradisional di Desa Sangon, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo	Pengambilan sampel sedimen sungai diambil secara sistematis meliputi beberapa segmen yaitu <i>upstream</i> , <i>midstream</i> , <i>downstream</i>	Untuk kandungan Hg, pada sedimen sungai dijumpai nilai yang cukup tinggi, jauh lebih tinggi daripada kandungan alamiah, sehingga dapat diduga merupakan kontaminasi dari proses amalgamasi. Hal ini dikonfirmasi oleh penelitian sebelumnya (Suharyanto, 2010). Di daerah yang dekat dengan lokasi pertambangan, merkuri di sedimen sebagian besar (80-

				90%) berbentuk merkuri unsur (HgO). Untuk sedimen sungai, hampir semua logam berat terdeteksi, terutama hadirnya Hg yang diduga merupakan kontaminasi akibat proses amalgamasi, mengingat secara alamiah, kandungan Hg di dalam batuan relatif sangat rendah.
5.	Purnawan, S. <i>et al</i> (2013)	Distribusi logam merkuri pada sedimen laut di sekitar muara sungai paboya.	Analisis kandungan logam merkuri pada sedimen dilakukan dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (US EPA).	Akumulasi konsentrasi merkuri (Hg) dalam sedimen pada 5 titik dengan waktu pengambilan hari ke 1, hari ke 15, dan hari ke 30 menunjukkan nilai yang tidak terlalu berbeda antara titik yang berada dekat muara maupun yang menuju laut lepas. Hal ini diduga bahwa pencemaran logam merkuri tidak hanya bersumber dari aktivitas penambangan di Poboya namun juga dapat bersumber dari pelapukan batuan, peralatan listrik, obat-obatan yang dibuang langsung kedalam lingkungan sekitar. Keberadaan logam merkuri ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas sekitar hulu sungai poboya. Dimana pada bagian tersebut terdapat aktivitas pendulangan emas yang pengolahannya masih dilakukan secara tradisional. Logam merkuri umumnya berasal dari ekstraksi biji emas, cat, komponen listrik, baterai, dan elektronik. Bila dibandingkan antara hasil penelitian dengan standar baku US EPA yang bernilai 0,2 ppm maka konsentrasi merkuri dalam sedimen di muara Sungai Poboya masih tergolong rendah dan masih aman bagi biota laut.
6.	Wulandari, S.Y. <i>et al</i> (2009)	Kandungan logam berat Hg dan Cd dalam air, sedimen	Sampel sedimen diambil dari tiga stasiun pada tiga lokasi di sepanjang	Kandungan logam berat Hg dan Cd pada sedimen dan air di ketiga lokasi penelitian menunjukkan akumulasi yang cenderung sama.

		dan kerang darah (<i>Anadara granosa</i>) dengan menggunakan Metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN)	pantai utara semarang. Analisis sampel menggunakan metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN)	Berdasarkan keputusan MEN LH RI No 51 Tahun 2004 tentang pedoman penetapan baku mutu air laut untuk biota air, wisata bahari, perairan transportasi dapat dikatakan bahwa kandungan logam berat Hg dan Cd telah melampaui batas yang diperbolehkan.
7.	Marsyalita, F. <i>et al</i> (2013)	Analisis kandungan merkuri (Hg) pada air, sedimen, ikan keting (<i>Arius caelatus</i>), dan ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Kali Jagir Surabaya	Metode penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu suatu tipe penelitian yang menghubungkan penelitian dengan menggunakan keberadaan data atau bukan penelitian eksperimen dengan suatu hipotesis pendahuluan. Pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun. Pada masing-masing stasiun, pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.	Hasil penelitian yang diuji menunjukkan bahwa kandungan merkuri dalam sedimen pada masing-masing stasiun tidak terdapat perbedaan yang nyata. Tingginya kandungan merkuri dalam sedimen dimungkinkan karena sungai Surabaya merupakan pusat pembuangan limbah domestik (rumah tangga) dan terdapat industri logam, selain itu karena limbah-limbah industri yang berada di Kali Surabaya maupun bantaran Kali Tengah Driyorejo Gresik yang terbawa aliran sungai dan mengendap ke dalam sedimen di stasiun tersebut.
8.	Yusuf, M. <i>et al</i> (2013)	Kandungan merkuri (Hg) dalam air laut, sedimen, dan jaringan ikan belanak (<i>Liza</i>	Penentuan kadar merkuri dalam sampel dilakukan cara pengukuran larutan standar, pengukuran	Berdasarkan pengukuran menunjukkan bahwa logam merkuri lebih banyak mengendap dipermukaan dimana diperoleh konsentrasinya sebesar 2,453-2,800 ppm. Hal tersebut disebabkan karena pada kondisi netral hingga basa, kation akan terhidrolisis membentuk

		<i>melinoptera</i>) di perairan Teluk Palu	blanko dan pengukuran sampel.	hidroksidanya, dimana sebagian besar hidroksida logam bersifat tidak larut (Rahayu & Purnavita, 2007). Selain itu, jika dilihat dari Ksp Hg(OH) ₂ di muara sungai Palu sebesar 3,1 x 10 ^{-16,88} g/mol sedangkan tetapan hasil kali kelarutan Hg(OH) ₂ sebesar 3,1 x 10 ⁻²⁶ . Hal tersebut mengindikasikan bahwa merkuri diperairan akan lebih banyak mengendap. Ketersediaan logam berat di lingkungan akuatik mempunyai kecenderungan untuk berikatan dengan bahan partikulat dan merupakan penyusun terbesar dari proses pembentukan sedimen yang berpotensi sebagai sumber polusi sekunder ke kolom air
9.	Mulyadi, I. <i>et al</i> (2020)	Konsentrasi merkuri pada air sungai dan sedimen sungai desa tambang sawah akibat penambangan emas tanpa izin	Teknik penyamplingan yang dilakukan merujuk pada “Japan Public Health Association” atau lebih dikenal dengan JPHA	Sedimen dengan konsentrasi Merkuri melebihi 2 ppm dapat dikategorikan kedalam sedimen yang telah terkontaminasi [8]. Berdasarkan penelitian ini, pada lokasi Titik 5 menunjukkan nilai kontaminasi Hg sebesar 114,37 ppm berat kering. Hal ini disebabkan karena di sekitar Titik 5 merupakan area akumulasi merkuri pada aliran sungai yang melewati kegiatan pertambangan emas di Desa Tambang Sawah Tingginya kadar merkuri pada sedimen sungai yang melewati Desa Tambang Sawah diduga memiliki hubungan erat dengan keberadaan penambangan emas rakyat (PETI) yang menggunakan teknik amalgamasi yang diduga menjadi penyebab utama kontaminasi merkuri di perairan tersebut.
10.	Nst, H. <i>et al</i> (2012)	Hubungan karakteristik sedimen	Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah	Hasil pengukuran kadar merkuri pada sampel sedimen yang berasal dari keempat lokasi berkisar antara

		dasar terhadap kandungan merkuri akibat pertambangan emas tanpa ijin (PETI) Pongkor – Kab. Bogor	air dan sedimen dari sungai Cikaniki Pongkor, Penentuan lokasi sampling dilakukan dengan cara purposive sampling atau judgement. Metode Analisa Kadar merkuri yang digunakan adalah metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA)	<0.0002-163 ppm untuk bulan juni dan 4.39-196 ppm untuk bulan September terlihat bahwa kadar terendah pengamatan bulan Juni dan September pada stasiun 1 (Cikaniki Hulu) dan tertinggi pada stasiun 4 (Lukut), hal ini karena sifat dari merkuri yang memiliki berat molekul dan berat jenis yang lebih besar dari air sehingga akibat adanya arus akan terbawa bersama partikel sedimen yang halus dan mengendap dibagian hilir sehingga terjadi akumulasi yang lebih besar dibandingkan stasiun sebelumnya. Kadar merkuri yang terdapat di dalam sampel sedimen terlihat jauh lebih besar dari sampel air sungai. Hal ini karena merkuri yang sukar larut dalam air namun cenderung mudah terikat pada padatan tersuspensi dan mengendap ke dasar perairan dan bersatu dengan sedimen.
11.	Howard J. <i>et al</i> (2009)	<i>Total mercury loadings in sediment from gold mining and conservations areas in Guyana</i>	Pengambilan sampel sedimen dilakukan si sepanjang sungai Essequibo di anak-anak sungai dan di DAS utama sungai di bagian utara dan selatan	Beban merkuri yang diamati pada sedimen sungai di daerah Guyana terdapat kandungan merkuri yang cukup tinggi untuk muatan merkuri rata -rata (226 ± 171 ng/g) kandungam merkuri yang cukup tinggi paa sedimen sungai berhubungan dengan adanya kegiatan penambangan emas, terlepas dari hasil studi tersebut bagaimanapun perlu dilakukan diperlukan pengelolaan limbah <i>tailing</i> yang lebih baik.
12.	Maglambayan Victor B. <i>et al</i>	<i>Mercury contamination associated with small-scale gold mining in the upper ambalanga</i>	Metode pengambilan sampel sedimen dilakukan secara acak dari lima tempat terpilih, sampel diambil pada	Terdapat perbedaan kandungan merkuri pada sedimen sungai di musim hujan dan musim kemarau, ini menggambarkan pengaruh musim mempengaruhi kegiatan penambangan emas di wilayah studi

		<i>river, Benguet, Philippines from river sediment sampling</i>	musim hujan dan musim kemarau. Metode Analisa Kadar merkuri menggunakan metode Spektroskopi Serapan Atom tanpa api (F-AAS)	
13.	Donko,AK. <i>et al</i> (2005)	<i>Heavy Metals in Sediments of the Gold Mining Impacted Pra River Basin, Ghana, West Africa</i>	Sampling sedimen sungai diambil sebanyak 21 titik di lembah sungai sebelah barat daya Ghana. Sampel dikumpulkan selama musim hujan dan musim kemarau	Meskipun penggunaan merkuri dalam pengolahan emas dilakukan dalam jangka panjang tetapi kandungan merkuri (Hg) dalam sedimen sungai masih diambang batas aman untuk kontaminasi sedimen

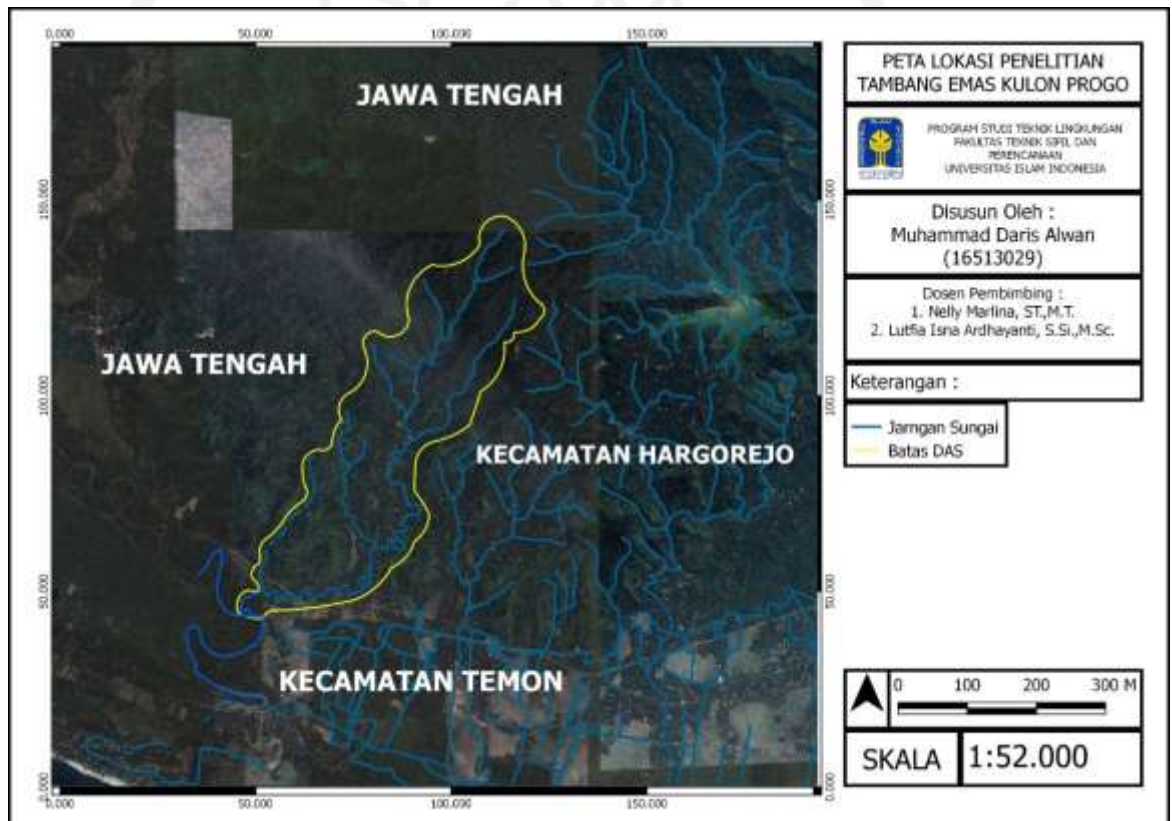


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

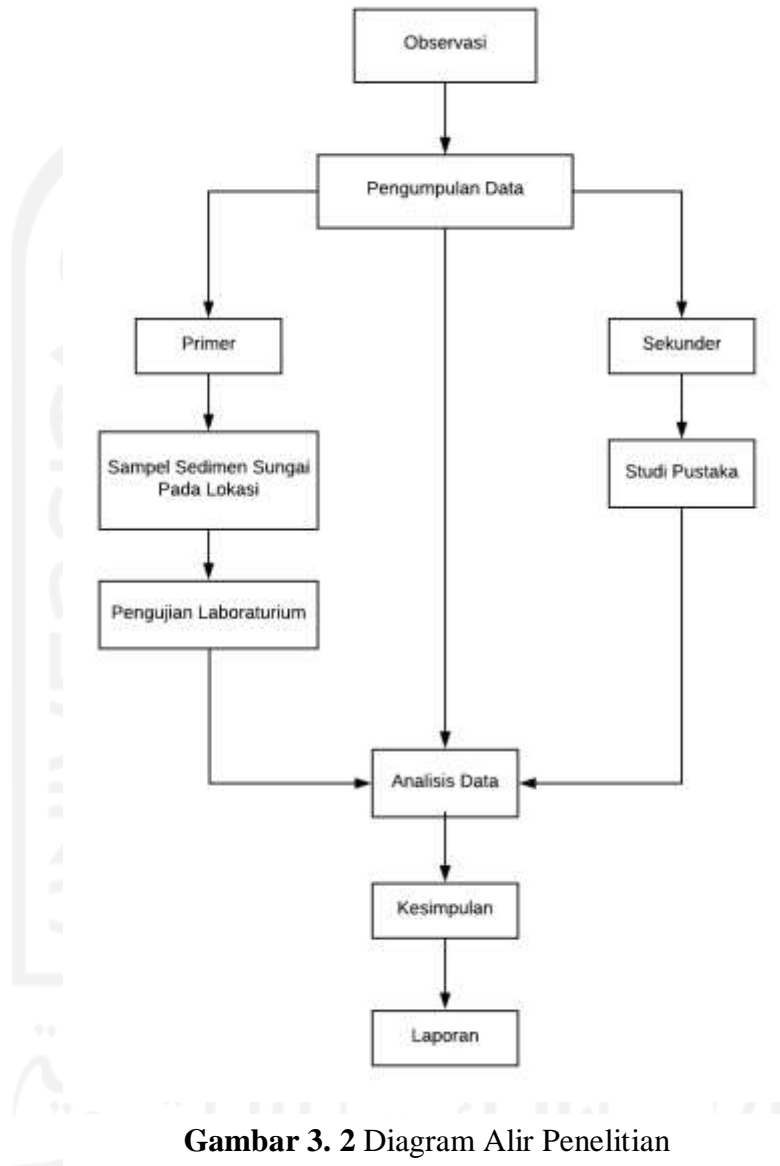
Pengambilan sampel penelitian dilakukan di Sungai Cedam Dusun Sangon, Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kulon Progo, Yogyakarta dan analisis sampel yang sudah ada kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan parameter yang akan diuji di Laboraturium Pengujian dan Penelitian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada. Berikut adalah lokasi penelitian yang ditunjukkan oleh gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Peta Batas Lokasi Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam tahapan ini menjelaskan alur atau langkah-langkah yang harus dilakukan dari pra penelitian sampai pasca penelitian. Berikut ini tahapan dari penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Metode Pengumpulan Data

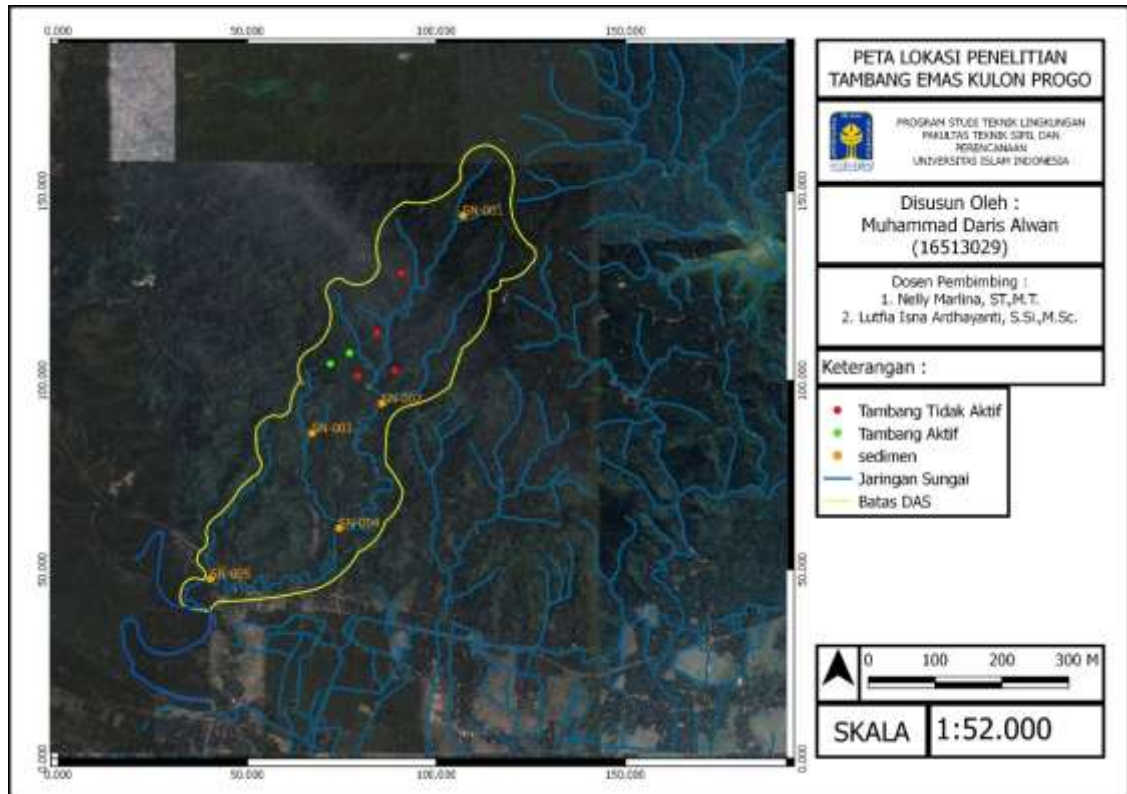
Pada penelitian ini pengumpulan data terbagi menjadi dua, yaitu primer dan sekunder. Data primer meliputi berupa sampel sedimen sungai dan data debit sungai. Sedangkan untuk data sekunder meliputi data peta daerah aliran sungai

(DAS) sekitar tambang emas, dan data monografi sungai yang meliputi letak geografi, topografi, iklim serta musim. Penelitian ini mengutamakan data primer karena meliputi sampel dan pengamatan langsung dilapangan. Untuk data sekunder sendiri sebagai sarana pendukung data primer yang meliputi data-data dari berbagai literasi seperti buku, jurnal, artikel dan wawancara masyarakat sekitar penelitian untuk mencari informasi eksisting maupun masalah di lingkungan penelitian.

3.4 Metode Sampling

Pada penelitian ini, pengambilan sampel sedimen diambil sampai ketebalan 6-10 cm dari permukaan zona deposit sedimen dengan menggunakan skop dan dimasukkan ke dalam platik *zipper* pada tiap-tiap titik, sampel sedimen yang diambil sebanyak 2 sampel per titik selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium dengan menggunakan *coolbox*. Metode pengambilan sampel sedimen yang digunakan adalah *grab sampling*, yaitu metode pengambilan sampel sedimen secara langsung pada suatu titik. Metode tersebut digunakan karena *grab sampling* bertujuan untuk mendapatkan sampel dengan kondisi tidak terganggu, sehingga sampel representatif terhadap kawasan titik sampling tersebut (Coggan, 2007).

Pengambilan sampel sedimen pada penelitian ini dilakukan pada 5 titik berdasarkan *cluster sampling method*, yaitu suatu metode pengambilan sampel dengan cara membagi daerah penelitian menjadi beberapa titik atau segmen yang diharapkan dapat mewakili populasi penelitian (Sugiyono, 2008). Pengambilan sampel dilakukan pada saat musim hujan dimana sebagian sungai mengalami banjir dan dalam keadaan demikian memungkinkan penyebaran merkuri lebih luas, sehingga kontaminasi merkuri dalam air dan sedimen sungai akan membawa dampak lebih besar. Meskipun demikian pada saat musim kemarau, banyak sungai yang sifatnya intermiten memiliki debit air yang sangat kecil atau bahkan tidak berair. Dengan demikian dapat diperkirakan bahwa sedimentasi logam berat dalam endapan sungai berlangsung lambat dan penyebarannya bersifat lokal. Selain itu penentuan titik pengambilan sampel sedimen didasarkan pada kemudahan akses, waktu, maupun biaya dalam penelitian. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Terdapat 5 titik pengambilan sampel, yaitu satu titik di hulu sungai, tiga titik di daerah dekat pertambangan emas dan satu titik di bagian hilir. Koordinat lokasi dan radius titik pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel 3.1 :

Tabel 3.1 Lokasi dan Koordinat Pengambilan Sampel

No	Titik Sampling	Lokasi	Radius (KM)	Koordinat	
				X	Y
1.	SN- 001	Hulu	4	110.0768377	-78172386
2.	SN- 002	Dekat tambang emas	1	110.06596	-78422908
3.	SN- 003	Dekat tambang emas	1	110.0564865	-78463448
4.	SN- 004	Dekat tambang emas	2	110.0601943	-778592688
5.	SN- 005	Hilir	6	110.0425376	-78661158

Sumber : Data Primer (2020)

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

- a. Timbangan analitik ketelitian 0,0001 g
- b. Desikator
- c. Oven
- d. Gelas ukur 100ml
- e. Pipet volumetri 1,0 ml ; 2,0 ml ; 3,0 ml ; 4,0 ml ; 5,0 ml dan 10 ml
- f. Gelas piala 100 ml
- g. Pemanas listrik (hot plate)
- h. Corong
- i. Kaca arloji
- j. Batang pengaduk
- k. Spatula
- l. Mortar / alu
- m. Erlenmeyer 250 ml
- n. Cawan
- o. Labu ukur 50 ml ; 100 ml ; 1000 ml
- p. Ziplock
- q. SSA (Spektrofotometer Searapan Atom)

3.5.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

- a. Aquades
- b. Larutan HNO_3 pekat
- c. Larutan Standar Merkuri (Hg)
- d. Sampel Sedimen
- e. Kertas saring Whatman 01

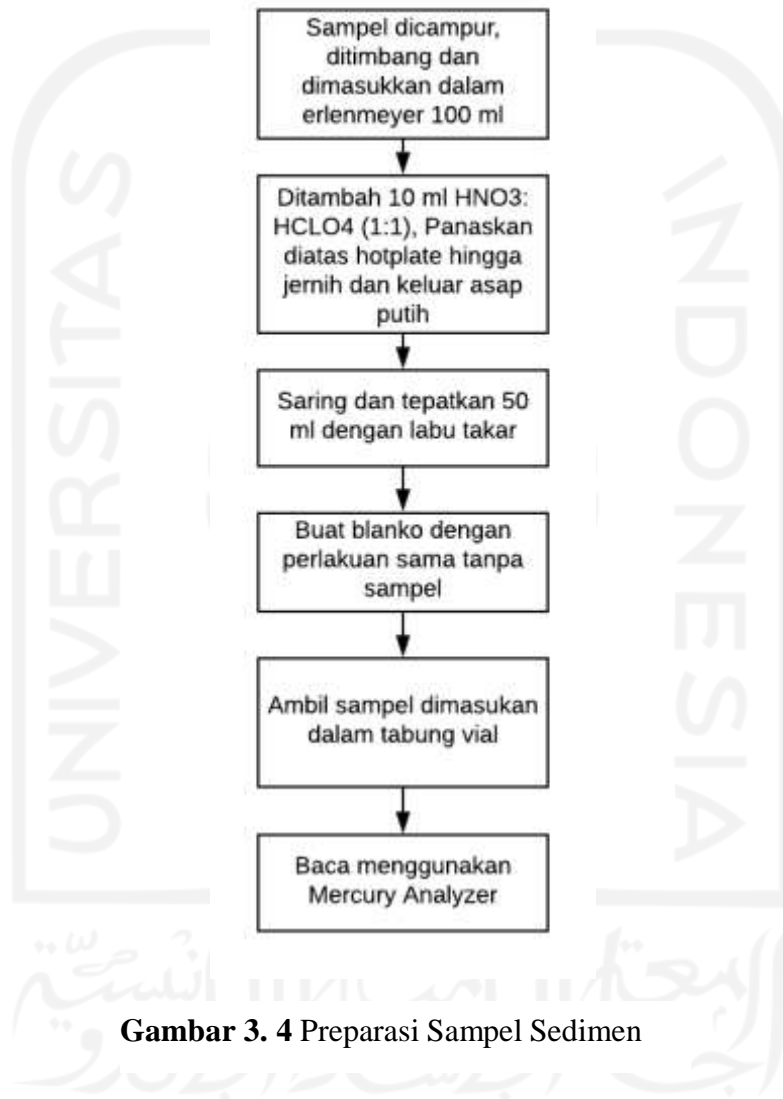
3.5.3 Analisis Data dan Pemetaan

Alat yang digunakan untuk analisis data dan pemetaan adalah sebagai berikut :

- a. Laptop
- b. QGIS
- c. *Microsoft Word*
- d. *Microsoft Excel*

3.6 Prosedur Kerja

Prosedur cara kerja dalam penelitian menggunakan *Mercury Analyzer* untuk pengujian kadar logam berat Merkuri (Hg). Sebelum dilakukannya pembacaan kadar logam dengan *Mercury Analyzer*, sampel terlebih dahulu didestruksi. Teknis preparasi sampel dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. 4 Preparasi Sampel Sedimen

3.6.1 Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Dalam Sedimen

Pengujian kadar Merkuri (Hg) pada sedimen sungai mengacu pada SNI 06-6992,2-2004 tentang cara uji merkuri (Hg) secara uap dingin (*cold vapour*) menggunakan *Mercury Analyzer*. Sampel sedimen dari masing-masing parameter yang telah diketahui nilai absorbansi, kemudian di interpolasikan ke dalam kurva kalibrasi, dikarenakan tidak adanya standar baku mutu untuk kadar merkuri (Hg) dalam sedimen sungai maka pada saat pengujian harus dilakukan dengan cermat.

Selanjutnya dilakukan pemetaan kandungan merkuri (Hg) dengan menggunakan software pendukung *Geographic Information System* (GIS). Setelah mengetahui kandungan merkuri (Hg) setiap titik sampling dilakukan plotting berdasarkan tingkat konsentrasi merkuri (Hg) berdasarkan jumlah kandungannya agar dapat mengetahui pola penyebaran merkuri (Hg) di lokasi penelitian.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Dusun Sangon, Desa Kalireja, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Desa sangon memiliki penambangan emas dan pengolahan emas yang masih aktif, masyarakat Desa Sangon menggunakan cara tradisional untuk mengolah bijih emas yaitu menggunakan metode amalgamasi. Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan di awal musim hujan yaitu pada bulan November. Di Dusun Sangon terdapat dua tambang yang masih aktif, penambangan emas dilakukan dengan cara teknik pengayakan pasir sungai secara langsung ditempat atau dengan cara menggali sebuah terowongan. Kemudian bijih emas hasil pengayakan maupun hasil galian diolah dengan metode amalgamasi menggunakan cairan merkuri (Hg).



Gambar 4. 1 Pengolahan Bijih Emas dengan Metode Amalgamasi

Proses pengolahan bijih emas yang masih dilakukan secara tradisional menyebabkan terjadinya pencemaran pada lingkungan khususnya pada sedimen sungai, yang dimana masyarakat penambang membuang hasil limbah hasil pengolahan bijih emas langsung ke sungai. Seperti yang terjadi di daerah penelitian ini, limbah dari proses amalgamasi dialirkan secara langsung ke sungai terdekat yaitu Sungai Cedam, terdapat 2 desa yang dilewati oleh aliran Sungai Cedam, yaitu Desa Kalirejo dan Desa Hargomulyo. Sepanjang tahun Sungai Cedam tidak pernah mengalami kekeringan, walaupun air mengalir sedikit pada musim kemarau. Pada saat penelitian ini dilakukan dipergantian musim kemarau ke musim penghujan sehingga ketika pengambilan sampel sedimen cukup mudah dikarenakan air sungai yang mengalir tidak terlalu deras.

4.2 Kandungan Merkuri (Hg) Pada Sedimen Sungai

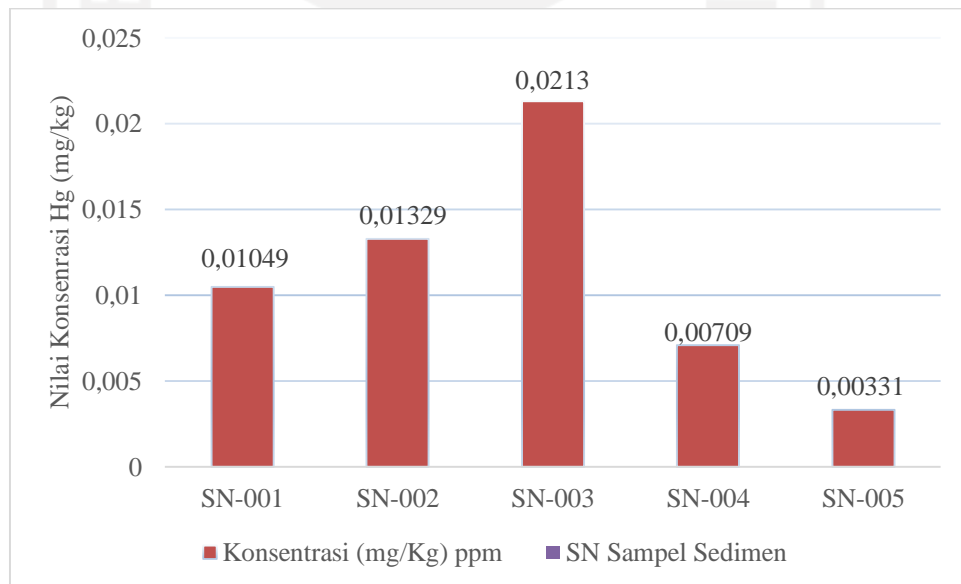
Pengujian contoh uji sampel dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada sesuai dengan SNI 06-6992.2-2004 Tentang cara uji merkuri (Hg) secara uap dingin dengan *Mercury Analyzer*. Berikut hasil dari pengujian sampel dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Merkuri (Hg)

No	Kode	Konsentrasi (mg/kg) ppm
1.	SN-001	0,01049
2.	SN-002	0,01329
3.	SN-003	0,02130
4.	SN-004	0,00709
5.	SN-005	0,00331

Sumber : Data Primer (2020)

Sedimen terdapat pada bagian dasar suatu sungai, merupakan endapan dari aktivitas di sekitar sungai atau daratan yang memasuki sungai. Secara umum konsentrasi polutan dalam sedimen lebih besar dibandingkan konsentrasi di air, mobilitas air yang lebih besar sedangkan sedimen cenderung statis sehingga logam dengan mudah terakumulasi dalam sedimen (Ester et al., 2020). Hasil pengujian menunjukkan besaran nilai kandungan merkuri pada sampel sedimen berkisar antara 0,00331 – 0,02130 ppm, kandungan merkuri terbesar terdapat pada sampel SN-003 yang pada saat pengambilan sampel hanya berjarak 1 km dari lokasi tambang emas tradisional yang masih aktif, sedangkan untuk kandungan merkuri yang cukup rendah berjarak 4 sampai 6 km dengan area tambang, seperti pada titik lokasi sampling yang ada di SN-001 untuk titik yang berada di hulu dan SN-005 untuk titik yang berada di hilir.



Gambar 4. 2 Grafik Konsentrasi Hg

Hasil pengukuran konsentrasi Hg dibuat dalam bentuk grafik tabel bisa di lihat pada gambar 4.2. secara umum hasil dari pengukuran Hg menunjukkan bahwa jarak dari lokasi pertambangan emas menentukan tingkat konsentrasi merkuri yang terakumulasi pada sedimen, seperti pada titik sampling yang ada di hulu dan hilir sungai. Dengan demikian titik sampling yang lebih dekat dengan tambang

berpotensi memiliki akumulasi logam Hg yang relatif besar dibandingkan dengan titik sampling yang jauh dari sumber (kegiatan penambangan). Fakta ini didukung oleh hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa konsentrasi merkuri (Hg) dalam sedimen cenderung menurun dengan semakin jauh jarak dari sumber kontaminasi (Feng & Qiu, 2008). Secara alamiah, konsentrasi Hg yang tinggi di dalam sedimen dapat secara alami didegradasi oleh alam, di area pertambangan Hg akan terlarut dalam air, sebagian lagi akan meresap ke dalam tanah dan juga ada yang terbawa oleh aliran permukaan (*run off*) sehingga masuk ke dalam aliran sungai, sebagian lagi Hg akan masuk ke dalam sistem metabolisme biota perairan kemudian terakumulasi pada jaringan biota itu sendiri sehingga kadar Hg dalam biota lebih tinggi dari pada Hg dalam sedimen dan air.

Hal ini berbanding lurus dengan penelitian yang juga dilakukan pada lokasi dan titik sampling yang sama yaitu tentang kandungan Hg pada ikan wader (*Rasbora argyrotaenia*) dan air sungai, hasil uji kandungan Hg pada ikan wader memiliki konsentrasi pencemaran yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 0,04-0,14 mg/kg yang dimana konsentrasi tertinggi juga berada di dekat lokasi tambang emas yang masih aktif, Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2016 Tentang Rencana Aksi Nasional Pengendalian Dampak Kesehatan Akibat Paparan Merkuri, untuk ambang batas kandungan merkuri pada makanan jenis ikan yaitu 0,001 mg/kg yang dimana berarti konsentrasi pada ikan apabila dibandingkan dengan baku mutu telah melewati ambang batas (Rizal, 2021) Jika dibandingkan dengan penelitian uji kandungan Hg pada air Sungai Cedom memiliki konsentrasi Hg sebesar $<0,07-0,27\mu\text{g/L}$ dan juga ada beberapa titik sampling yang kandungan konsentrasi Hg nya tidak terdeteksi oleh alat uji, Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY Nomer 20 Tahun 2008 tentang baku mutu air permukaan Standar baku mutu yang sudah ditetapkan untuk parameter merkuri kelas tiga sebesar $2\mu\text{g/L}$ dimana semua sampel air masih dalam batas aman. Seperti contoh penelitian yang telah dilakukan oleh Ratih Chandra Kusuma yang memiliki kesimpulan; hasil analisis kimia dengan sampel air menunjukkan tidak terdeteksinya adanya kontaminasi Hg dalam air sungai (Kusuma & Budianta, 2017). Hal ini terjadi pada air dikarenakan Hg memiliki sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan, Hg yang bersatu dengan sedimen menyebabkan kandungan Hg didalam sedimen lebih tinggi dari pada air, dan juga berat jenis dari Hg ini sendiri lebih besar dari pada jenis air, sehingga Hg akan lebih mudah untuk mengendap bersama sedimen di dasar sungai. Oleh karena itu wajar jika hasil pengujian kadar Hg pada sedimen sungai lebih tinggi dibanding dengan pengujian pada air sungai.

Selain sedimen, ikan yang ada di air sungai juga memiliki kadar merkuri yang lebih tinggi karena ikan mengonsumsi mikroorganisme yang berasal dari sedimen tersebut. Selain itu menurut penelitian yang dibuat oleh Agus Taftazani menyebutkan bahwa oksigen terlarut (DO) yang rendah mengakibatkan daya larut logam berat menjadi lebih rendah dan lebih mudah mengendap. Sehingga kandungan Hg pada sedimen dalam penelitiannya menunjukkan hasil yang tinggi dari semua jenis sampel, hal ini menunjukkan bahwa akumulasi tertinggi Hg terjadi pada sedimen dan sebagian besar senyawa Hg yang masuk ke perairan berbentuk partikel atau endapan dan hanya sebagian kecil yang terlarut dalam air.

Konsentrasi Hg pada sedimen di Sungai Cedom menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari air sungai dan nilai yang lebih rendah dari ikan wader, konsentrasi Hg tertinggi terdapat pada titik sampling SN-003 yaitu sebesar 0,02130 ppm, dan konsentrasi terendah berada di bagian hilir Sungai Cedom dengan titik sampling SN-005 yaitu sebesar 0,0031 ppm. Tingginya konsentrasi Hg pada sedimen di titik SN-003 diduga dipengaruhi oleh faktor seperti, jarak dari titik sampling dengan sumber Hg dari tambang emas atau unit pengolahan bijih emas. Jarak yang lebih dekat dengan lokasi tambang akan memiliki kadar Hg yang lebih besar dibandingkan dengan jarak yang jauh dari sumber atau kegiatan penambangan.

Secara umum kadar logam berat Hg pada sedimen yang ada di setiap titik sampling menunjukkan kisaran yang masih berada dibawah standar baku mutu sedimen berdasarkan buku yang ditulis oleh Alloway, 1995 kisaran normal logam berat Hg di dalam tanah yaitu sebesar 0,01-0,3 ppm dan konsentrasi kritis sebesar 0,3-0,5 ppm. Ini menunjukkan logam berat Hg pada sedimen dan distribusi Hg pada sedimen tetap berpotensi bahaya bagi lingkungan. Apabila penggunaan Hg terus terjadi lewat kegiatan tambang emas tradisional dengan sistem amalgamasi, maka kadar Hg di sedimen bisa saja akan meningkat seiring dengan penggunaannya dan dapat mencapai kadar yang tinggi atau mencapai level yang berbahaya, sehingga perlu diwaspadai.

Dari pernyataan diatas dapat menunjukkan bahwa pengolahan emas dengan teknik amalgamasi bisa menyebabkan sedimen pada sungai disekitar tambang terkontaminasi oleh merkuri, Sedimen yang terkontaminasi merkuri dapat menyebabkan dampak lingkungan yang negatif dan berbahaya bagi masyarakat yang tinggal disekitar sungai tersebut. Merkuri dapat dipecah oleh bakteri yang terdapat pada sedimen pada perairan dan dapat mengalami proses bioakumulasi dan biomagnifikasi pada biota perairan sehingga menimbulkan efek yang merugikan bagi organisme perairan bila ini terus berlanjut efeknya akan menimpa manusia yang merupakan posisi tertinggi dalam sistem rantai makanan. Pada manusia dalam jangka panjang Hg dalam tubuh akan menimbulkan bahaya karena racun bersifat kumulatif. Hg menempati urutan ketiga dari unsur paling beracun bagi manusia. Beberapa penyakit yang ditimbulkan oleh senyawa merkuri antara lain adalah kerusakan rambut dan gigi, hilang daya ingat dan terganggunya sistem syaraf (Setiabudi, 2005).

4.4 Alternatif Pengolahan Kandungan Merkuri (Hg)

Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan akibat penambangan emas oleh rakyat adalah pencemaran merkuri hasil proses pengolahan emas secara amalgamasi. Pada proses amalgamasi emas yang dilakukan oleh rakyat secara tradisional, merkuri dapat mencemari lingkungan pada tahap pencucian dan penggarangan. Pada saat proses pencucian, limbah yang umumnya masih mengandung merkuri dibuang langsung ke badan air. Hal ini disebabkan merkuri tersebut tercampur/terpecah menjadi butiran-butiran halus, yang sifatnya sukar dipisahkan pada proses penggilingan yang dilakukan bersamaan dengan proses amalgamasi, sehingga pada proses pencucian merkuri dalam ampas terbawa masuk ke sungai. Jika Hg sudah larut dengan air sungai maka usaha untuk memisahkan cukup sulit, memerlukan metode-metode khusus. Melihat hasil dari penelitian, semua sampel sedimen sudah terkontaminasi Hg walaupun masih berada dibawah

standar baku mutu, maka salah satu cara untuk mengurangi kadar Hg adalah dengan proses adsorpsi dengan karbon aktif yang umumnya digunakan untuk penghilangan merkuri dengan konsentrasi rendah.

Selain karbon aktif proses adsorpsi bisa dilakukan dengan menggunakan adsorbent yang lain misalnya silika aktif. Untuk proses adsorpsi dengan karbon aktif dapat dilakukan dengan filter karbon aktif granular. Karbon aktif biasanya dibuat dari bahan baku yang mengandung karbon misalnya, arang, batok kelapa, limbah kayu dengan cara memanaskan tanpa oksigen pada suhu tinggi serta diaktifkan dengan proses tertentu sehingga mempunyai sifat adsorpsi yang lebih spesifik. Proses awal pengolahan dengan karbon aktif diinjeksikan ke dalam air limbah sebelum proses koagulasi. Dengan adanya kontak dan pencampuran, zat polutan yang ada dalam air limbah, akan terserap oleh karbon aktif. Kemudian pisahkan karbon aktif yang telah menyerap zat-zat polutan dengan cara koagulasi dan sedimentasi sehingga keluar berupa lumpur (*sludge*). Selanjutnya dilakukan proses filtrasi untuk memisahkan partikel-partikel karbon aktif yang belum dapat dipisahkan oleh proses koagulasi dan sedimentasi. Keuntungan dari proses ini yaitu ; sangat ekonomis atau murah untuk pengolahan dalam keadaan darurat atau pengolahan jangka pendek, kemungkinan tumbunya mikro-organisme sangat kecil.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang kandungan konsentrasi Hg pada sedimen sungai di lokasi tambanga emas tradisional, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kandungan konsentrasi merkuri (Hg) pada sampel sedimen sungai yang didapatkan sebesar: SN-001 (0,01049 ppm), SN-002 (0,01329 ppm), SN-003 (0,02130 ppm), SN-004 (0,00709 ppm), SN-005 (0,00331 ppm). Berdasarkan standar baku mutu Hg dalam tanah menurut Alloway, 1995 untuk kisaran normal yaitu sebesar 0,01-0,3 ppm lalu untuk kisaran kritis sebesar 0,3-0,5 ppm, sehingga dapat disimpulkan kandungan sedimen pada Sungai Cedam masih berada dibawah batas dan tidak berbahaya untuk lingkungan.
2. Konsentasi Hg tertinggi terletak pada sampel sedimen yang ada di area dekat lokasi tambang emas yang masih aktif.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi penelitian maupun penulisan laporan. Apabila ingin melanjutkan penelitian dengan topik yang sama, penulis menyarankan agar penelitian dilakukan dengan memperkirakan musim yaitu dengan memilih salah satu musim pada saat melakukan penelitian, selain itu penulis menyarankan untuk memilih lebih banyak titik sampling agar menunjang hasil dari penelitian.



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway. (1995). Chemical principles of environmental pollution. *Environmental Pollution*, 101(1), 161. [https://doi.org/10.1016/s0269-7491\(98\)00014-1](https://doi.org/10.1016/s0269-7491(98)00014-1)
- Ambarsari, H., & Aulia, D. A. N. (2007). Remediasi Merkuri (Hg) pada Air Limbah Tambang Emas Rakyat dengan Metode Lahan Basah Buatan Terpadu Remediation of Mercury (Hg) in Tailing of Artisanal Gold Mines using Integrated Constructed Wetland Method. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(6), 148–156.
- Ansar, N. Al, Arsyad, M., & Sulistiawaty. (2000). Studi Analisis Sedimentasi di Sungai Pute Rammang - Rammang Kawasan Karst Maros. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 10(3), 301–307.
- Darnas, Y., Anas, A. A., & Hasibuan, M. A. A. (2020). Pengendalian Air Lindi Pada Proses Penutupan TPA Gampong Jawa Terhadap Kualitas Air Sumur. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2080>
- Ester Suoth, A., Unon Purwati, S., Masitoh, S., H Hariandja, A., & Junaidy, E. (2020). Kandungan Merkuri Dalam Beberapa Media Sekitar Penambangan Emas Skala Kecil (Pesk) Di Kalimantan Tengah. *Jurnal Ecolab*, 14(1), 43–52. <https://doi.org/10.20886/jklh.2020.14.1.43-52>
- Fatimawali, Badaruddin, F., & Yusuf, I. (2011). Isolation and Identification of Mercury-Resistant Bacterium From Sario River Estuary That Can Be Used To Detoxify Inorganic Mercury Wastes. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 282–288. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JIS/article/view/220>
- Feng, X., & Qiu, G. (2008). Mercury pollution in Guizhou, Southwestern China - An overview. *Science of the Total Environment*, 400(1–3), 227–237. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.05.040>
- Hartoyo, G. M. E., Nugroho, Y., Bhirowo, A., & Khalil, B. (2010). Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) Tingkat Dasar. In *Journal of Regional and City Planning*.
- Herman, D. (2006). Tinjauan terhadap tailing mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam. *Indonesian Journal on Geoscience*, 1(1), 31–36. <https://doi.org/10.17014/ijog.vol1no1.20064a>
- Khairunnisa. (2017). ANALISIS MERKURI (Hg) DALAM DARAH PADA PENAMBANG EMAS TRADISIONAL DI DESA PUMPUNG KECAMATAN CEMPAKA KOTA BANJARBARU 2017. *Вестник Росздравнадзора*, 4, 9–15.
- Kitong, M. T., Abidjulu, J., & Koleangan, H. S. (2012). Analisis Merkuri (Hg) dan Arsen (As) di Sedimen Sungai Ranoyapo Kecamatan Amurang Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 1(1), 16. <https://doi.org/10.35799/jm.1.1.2012.425>
- Kusuma, R. C., & Budianta, W. (2017). *Kajian Kandungan Logam Berat di Lokasi Penambangan Emas Tradisional di Desa Sangon , Kecamatan Kokap , Kabupaten Kulon Progo*. 322–327.
- Lestaris, T. (2010). Faktor faktor yang Berhubungan dengan Keracunan Merkuri (Hg) pada Penambang Emas Tanpa Ijin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah. *Tesis*.


- Li, X., Meng, D., Li, J., Yin, H., Liu, H., Liu, X., Cheng, C., Xiao, Y., Liu, Z., & Yan, M. (2017). Response of soil microbial communities and microbial interactions to long-term heavy metal contamination. *Environmental Pollution*, 231(September), 908–917. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.057>
- Marsyalita, F., Rahardja Setya, B., & Cahyoko, Y. (2012). Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Air Sedimen, Ikan Keting (*Arius caelatus*), Dan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Di Kali Jagir Surabaya. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan Vol 4*, 66(2), 37–39.
- Pangestu, H., & Haki, H. (2013). Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 23.
- PRAHASTA, E. (2001). *Konsep Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. CV.INFORMATIKA.
- Prasasti, C., Mukono, J., & Sudarmaji, S. (2006). Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*, 2(2), 3956.
- Purmadipta, B., Anra, H., & Irwansyah, M. A. (2016). Sistem Informasi Geografis Perumahan dan Fasilitas Sosial Terdekat dengan Metode Haversine Formula. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (JUSTIN)*, 1(1), 1–5.
- Ranti, A. B., Protection, L., Traditional, T., Miners, G., Bela, A., & Sh, R. (n.d.). *LEGAL PROTECTION TO TRADITIONAL GOLD MINERS COMMITTING ENVIRONMENTAL CRIME THROUGH PENAL*. 179–203.
- Setiabudi, B. T. (2005). Penyebaran merkuri akibat usaha pertambangan emas di daerah sangon, kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta. *Kolokium Hasil Lapangan DIM*, 61.1-61.17.
- Sumantri, A., Laelasari, E., Junita, N. R., & Nasrudin. (2014). Logam Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin Mercury in the Illegal Gold Mining Workers. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(8).
- Suprpto, S. J. (2008). *Tinjauan Reklamasi Lahan Bekas Tambang.Pdf* (pp. 20–30).
- Tamaela, E. S. (2020). *Jurnal Biology Science & Education 2020 ELSINA S TAMAELA*, dkk. 9(1), 60–68.
- Wanna, M., Yanto, S., & Kadirman, K. (2018). ANALISIS KUALITAS AIR DAN CEMARAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN TIMBAL (Pb) PADA IKAN DI KANAL DAERAH HERTASNING KOTA MAKASSAR. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3, 197. <https://doi.org/10.26858/jptp.v3i0.5719>
- Widagdo, A., Paramumijono, S., Harijoko, A., & Setiawan, A. (2016). Preliminary Study of Geological Structures Control for the Distribution of Rocks in Kulonprogo Mountain Region Yogyakarta. *Proceedings of National Earth Conference*, 9–20.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Laporan Hasil Uji


UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGOJIAN TERPADU

RPP17.1.1/LPPT
Rev. 2
Halaman 1 dari 2

LAPORAN HASIL UJI
No. Sertifikat : 01016.01.00/UN1/LPPT/2020
No. Pengujian : 20100101016

Informasi Customer

Nama : Muhammad Daris Alwan
Alamat : Fakultas Teknik Lingkungan,
Universitas Islam Indonesia

Tanggal Penerimaan : 27 Oktober 2020
Tanggal Pengujian : 02 November 2020

Hasil Pengujian

1. Sedimen (SN-001-A)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	10,49	µg/Kg	Mercury analyzer

2. Sedimen (SN-001-B)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	13,99	µg/Kg	Mercury analyzer

3. Sedimen (SN-002-A)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	60,49	µg/Kg	Mercury analyzer

4. Sedimen (SN-002-B)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	13,29	µg/Kg	Mercury analyzer

5. Sedimen (SN-003-A)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	21,30	µg/Kg	Mercury analyzer

6. Sedimen (SN-003-B)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	130,82	µg/Kg	Mercury analyzer

الجامعة الإسلامية
الاستدراك والتطوير



7. Sedimen (SN-004-A)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	84,20	$\mu\text{g/Kg}$	Mercury analyzer

8. Sedimen (SN-004-B)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	7,09	$\mu\text{g/Kg}$	Mercury analyzer

9. Sedimen (SN-005-A)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	84,17	$\mu\text{g/Kg}$	Mercury analyzer

10. Sedimen (SN-005-B)

Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
Hg (Merkuri)	3,31	$\mu\text{g/Kg}$	Mercury analyzer

Lampiran 2 Dokumentasi Lokasi Penelitian :



Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel



Lampiran 4 SNI Pengujian Hg Pada Sedimen



SNI 06-6992.2-2004

Sedimen – Bagian 2: Cara uji merkuri (Hg)
secara uap dingin (cold vapour)
dengan Mercury Analyzer

*Hal. Cipta Badan Standartisasi Nasional. Copy standar ini dibuat untuk penyalangan di website dan tidak untuk dirombak



Sedimen – Bagian 2: Cara uji merkuri (Hg) secara uap dingin (cold vapour) dengan Mercury Analyzer

1 Ruang lingkup

Standar ini digunakan untuk penentuan merkuri, Hg dalam sedimen secara uap dingin (cold vapour) dengan Mercury Analyzer pada kadar terendah 5,0 ng/g.

2 Acuan normatif

United State Environmental Protection Agency (USEPA), SOP#:2016, 1994.

3 Istilah dan definisi

3.1

larutan induk

larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

3.2

larutan induk merkuri, Hg

larutan induk yang mempunyai kadar merkuri, Hg 1000 µg/ml

3.3

larutan baku

larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas merkuri dan asam nitrat, HNO₃ pekat yang mempunyai kadar merkuri, Hg 100 µg/ml; 10 µg/ml; dan 1 µg/ml

3.4

larutan kerja

larutan baku yang diencerkan dengan air suling bebas merkuri dan asam nitrat, HNO₃ pekat yang digunakan untuk membuat kurva kalibrasi sehingga mempunyai kadar merkuri, Hg 0 ng/ml; 20 ng/ml; 40 ng/ml ; 60 ng/ml ; 80 ng/ml; dan 100 ng/ml

3.5

larutan blanko atau air suling bebas merkuri

air suling yang tidak mengandung merkuri atau mengandung merkuri dengan kadar lebih rendah dari batas deteksi

3.6

kurva kalibrasi

grafik yang menyatakan hubungan antara kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan absorbansi yang merupakan garis lurus

3.7

spike matrix

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

3.8

Certified Reference Material (CRM)

bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

3.9

mercury analyzer

alat untuk mengukur merkuri yang terdiri dari detektor, pendingin dan pencatat tinggi puncak sebagai hasil dari respon kadar merkuri yang terukur (recorder). Sebagai penangkap uap air yang terbentuk selama proses pengukuran digunakan sodium hidroksida, NaOH 5 N.

4 Cara uji

4.1 Prinsip

Senyawa merkuri dalam contoh uji sedimen dioksidasi menjadi ion merkuri oleh oksidator kuat dalam suasana asam. Ion merkuri (Hg^{2+}) kemudian direduksi menjadi atom merkuri oleh $SnCl_2$. Atom merkuri yang terbentuk kemudian diukur absorbansinya dengan Mercury Analyzer.

4.2 Bahan

- a) larutan induk merkuri, Hg 1000 $\mu g/ml$;
- b) asam sulfat p.a, H_2SO_4 pekat p.a;
- c) asam nitrat p.a, HNO_3 pekat p.a;
- d) asam perklorat p.a, $HClO_4$ pekat p.a;
- e) larutan $HNO_3 : HClO_4$ (1 : 1);
- f) asam klorida p.a, HCl pekat p.a;
- g) hidrosilamin hidroklorida, $NH_2OH HCl$ 10%:
Timbang 10 g hidrosilamin hidroklorida, tambahkan air suling bebas merkuri sampai volume 100 ml.
- h) kalium permanganat, $KMnO_4$ 5%:
Timbang 5 g $KMnO_4$, tambahkan air suling bebas merkuri sampai volume 100 ml.
- i) tin klorida, $SnCl_2$ 10%:
Timbang 10 g $SnCl_2$, larutkan dalam 20 ml HCl pekat kemudian tambahkan air suling bebas merkuri sampai volume 100 ml.
- j) air suling bebas merkuri:
 - Masukkan ± 1 g $KMnO_4$ ke dalam 1000 ml air suling.
 - Destilasi dan tampung ke dalam botol gelas bebas merkuri. Air suling ini siap digunakan untuk pengujian.
- k) batu didih; dan
- l) sodium hidroksida, NaOH 5 N.
Timbang 20 g sodium hidroksida, tambahkan air suling bebas merkuri sampai volume 100 ml.

4.3 Peralatan

- a) Mercury Analyzer;
- b) labu ukur 50 ml yang tahan terhadap suhu $>300^\circ C^{*1}$;
- c) labu ukur 100 ml dan 1000 ml;

* labu yang digunakan adalah khusus untuk analisis merkuri, Hg dan volumenya tidak berubah setelah pemanasan $300^\circ C$.

- d) pipet volumetrik 1,0 ml; 2,0 ml; 3,0 ml; 4,0 ml; 5,0 ml; dan 10 ml;
- e) gelas piala 100 ml;
- f) penangas listrik (hot plate);
- g) timbangan analitik dengan ketelitian sampai dengan 0,0001 g;
- h) oven;
- i) cawan porselen;
- j) botol gelas gelap borosilikat;
- k) mortar dan alu;
- l) batang pengaduk;
- m) spatula;
- n) alat destilasi.

CATATAN Semua peralatan gelas yang akan digunakan harus direndam dengan deterjen bebas fosfat, kemudian bilas dengan air suling. Selanjutnya dicuci dengan KMnO_4 5% dan dibilas dengan hidroksilamin hidroklorida 10%. Kemudian dibilas kembali dengan air suling bebas merkuri. Biarkan peralatan gelas sampai kering dan siap untuk digunakan.

4.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

Siapkan contoh uji dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Sediakan contoh uji yang telah diambil sesuai dengan metode Sediment Sampling USEPA-600 (SOP#: 2016);
- b) Buang benda-benda asing seperti potongan plastik, daun atau bahan lain yang bukan merupakan contoh uji;
- c) Kering udarkan contoh uji pada suhu ruang;
- d) Gerus contoh uji dan dihomogenkan;
- e) Simpan contoh uji ke dalam botol gelas gelap borosilikat yang bebas merkuri.

4.5 Persiapan pengujian

4.5.1 Pembuatan larutan baku merkuri, Hg 100 $\mu\text{g/ml}$

- a) Pipet 10 ml larutan induk merkuri 1000 $\mu\text{g/ml}$ ke dalam labu ukur 100 ml.
- b) Tambahkan 1 ml larutan asam nitrat, HNO_3 pekat.
- c) Tambahkan air suling bebas merkuri sampai tepat pada tanda tera.

4.5.2 Pembuatan larutan baku merkuri, Hg 10 $\mu\text{g/ml}$

- a) Pipet 10 ml larutan baku merkuri 100 $\mu\text{g/ml}$ ke dalam labu ukur 100 ml.
- b) Tambahkan 1 ml larutan asam nitrat, HNO_3 pekat.
- c) Tambahkan air suling bebas merkuri sampai tepat pada tanda tera.

4.5.3 Pembuatan larutan baku merkuri, Hg 1 $\mu\text{g/ml}$

- a) Pipet 10 ml larutan baku merkuri 10 $\mu\text{g/ml}$ ke dalam labu ukur 100 ml.
- b) Tambahkan 1 ml larutan asam nitrat, HNO_3 pekat.
- c) Tambahkan air suling bebas merkuri sampai tepat pada tanda tera.



4.5.4 Pembuatan larutan kerja dengan konsentrasi 0 ng/ml; 20 ng/ml; 40 ng/ml; 60 ng/ml; 80 ng/ml dan 100 ng/ml

- Pipet 0,0 ml; 1,0 ml; 2,0 ml; 3,0 ml; 4,0 ml; dan 5,0 ml larutan baku merkuri, Hg 1 µg/ml ke dalam 6 labu ukur 50,0 ml¹.
- Tambahkan 2 ml larutan HNO₃ : HClO₄ (1 : 1) ke dalam masing-masing labu ukur.
- Tambahkan 5 ml H₂SO₄ ke dalam masing-masing labu ukur.
- Tambahkan 1 ml air suling bebas merkuri ke dalam masing-masing labu ukur.
- Tambahkan batu didih secukupnya ke dalam masing-masing labu ukur.
- Panaskan di atas penangas listrik pada suhu 250°C selama 20 menit.
- Dinginkan, tepatkan dengan air suling bebas merkuri sampai tanda tera.

4.6 Prosedur

4.6.1 Penentuan kadar merkuri, Hg

- Siapkan labu ukur 50 ml¹;
- Timbang ± 0,5 g contoh uji, masukkan ke dalam labu ukur;
- Lakukan langkah 4.5.4 b) sampai dengan g);
- Untuk penentuan ketepatan (akurasi) dengan cara spike matrix dilakukan dengan cara sebagai berikut:
 - Siapkan labu ukur 50 ml¹;
 - Timbang ± 0,5 g contoh uji ke dalam labu ukur;
 - Tambahkan 1,0 ml larutan baku merkuri 1 µg/ml ke dalam masing-masing labu ukur;
 - Lakukan langkah pada butir 4.5.4 b) sampai dengan g).
- Untuk analisis blanko lakukan sebagai berikut:
 - Pipet 5 ml air suling bebas merkuri;
 - Lakukan langkah pada butir 4.5.4 b) sampai dengan g).

4.6.2 Penentuan kadar air

- Timbang dan catat berat cawan porselin yang akan digunakan;
- Masukkan contoh uji ke dalam cawan porselin yang telah ditimbang sebanyak ± 5 g;
- Panaskan contoh uji pada oven dengan suhu 105°C selama 2 jam;
- Timbang dan catat berat cawan;
- Ulangi langkah pada butir 4.6.2 c) sampai dengan d) minimal 3 (tiga) kali atau sampai mencapai berat konstan.

4.7 Pengukuran kadar merkuri, Hg dengan Mercury Analyzer

4.7.1 Pengukuran kurva kalibrasi

- Atur Mercury Analyzer dan optimalkan untuk pengujian merkuri sesuai dengan petunjuk penggunaan alat;
- Masukkan 5 ml larutan kerja 0,0 ng/ml ke dalam Mercury Analyzer;
- Tambahkan 5 ml air suling bebas merkuri dan 1 ml larutan SnCl₂;
- Ukur serapannya dengan alat Mercury Analyzer dan catat tinggi puncak;

- e) Lakukan langkah pada butir 4.7.1 b) sampai dengan d) untuk masing-masing larutan kerja;
- f) Buatlah kurva kalibrasi dari data diatas atau tentukan persamaan garis lurusnya.

4.7.2 Pengukuran kadar merkuri, Hg

- a) Optimalkan alat Mercury Analyzer sesuai dengan petunjuk penggunaan alat;
- b) Masukkan 5 ml contoh uji yang didapat dari langkah 4.6.1 dalam tabung yang berada pada alat Mercury Analyzer;
- c) Tambahkan 5 ml air suling bebas merkuri dan 1 ml larutan SnCl₂;
- d) Ukur serapannya dengan alat Mercury Analyzer dan catat tinggi puncak;
- e) Apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih dari 20% periksa kondisi alat dan ulangi langkah 4.7.2 b) sampai dengan d);
- f) Apabila perbedaannya kurang dari 20%, rata-ratakan hasilnya.

4.8 Perhitungan

4.8.1 Kadar merkuri

- a) Tentukan kadar merkuri dengan cara memplotkan hasil pengukuran merkuri, Hg pada kurva kalibrasi.
- b) Hitung kadar merkuri dengan perhitungan sebagai berikut:

b.1 untuk perhitungan dalam berat kering contoh uji:

$$Hg = \frac{C \times V \times fp}{B(1 - Ka / 100)}$$

b.2 untuk perhitungan dalam berat basah contoh uji:

$$Hg = \frac{C \times V}{B}$$

dengan pengertian::

- Hg adalah kadar merkuri dalam sedimen (ng/g);
- C adalah kadar merkuri yang diperoleh dari kurva kalibrasi (ng/ml);
- V adalah volume akhir (ml) ;
- B adalah berat awal contoh uji (g);
- Ka adalah kadar air (%);
- fp adalah faktor pengenceran (bila tidak dilakukan pengenceran, maka fp = 1).

4.8.2 Kadar air

$$Ka = \frac{Csb - Cst}{Csb} \times 100\%$$

dengan pengertian :

- Ka adalah kadar air (%);
- Csb adalah berat contoh uji sebelum dipanaskan (kering udara) (g);
- Cst adalah berat contoh uji setelah dipanaskan (berat kering) (g).



4.8.3 Persen temu balik

$$R = \frac{H_{gs} - H_g}{S} \times 100\%$$

dengan pengertian:

R adalah persen temu balik (%);

H_{gs} adalah kadar contoh uji yang di spike (ng/g);

H_g adalah kadar contoh uji yang tidak di spike (ng/g);

S adalah kadar standar yang diperoleh (target value) (ng/g).

5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

5.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan alat gelas bebas kontaminan.
- b) Gunakan bahan kimia berkualitas murni (p.a).
- c) Gunakan Mercury Analyzer yang terkalibrasi (terverifikasi).
- d) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.

5.2 Pengendalian mutu

- a) Linearitas kurva kalibrasi (r^2) harus $\geq 0,99$.
- b) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi. Kadar merkuri dalam larutan blanko harus lebih rendah dari batas deteksi.
- c) Lakukan preparasi triplo untuk kontrol ketelitian analis. Perbedaan hasil analisis triplo adalah $\leq 20\%$.

6 Rekomendasi

Kontrol akurasi

Lakukan minimal satu cara dari beberapa cara di bawah ini:

- 1) Lakukan analisis certified reference material (CRM) untuk kontrol akurasi.
- 2) Kisaran persen temu balik adalah 80% sampai dengan 120% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.
- 3) Lakukan analisis spike matrix. Kisaran persen temu balik adalah 80% sampai dengan 120%.
- 4) Buat kartu kendali (control chart) untuk akurasi analisis.