

**PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Cu DAN Zn  
PADA SAMPEL AIR LIMBAH KELAPA SAWIT DENGAN  
METODE AAS (ATOMIC ABSORPTION  
SPECTROPHOTOMETRY)**

KARYA ILMIAH



**AYRUS SUCI  
FOB018003**

**PROGRAM STUDI D-III ANALIS KIMIA  
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JAMBI  
2021**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayrus Suci

NIM : FOB018003

Program Studi: D-III Analisis Kimia

Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya ilmiah dengan judul "Penentuan Kandungan Logam Berat Cu dan Zn pada Sampel Air Limbah Kelapa Sawit dengan Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)" adalah karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan Karya Ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Jambi, Juni 2021

g menyatakan,

AYRUS SUCI

NIM.FOB018003

## **RINGKASAN**

Limbah industri kelapa sawit merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit. Di dalam limbah cair kelapa sawit umumnya mengandung logam berat salah satunya seperti logam Cu dan Zn. Adanya logam berat Cu dan Zn yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap makhluk hidup dan lingkungan sekitar. Pada kegiatan ini, dilakukan penentuan kandungan logam berat Cu dan Zn pada air limbah kelapa sawit menggunakan metode AAS dengan gas asetilen pada panjang gelombang 324,7 nm untuk menentukan kandungan logam Cu dan pada panjang gelombang 213,9 nm untuk menentukan kandungan logam Zn. Hasil penentuan kandungan logam berat Cu dan Zn pada sampel 1 dan 2 yang terdapat di dalam air limbah kelapa sawit masih dibawah batas maksimum baku mutu yang diperbolehkan yaitu kurang dari 2 ppm untuk logam Cu dan kurang dari 5 ppm untuk logam Zn. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa sampel 1 dan 2 air limbah kelapa sawit memiliki kualitas yang baik sehingga aman apabila dialirkan ke perairan dan dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup dan lingkungan sekitar.

Kata kunci: Limbah, Tembaga, Seng, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

## **SUMMARY**

Palm oil industry waste is waste generated from the processing of palm oil. In the palm oil liquid waste generally contains heavy metals, one of which is Cu and Zn metals. The presence of heavy metals Cu and Zn in excess can have a negative impact on living things and the surrounding environment. In this activity, the heavy metal content of Cu and Zn was determined in palm oil wastewater using the AAS method with acetylene gas at a wavelength of 324.7 nm to determine the metal content of Cu and at a wavelength of 213.9 nm to determine the metal content of Zn. The results of determining the content of heavy metals Cu and Zn in samples 1 and 2 contained in palm oil wastewater are still below the maximum permissible quality standard, which is less than 2 ppm for Cu metal and less than 5 ppm for Zn metal. From this test, it shows that samples 1 and 2 of palm oil waste water have good quality so that it is safe to flow into waters and can be used by living things and the surrounding environment.

Keywords: Waste, Copper, Zinc, AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry).

**PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Cu DAN Zn  
PADA SAMPEL AIR LIMBAH KELAPA SAWIT DENGAN  
METODE AAS (ATOMIC ABSORPTION  
SPECTROPHOTOMETRY)**

**KARYA ILMIAH**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi  
Pada Program Studi D-III Analis Kimia



**AYRUS SUCI  
FOB018003**

**PROGRAM STUDI D-III ANALIS KIMIA  
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JAMBI  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Karya ilmiah dengan judul **"Penentuan Kandungan Logam Berat Cu dan Zn pada Sampel Air Limbah Kelapa Sawit dengan Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)"** yang disusun oleh AYRUS SUCI, NIM: F0B018003 telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 23 juni 2021 dan dinyatakan lulus.

### Susunan Tim Penguji:

Ketua : Rahmi, S.Pd., M.Si.  
Anggota : 1. Drs. Faizar Farid, M.Si.  
2. Nindita Clourisa Amaris Susanto, S.Si., M.Si.

Disetujui:

Dosen Pembimbing

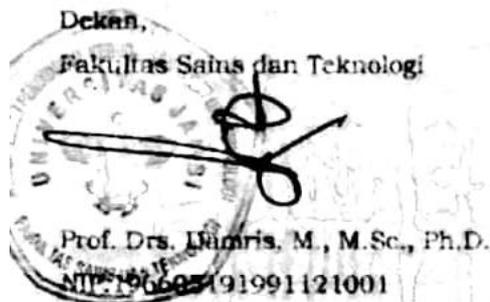


Rahmi, S.Pd., M.Si.

NIP.199001232019032014

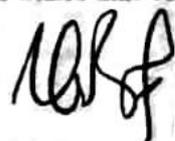
Diketahui Oleh:

Dekan,  
Fakultas Sains dan Teknologi



Prof. Drs. Damaris, M., M.Sc., Ph.D.  
NIP.196605191991121001

Ketua Jurusan MIPA  
Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Madyawati Latief, S.P., M.Si.  
NIP.197206241999032001

## PRAKATA



Segala puji dan syukur senantiasa penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berupa karya ilmiah ini dengan waktu yang telah ditentukan. Tugas akhir dengan judul “Penentuan Kandungan Logam Berat Cu dan Zn pada Sampel Air Limbah Kelapa Sawit dengan Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)” ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat lulus pendidikan D-III Analis Kimia jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA).

Dalam menulis karya ilmiah ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak serta ilmu yang bermanfaat, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Drs. Damris M, M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
2. Dr. Tedjo Sukmono, S.Si., M.Si selaku Wakil Dekan Bidang Akademik, Kerja Sama dan Sistem Informasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
3. Dr. Madyawati Latief, S.P., M.Si selaku Pembimbing Akademik serta Ketua Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi yang selalu memberi suport untuk penulis.
4. Rahmi, S.Pd., M.Si selaku Pembimbing Karya Ilmiah serta Ketua Program Studi D-III Analis Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi yang tak henti-hentinya memberikan motivasi, masukkan, suport dan semangat dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
5. Drs. Faizar Farid, M.Si dan Nindita Clourisa Amaris Susanto, S.Si., M.Si selaku Penguji Karya Ilmiah.
6. Yakub dan Ruaida Zen selaku orang tua yang tak henti-hentinya memberikan kasih sayang, suport dan doa yang terbaik untuk penulis.
7. dr. Meki Karolina dan Jeneng Alam selaku kakak dan abang yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa terbaik serta membimbing penulis dalam banyak hal.
8. Seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan suport dan semangat dalam menyelesaikan studi ini.

9. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat untuk penulis.
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2018 Analis Kimia dan Kimia Industri.
11. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Analis Kimia dan Kimia Industri yang selalu memberi suport terhadap penulis
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun karya ilmiah ini.

Namun penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan karya ilmiah ini, untuk itu bila ada terdapat kekurangan dalam karya tulis ilmiah ini, penulis memohon kritik dan saran demi penyempurnaan karya ilmiah. Penulis berharap kirannya karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Jambi, Juni 2021  
Penulis

AYRUS SUCI  
NIM.F0B018003

## DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR LAMPIRAN .....	vi
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Limbah .....	4
2.2 Air.....	5
2.3 Logam Berat Berbahaya .....	6
2.4 Tembaga (Cu).....	7
2.5 Seng (Zn) .....	8
2.6 Metode AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> ) .....	8
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	16
3.1 Waktu dan Tempat .....	16
3.2 Bahan dan Peralatan.....	16
3.3 Metode Penelitian .....	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	19
4.1 Preparasi Sampel dan Larutan Standar.....	19
4.2 Hasil Penentuan Kandungan Logam Cu .....	21
4.3 Hasil Penentuan Kandungan Logam Zn .....	23
V. PENUTUP .....	26
5.1 Kesimpulan .....	26
5.2 Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN .....	29
RIWAYAT HIDUP.....	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Uji AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> ) .....	9
2. Instrumen AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> ) .....	11
3. Grafik Kurva Kalibrasi Tembaga (Cu) .....	22
4. Grafik Kurva Kalibrasi Seng (Zn) .....	24

## **DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Kisaran Kadar Optimun dan Panjang Gelombang .....	19
2. Hasil Pengukuran Larutan Standar Cu .....	21
3. Hasil Pengukuran Kadar Cu pada Sampel.....	22
4. Hasil Pengukuran Larutan Standar Zn.....	24
5. Hasil Pengukuran Kadar Zn pada Sampel.....	25

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Penentuan Kandungan Logam Berat Cu dan Zn .....	29
2. Dokumentasi Pengujian Kandungan Logam Berat Cu dan Zn.....	30
3. Baku Mutu Air Limbah.....	32
4. Hasil Penentuan Kandungan Logam Cu .....	33
5. Hasil Penentuan Kandungan Logam Zn .....	34

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Aktivitas industri kelapa sawit menimbulkan hasil samping berupa limbah yang menjadi penyumbang pencemaran lingkungan. Limbah industri kelapa sawit merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit. Limbah jenis ini digolongkan ke dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Limbah cair kelapa sawit perlu menjadi pusat perhatian karena limbah tersebut merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan diantara jenis limbah lainnya yaitu sekitar 60% pada setiap 100% proses pengolahan tandan buah segar. Umumnya limbah cair industri mengandung logam berat seperti Cd, Fe, Cu, Cr, Zn, Ni dan lain sebagainya. Limbah cair tersebut jika dibuang ke lingkungan secara langsung dapat merusak sumber daya alam yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Beberapa jenis kerusakan lingkungan diantaranya pencemaran tanah, air dan udara yang dapat menimbulkan racun bagi manusia karena di dalam limbah cair bisa mengandung logam berat yang berbahaya dengan konsentrasi tinggi (Wulandari *et al.*, 2016).

Cu dan Zn digolongkan ke dalam logam berat esensial, artinya meskipun merupakan logam berat beracun, unsur logam ini sangat dibutuhkan oleh tubuh yakni dalam jumlah yang sedikit (Asria dan Alhamid, 2021). Kandungan tembaga (Cu) dalam jumlah kecil diperlukan oleh tubuh untuk metabolisme. Tembaga sendiri merupakan komponen dari enzim yang diperlukan untuk menghasilkan energi, antioksidan dan sintesa hormon adrenalin, serta untuk pembentukan jaringan ikat. Namun, dalam dosis tinggi dapat mengakibatkan keracunan, mual, muntah, dan menyebabkan kerusakan pada hati dan ginjal. Demikian juga dengan seng (Zn), dalam jumlah kecil merupakan unsur penting yang diperlukan oleh tubuh untuk metabolisme. Seng juga berperan dalam membantu penyembuhan luka, menyusun struktur protein dan membran sel. Namun, dalam dosis tinggi dapat menyebabkan rasa pahit dan sepet pada air minum sehingga dapat menyebabkan muntah, diare serta menyebabkan gangguan reproduksi (Khaira, 2014).

Air merupakan sumber bagi kehidupan di muka bumi. Badan air terbesar terdapat di laut sebesar 97% dan sisanya sebesar 3% adalah air tawar yang digunakan untuk menunjang kebutuhan sehari-hari sehingga air bersih menjadi kebutuhan dasar manusia. Jumlah air yang terbatas dan semakin banyak jumlah manusia menyebabkan terjadinya krisis air bersih. Secara kualitas dan kuantitas, kondisi air tawar yang ada semakin rusak dikarenakan

adanya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah industri. Air memiliki karakteristik yang khas berupa karakteristik fisik dan kimiawi. Karakteristik fisik air terdiri dari kekeruhan, temperatur, warna, kandungan zat padat, bau, dan rasa. Sedangkan karakteristik kimiawi air terdiri dari pH, DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), kesadahan, dan senyawa-senyawa kimia beracun seperti logam berat. Air bersih merupakan salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Karakteristik air bersih yaitu jernih, tidak berbau, tidak berwarna, Suhu sebaiknya sejuk dan tidak panas, Bebas unsur-unsur kimia yang berbahaya seperti besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), raksa (Hg), dan mangan (Mn). Tidak mengandung mikrobiologi yang membahayakan seperti coli dan total coliforms (Wicaksono *et al.*, 2019).

Kandungan logam berat pada limbah industri kelapa sawit dikatakan berbahaya jika melebihi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020. Sumber daya air yang tercemar oleh unsur-unsur logam berat dari limbah cair industri kelapa sawit dikategorikan layak digunakan oleh manusia apabila unsur-unsur yang terkandung di dalamnya sudah memenuhi standar baku mutu air.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nurventi (2019) pada sampel air limbah kelapa sawit, digunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dalam menentukan logam berat pada limbah tersebut. Penelitian lain menentukan logam tembaga (Cu) pada sedimen di Pelabuhan Jetty Meulaboh Aceh Barat menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dengan nyala udara asetilen, hasil pengujian kandungan logam Cu pada sampel sedimen adalah 288,7 mg/kg, dimana nilai tersebut melewati batas maksimum baku mutu yang telah ditetapkan (Warni *et al.*, 2017). Sementara Triantoro *et al* (2017) menentukan logam seng (Zn) di Perairan Tambak Lorok Semarang menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dengan hasil yang didapatkan pada logam Zn bernilai variasi dari <0,001 mg/L hingga 0,009 mg/L. Instrumen AAS merupakan instrumen yang sering dipakai sebagai metode standar dalam melakukan pengujian logam berat karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya sensitivitas tinggi, mudah dioperasikan dan relatif murah. Menurut Wulandari *et al* (2016), AAS merupakan suatu metode pengukuran yang didasarkan pada jumlah radiasi yang diserap oleh atom-atom bila sejumlah radiasi dilewatkan melalui sistem yang mengandung atom-atom itu. Jumlah

radiasi yang terserap sangat tergantung pada jumlah atom itu untuk menyerap radiasi. Dengan mengukur intensitas radiasi yang diserap (absorbansi) maka konsentrasi unsur dalam cuplikan dapat diketahui. Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) ini merupakan salah satu metode pengujian yang dapat digunakan untuk menentukan unsur-unsur di dalam suatu bahan bahkan dapat menentukan sampel dalam jumlah sedikit, karena metode ini memiliki kepekaan, ketelitian dan selektifitas yang sangat tinggi.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan penentuan kandungan logam berat Cu dan Zn pada air limbah kelapa sawit dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian ini mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 sebagai baku mutu air limbah untuk parameter logam berat Cu dan Zn.

### **1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil pengujian kandungan logam berat Cu dan Zn pada sampel air limbah kelapa sawit?
2. Bagaimana kualitas sampel air limbah kelapa sawit yang diuji?
3. Bagaimana cara menurunkan kadar logam berat yang melebihi batas maksimum baku mutu?

### **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari kegiatan ini adalah:

1. Menentukan kandungan logam berat Cu dan Zn pada sampel air limbah kelapa sawit
2. Menentukan kualitas sampel air limbah kelapa sawit yang diuji
3. Menentukan cara menurunkan kadar logam berat yang melebihi batas maksimum baku mutu

### **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat dari kegiatan ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai hasil pengujian kandungan logam berat Cu dan Zn pada sampel air limbah kelapa sawit.
2. Memberikan informasi mengenai kualitas sampel air limbah kelapa sawit yang diuji.
3. Memberikan informasi mengenai cara menurunkan kadar logam berat yang melebihi batas maksimum baku mutu?

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Limbah

Limbah pada dasarnya adalah bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia, maupun proses-proses alam yang belum mempunyai nilai ekonomi, bahkan mempunyai nilai ekonomi yang negatif. Nilai ekonomi yang negatif, karena pengolahan memerlukan biaya yang besar disamping itu juga mencemari lingkungan. Limbah yang berasal dari beberapa industri telah diketahui memiliki potensi besar yang dapat mencemari lingkungan. Limbah industri itu dapat berupa limbah cair, padat dan gas. Limbah Industri yang berupa limbah cair biasanya sangat berbahaya dalam keseharian, misalnya dapat menyebabkan gatal-gatal. Limbah cair dapat mencemari aliran sungai atau sumber air yang biasa digunakan oleh masyarakat sekitar (Putra dan Putra, 2014).

Air limbah Industri merupakan sumber pencemaran air yang sangat potensial. Pada konsentrasi yang tinggi, limbah tersebut menyebabkan kontaminasi bakteriologis serta beban nutrien yang berlebihan (*euthrophication*). Limbah industri anorganik lebih sulit untuk dikontrol dan mempunyai potensi bahaya yang lebih besar. Aktivitas industri mengeluarkan limbah berbahaya yang mengandung senyawa yang bersifat racun (*toxic material*) serta logam berat yang bersifat toksik.

#### **Limbah Kelapa Sawit**

Kelapa sawit merupakan komoditas ekspor utama yang memiliki banyak manfaat bagi perekonomian Indonesia. Perkebunan kelapa sawit merupakan komoditi strategis pada perekonomian nasional dan kesejahteraan masyarakat. Perkebunan kelapa sawit rakyat sebagai bagian dari rantai pasok komoditi kelapa sawit. Provinsi Jambi termasuk sepuluh besar provinsi produsen kelapa sawit Indonesia ditinjau dari luas dan produksinya. Perkebunan kelapa sawit di Provinsi Jambi diusahakan secara mandiri maupun bermitra ke perusahaan (Saragih *et al.*, 2020).

Aktivitas industri kelapa sawit menghasilkan limbah yang merupakan sumber pencemaran. Air dikatakan tercemar apabila air itu berubah komposisinya atau keadaanya secara langsung akibat kegiatan manusia, sehingga air itu menjadi kurang berguna bagi kebutuhan tertentu atau semua kebutuhan dibandingkan dengan apabila air itu berada dalam keadaan alamiah semua.

Limbah industri kelapa sawit merupakan limbah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan kelapa sawit. Limbah jenis ini digolongkan dalam tiga

jenis yaitu limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak sawit (CPO) dan inti sawit (kernel) di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) termasuk limbah cair. Beberapa limbah yang digolongkan sebagai limbah padat yaitu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), cangkang atau tempurung, serabut atau serat dan lumpur. Limbah gas dapat berasal dari gas cerobong dan uap air buangan pabrik kelapa sawit (Wulandari *et al.*, 2016).

### **Limbah Cair Kelapa Sawit**

Limbah cair kelapa sawit merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak sawit (CPO) dan inti sawit (kernel). Limbah cair dari kelapa sawit perlu menjadi pusat perhatian. limbah cair dalam pabrik kelapa sawit merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan diantara jenis limbah lainnya yaitu sekitar 60% pada setiap 100% proses pengolahan tandan buah segar. Umumnya limbah cair industri mengandung logam berat seperti Cd, Fe, Cu, Cr, Zn, Ni dan lain sebagainya. Limbah cair tersebut jika dibuang ke lingkungan secara langsung dapat merusak sumber daya alam dan lingkungan, seperti gangguan pencemaran alam dan pengurusan sumber daya alam, yang nantinya dapat menurunkan kualitas lingkungan antara lain pencemaran tanah, air, dan udara bahkan bisa beracun bagi manusia karena di dalam limbah cair bisa mengandung logam berat yang berbahaya dengan konsentrasi tinggi (Wulandari *et al.*, 2016).

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 tentang penyimpanan limbah bahan berbahaya dan beracun menunjukkan baku mutu air limbah untuk logam berat Cu dan Zn. Diketahui bahwa batas maksimum logam Cu yang diperbolehkan yaitu 2 mg/L dan batas maksimum logam Zn yang diperbolehkan yaitu 5 mg/L.

### **2.2 Air**

Air merupakan sumber bagi kehidupan di muka bumi. Badan air terbesar terdapat di laut sebesar 97% dan sisanya sebesar 3% adalah air tawar yang digunakan untuk menunjang kebutuhan sehari-hari sehingga air bersih menjadi kebutuhan dasar manusia. Air memiliki karakteristik yang khas berupa karakteristik fisik dan kimiawi. Karakteristik fisik air terdiri dari kekeruhan, temperatur, warna, kandungan zat padat, bau, dan rasa. Sedangkan karakteristik kimiawi air terdiri dari pH, DO (*Dissolved Oxygent*), BOD (*Biological Oxygent Demand*), COD (*Chemical Oxygent Demand*), kesadahan, dan senyawa-senyawa kimia beracun seperti logam berat. Air bersih merupakan salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh

manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas sehari-hari (Wicaksono *et al.*, 2019).

### **Karakteristik air bersih**

Menurut Wicaksono *et al* (2019), karakteristik air bersih antara lain

- a. Jernih, tidak berbau, tidak berwarna
- b. Suhunya sebaiknya sejuk dan tidak panas,
- c. Bebas unsur-unsur kimia yang berbahaya seperti besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), raksa (Hg), dan mangan (Mn).
- d. Tidak mengandung mikrobiologi yang membahayakan seperti coli dan total coliforms

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 menjelaskan bahwa standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia. Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum.

### **2.3 Logam Berat Berbahaya**

Logam berat adalah unsur kimia yang memiliki berat jenis lebih besar dari  $5 \text{ gr/cm}^3$ . Dalam sistem tabel periodik, logam berat berada pada periode 4 - 7 dengan nomor atom 22 - 94. Logam berat esensial adalah logam berat yang diperlukan untuk proses metabolisme makhluk hidup dalam kadar tertentu, misalnya seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), kobalt (Co), dan mangan (Mn). Logam berat esensial diperoleh secara alamiah atau dari aktivitas industri. Sedangkan logam berat nonesensial adalah logam berat yang tidak diperlukan dalam proses metabolisme makhluk hidup. Keberadaan logam berat non-esensial dapat menimbulkan efek toksik, misalnya merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb) dan krom (Cr). Efek toksik logam berat disebabkan karena adanya afinitasnya yang tinggi terhadap unsur S dalam enzim sehingga enzim menjadi tidak aktif dalam proses metabolisme makhluk hidup. Logam berat juga dapat terikat pada sel-sel membran yang menghambat proses transformasi melalui dinding sel. Logam berat dapat pula mengendapkan senyawa fosfat organik atau mengkatalis penguraiannya. Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup mengelompokkan logam berat berdasarkan toksisitasnya. Logam berat yang memiliki toksisitas tinggi antara lain Hg, Cd, Pb, Cu dan Zn. Logam Cr, Ni dan Co memiliki tingkat toksisitas sedang. Sementara, Mn dan Fe termasuk logam berat dengan toksisitas rendah. Dalam sistem perairan, logam

berat berada dalam bentuk ion bebas atau senyawa anionik melalui reaksi pengendapan, oksidasi – reduksi, dan kompleksasi. Reaksi tersebut menyebabkan logam berat terendapkan didasar perairan atau berubah bentuk menjadi spesi yang kurang toksik. Sementara, ion bebas dari logam berat dapat terakumulasi dalam jaringan lemak organisme yang mengonsumsinya dan dapat mengalami perlipatan konsentrasi (*biomagnifikasi*) (Rumhayati, 2019).

#### **2.4 Tembaga (Cu)**

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa Latin *Cuprum*. Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Selain itu unsur ini memiliki korosi yang cepat sekali. Tembaga murni sifatnya halus dan lunak, dengan permukaan berwarna jingga kemerahan. Tembaga dicampurkan dengan timah untuk membuat perunggu. Penggunaan tembaga terbesar adalah untuk kabel listrik (60%), atap dan perpipaan (20%) dan mesin industri (15%). Tembaga biasanya digunakan dalam bentuk logam murni, tapi ketika dibutuhkan tingkat kekerasan lebih tinggi maka biasanya dicampur dengan elemen lain untuk membentuk alloy. Sebagian kecil tembaga juga digunakan sebagai suplemen nutrisi dan fungisida dalam pertanian. Meski bersaing dengan material lainnya, tembaga tetap dipilih sebagai konduktor listrik utama di hampir semua kategori kawat listrik kecuali di bagian transmisi tenaga listrik di mana aluminium lebih dipilih. Kawat tembaga digunakan untuk pembangkit listrik, transmisi tenaga, distribusi tenaga, telekomunikasi, sirkuit elektronik, dan berbagai macam peralatan listrik lainnya. Kawat listrik adalah pasar paling penting bagi industri tembaga. Hal ini termasuk kabel pada gedung, kabel telekomunikasi, kabel distribusi tenaga, kabel otomotif, kabel magnet, dan sebagainya. Setengah dari jumlah tembaga yang ditambang digunakan untuk membuat kabel listrik dan kabel konduktor. Banyak alat listrik menggunakan kawat tembaga karena memiliki konduktivitas listrik tinggi, tahan korosi, ekspansi termal rendah, konduktivitas termal tinggi, dapat disolder, dan mudah dipasang (Amiruddin dan Lubis, 2018).

Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang mempunyai massa jenis 8,920 gr/cm<sup>3</sup>, memiliki bentuk seperti kristal berwarna kecoklatan dengan berat atom 63,54, memiliki titik didih 2595°C, memiliki titik leleh 1083,4°C dan nomor atom 29 serta memiliki sifat yang lunak sehingga mudah ditempa. Sumber alamiah Cu berasal dari peristiwa turun air hujan dalam bentuk senyawa sulfida (CuS). Aktivitas manusia yang menghasilkan Cu berasal dari buangan limbah industri atau rumah tangga, penambangan logam Cu dan aktivitas antropogenik lainnya. Cu di air memiliki dua bilangan oksidasi yaitu

+1 dan +2. Kedua spesi ion tembaga tersebut dapat membentuk kompleks yang stabil, contohnya  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_6$ . Pada umumnya garam  $\text{Cu}^+$  banyak yang tidak larut dalam air karena senyawa tersebut mudah dioksidasi menjadi  $\text{Cu}^{2+}$  yang mudah larut dalam air. Seperti halnya Zn, Cu merupakan logam berat esensial yang dibutuhkan oleh tubuh dalam konsentrasi kecil untuk proses metabolisme. Kekurangan unsur tembaga dapat mengakibatkan gangguan kesehatan antara lain anemia, gangguan gastrointestinal, dan kerusakan tulang (Rumhayati, 2019).

### 2.5 Seng (Zn)

Seng (Zn) memiliki nomor atom 30, massa relatif 65,39 periode 4, menempati tempat pertama pada golongan 12 unsur transisi di dalam tabel periodik unsur, dan massa jenis  $7,14 \text{ g/cm}^3$ . Sumber alamiah seng yang berada di perairan berasal dari pelapukan mineral seperti *smithsonite*, *calamine*, *sphalerite* dan *wilemite*. Aktivitas manusia di bidang pertanian seperti penggunaan pupuk, pestisida, fungisida, aktivitas di bidang industri seperti industri besi, baja, karet, tekstil, kertas, dan bubur kertas turut menyumbang seng di badan air. Zn merupakan logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh tetapi jika kadar logam ini berlebih maka akan mengakibatkan ataksia dan jika tubuh kekurangan mengakibatkan rendahnya sistem imun tubuh. Dalam perairan, Zn berada sebagai ion bebas divalen. Ion  $\text{Zn}^{2+}$  memiliki afinitas yang tinggi terhadap sedimen sehingga mudah terserap oleh sedimen. Dalam kondisi perairan yang basa, ion  $\text{Zn}^{2+}$  akan membentuk seng hidroksida,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ , sebagai endapan putih. Dalam larutan yang lebih alkalin, hidroksida yang terbentuk dapat larut kembali karena terbentuknya senyawa ionik dari seng hidroksida ( $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ ) (Rumhayati, 2019).

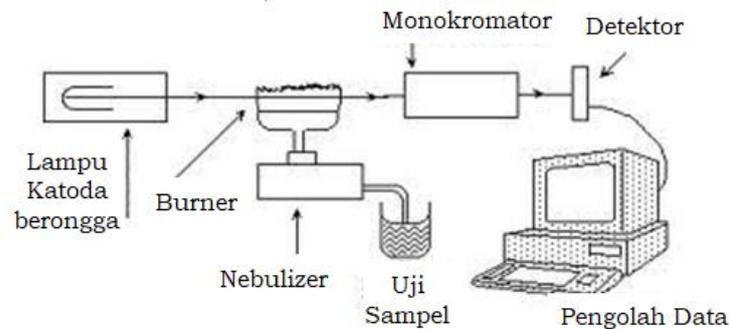
### 2.6 Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) merupakan suatu instrumen yang digunakan pada metode pengujian unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi atom bebas. Pada umumnya digunakan untuk pengujian unsur logam. Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Metode serapan atom hanya tergantung pada perbandingan dan tidak tergantung pada temperatur. Setiap alat AAS terdiri atas tiga komponen yaitu unit atomisasi, sumber radiasi, sistem pengukur fotometrik.

Sumber cahaya pada AAS adalah sumber cahaya dari lampu katoda yang kemudian dilewatkan ke dalam nyala api yang berisi sampel yang telah teratomisasi, kemudian radiasi tersebut diteruskan ke detektor melalui

monokromator. *Chopper* digunakan untuk membedakan radiasi yang berasal dari sumber radiasi, dan radiasi yang berasal dari nyala api. Detektor akan menolak arah searah arus (DC) dari emisi nyala dan hanya mengukur arus bolak-balik dari sumber radiasi atau sampel.

Atom dari suatu unsur pada keadaan dasar akan dikenai radiasi maka atom tersebut akan menyerap energi dan mengakibatkan elektron pada kulit terluar naik ke tingkat energi yang lebih tinggi atau tereksitasi. Jika suatu atom diberi energi, maka energi tersebut akan mempercepat gerakan elektron sehingga elektron tersebut akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi dan dapat kembali ke keadaan semula. Atom-atom dari sampel akan menyerap sebagian sinar yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Penyerapan energi oleh atom terjadi pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan energi yang dibutuhkan oleh atom tersebut (Underwood, 1999).



Gambar 1. Skema Uji AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

Sampel berupa liquid dihembuskan ke dalam nyala api burner dengan bantuan gas bakar yang digabungkan bersama oksidan (bertujuan untuk menaikkan temperatur) sehingga dihasilkan kabut halus. Atom-atom dalam keadaan dasar yang terbentuk dalam kabut dilewatkan pada sinar dan panjang gelombang tertentu. Sinar sebagian diserap disebut absorpsi dan sinar yang diteruskan disebut emisi. Pada kurva absorpsi, terukur besarnya sinar yang diserap, sedangkan kurva emisi, terukur intensitas sinar yang dipancarkan.

Sampel yang akan diuji ketika dihembus ke dalam nyala terjadi peristiwa berikut secara berurutan dengan cepat:

- Pengisatan pelarut yang meninggalkan residu padat.
- Penguapan zat padat dengan disosiasi menjadi atom-atom penyusunnya, yang mula-mula akan berada dalam keadaan dasar.
- Atom-atom tereksitasi oleh energi termal (dari) nyala ketinggian energi lebih tinggi.

### **Jenis-Jenis AAS Berdasarkan Cara Atomisasinya**

Adapun jenis-jenis AAS berdasarkan cara atomisasinya (pembentukan atom) yaitu sebagai berikut:

#### **Atomisasi dengan Nyala**

Suatu senyawa logam yang dipanaskan akan membentuk atom logam pada suhu  $\pm 1700^{\circ}\text{C}$  atau lebih. Sampel yang berbentuk cairan akan dilakukan atomisasi dengan cara memasukkan cairan tersebut ke dalam nyala campuran gas bakar. Tingginya suhu nyala yang diperlukan untuk atomisasi setiap unsur berbeda. Beberapa unsur dapat ditentukan dengan nyala dari campuran gas yang berbeda tetapi penggunaan bahan bakar dan oksidan yang berbeda akan memberikan sensitivitas yang berbeda pula.

Syarat-syarat gas yang dapat digunakan dalam atomisasi dengan nyala:

- a. Campuran gas memberikan suhu nyala yang sesuai untuk atomisasi unsur yang akan diuji
- b. Tidak berbahaya misalnya tidak mudah menimbulkan ledakan.
- c. Gas cukup aman, tidak beracun dan mudah dikendalikan
- d. Gas cukup murni dan bersih (UHP)

Campuran gas yang paling umum digunakan adalah:

- a. Udara :  $\text{C}_2\text{H}_2$  (suhu nyala  $1900 - 2000^{\circ}\text{C}$ ),
- b.  $\text{N}_2\text{O}$  :  $\text{C}_2\text{H}_2$  (suhu nyala  $2700 - 3000^{\circ}\text{C}$ ),
- c. Udara : propana (suhu nyala  $1700 - 1900^{\circ}\text{C}$ ).

Banyaknya atom dalam nyala tergantung pada suhu nyala. Suhu nyala tergantung perbandingan gas bahan bakar dan oksidan. Hal-hal yang harus diperhatikan pada atomisasi dengan nyala :

- a) Standar dan sampel harus dipersiapkan dalam bentuk larutan dan cukup stabil. Dianjurkan dalam larutan dengan keasaman yang rendah untuk mencegah korosi.
- b) Atomisasi dilakukan dengan nyala dari campuran gas yang sesuai dengan unsur yang diuji.
- c) Persyaratan bila menggunakan pelarut organik :
  1. Tidak mudah meledak bila kena panas
  2. Mempunyai berat jenis  $>0,7 \text{ g/mL}$
  3. Mempunyai titik didih  $>100^{\circ}\text{C}$
  4. Mempunyai titik nyala yang tinggi
  5. Tidak menggunakan pelarut hidrokarbon

#### **Atomisasi Tanpa Nyala**

Atomisasi tanpa nyala dilakukan dengan mengalirkan energi listrik pada Batang karbon (CRA – *Carbon Rod Atomizer*) atau tabung karbon (GTA -

*Graphite Tube Atomizer*) yang mempunyai 2 elektroda. Sampel dimasukkan ke dalam CRA atau GTA. Arus listrik dialirkan sehingga batang atau tabung menjadi panas (suhu naik menjadi tinggi) dan unsur yang diuji akan teratomisasi. Suhu dapat diatur hingga 3000°C. Pemanasan larutan sampel melalui tiga tahapan yaitu :

- a. Tahap pengeringan (*drying*) untuk menguapkan pelarut
- b. Pengabuan (*ashing*), suhu *furnace* dinaikkan bertahap sampai terjadi dekomposisi dan penguapan senyawa organik yang ada dalam sampel sehingga diperoleh garam atau oksida logam
- c. Penguapan (*atomization*)

#### **Atomisasi dengan Pembentukan Senyawa Hidrida**

Atomisasi dengan pembentukan senyawa hidrida dilakukan untuk unsur As, Se, Sb yang mudah terurai apabila dipanaskan pada suhu lebih dari 800°C sehingga atomisasi dilakukan dengan membentuk senyawa hibrida berbentuk gas atau yang lebih terurai menjadi atom-atomnya melalui reaksi reduksi oleh  $\text{SnCl}_2$  atau  $\text{NaBH}_4$ , contohnya merkuri (Hg).

#### **Instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)**



**Gambar 2.** Instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

Bagian-bagian spektrometri AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) yaitu sebagai berikut:

#### **Sumber Radiasi Resonansi**

Sumber radiasi resonansi yang digunakan adalah lampu katoda

berongga (*Hollow Cathode Lamp*) atau *Electrodeless Discharge Tube* (EDT). Elektroda lampu katoda berongga biasanya terdiri dari wolfram dan katoda berongga dilapisi dengan unsur murni atau campuran dari unsur murni yang dikehendaki tabung lampu dan jendela (*window*) terbuat dari silika atau kuarsa, diisi dengan gas pengisi yang dapat menghasilkan proses ionisasi. Gas pengisi yang biasanya digunakan ialah Ne, Ar atau He.

Pancaran radiasi resonansi terjadi bila kedua elektroda diberi tegangan, arus listrik yang terjadi menimbulkan ionisasi gas-gas pengisi. Ion-ion gas yang bermuatan positif ini menumbuki atom-atom yang terdapat pada katoda yang menyebabkan tereksitasinya atom-atom tersebut. Atom-atom yang tereksitasi ini bersifat tidak stabil dan akan kembali ke tingkat dasar dengan melepaskan energi eksitasinya dalam bentuk radiasi. Radiasi ini yang dilewatkan melalui atom yang berada dalam nyala.

### **Atomizer**

*Atomizer* terdiri atas *Nebulizer* (sistem pengabut), *spray chamber* dan *burner* (sistem pembakar), berikut penjelasan dari bagian-bagian *atomizer*:

- a. *Nebulizer* berfungsi untuk mengubah larutan menjadi aerosol (butir-butir kabut dengan ukuran partikel 15 – 20  $\mu\text{m}$ ) dengan cara menarik larutan melalui kapiler (akibat efek dari aliran udara) dengan pengisapan gas bahan bakar dan oksidan, disemprotkan ke ruang pengabut, partikel-partikel kabut yang halus kemudian bersama aliran campuran gas bahan bakar masuk ke dalam nyala, sedangkan titik kabut yang besar dialirkan melalui saluran pembuangan.
- b. *Spray chamber* berfungsi untuk membuat campuran yang homogen antara gas oksidan, bahan bakar dan aerosol yang mengandung contoh sebelum memasuki burner.
- c. *Burner* merupakan sistem tepat terjadi atomisasi yaitu pengubahan kabut/uap garam unsur yang akan diuji menjadi atom-atom normal dalam nyala.

### **Monokromator**

Monokromator berfungsi untuk memisahkan radiasi resonansi yang telah mengalami absorpsi tersebut dari radiasi-radiasi lainnya. Radiasi lainnya berasal dari lampu katoda berongga, gas pengisi lampu katoda berongga atau logam pengotor dalam lampu katoda berongga. Monokromator terdiri atas sistem optik yaitu celah, cermin dan kisi.

### **Detektor**

Detektor berfungsi untuk mengukur radiasi yang ditransmisikan oleh sampel dan mengukur intensitas radiasi tersebut dalam bentuk energi listrik.

**Recorder**

Sinyal listrik yang keluar dari detektor diterima oleh piranti yang dapat menggambarkan secara otomatis kurva absorpsi

**Lampu Katoda**

Lampu katoda merupakan sumber cahaya pada AAS. Lampu katoda memiliki masa pakai atau umur pemakaian selama 1000 jam. Lampu katoda pada setiap unsur yang akan diuji berbeda-beda tergantung unsur yang akan diuji, seperti lampu katoda Cu, hanya bisa digunakan untuk pengukuran unsur Cu. Lampu katoda terbagi menjadi dua macam, yaitu:

- a. Lampu Katoda Monologam: Digunakan untuk mengukur 1 unsur
- b. Lampu Katoda Multilogam: Digunakan untuk pengukuran beberapa logam sekaligus, hanya saja harganya lebih mahal.

Soket pada bagian lampu katoda yang hitam, yang lebih menonjol digunakan untuk memudahkan pemasangan lampu katoda pada saat lampu dimasukkan ke dalam soket pada AAS. Bagian yang hitam ini merupakan bagian yang paling menonjol dari keempat besi lainnya.

Lampu katoda berfungsi sebagai sumber cahaya untuk memberikan energi sehingga unsur logam yang akan diuji, akan mudah tereksitasi. Selotip ditambahkan, agar tidak ada ruang kosong untuk keluar masuknya gas dari luar dan keluarnya gas dari dalam, karena bila ada gas yang keluar dari dalam dapat menyebabkan keracunan pada lingkungan sekitar.

Cara pemeliharaan lampu katoda ialah bila setelah selesai digunakan, maka lampu dilepas dari soket pada main unit AAS, dan lampu diletakkan pada tempat busanya di dalam kotaknya lagi, dan dus penyimpanan ditutup kembali. Sebaiknya setelah selesai penggunaan, lamanya waktu pemakaian dicatat.

**Tabung Gas**

Tabung gas pada AAS yang digunakan merupakan tabung gas yang berisi gas asetilen. Gas asetilen pada AAS memiliki kisaran suhu  $\pm 20.000\text{K}$ , dan ada juga tabung gas yang berisi gas  $\text{N}_2\text{O}$  yang lebih panas dari gas asetilen, dengan kisaran suhu  $\pm 30.000\text{K}$ . Regulator pada tabung gas asetilen berfungsi untuk pengaturan banyaknya gas yang akan dikeluarkan, dan gas yang berada di dalam tabung. Spedometer pada bagian kanan regulator merupakan pengatur tekanan yang berada di dalam tabung.

Pengujian untuk pendeteksian bocor atau tidaknya tabung gas tersebut, yaitu dengan mendekatkan telinga ke dekat regulator gas dan diberi sedikit air, untuk pengecekan. Bila terdengar suara atau udara, maka menandakan bahwa tabung gas bocor. Hal lainnya yang bisa dilakukan yaitu dengan memberikan sedikit air sabun pada bagian atas regulator dan dilihat apakah

ada gelembung udara yang terbentuk. Bila ada, maka tabung gas tersebut positif bocor. Sebaiknya pengecekan kebocoran, jangan menggunakan minyak, karena minyak akan dapat menyebabkan saluran gas tersumbat. Gas didalam tabung dapat keluar karena disebabkan di dalam tabung pada bagian dasar tabung berisi aseton yang dapat membuat gas akan mudah keluar, selain itu gas juga memiliki tekanan.

### **Ducting**

*Ducting* merupakan bagian cerobong asap untuk menyedot asap atau sisa pembakaran pada AAS, yang langsung dihubungkan pada cerobong asap bagian luar pada atap bangunan, agar asap yang dihasilkan oleh AAS, tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar. Asap yang dihasilkan dari pembakaran pada AAS, diolah sedemikian rupa di dalam *ducting*, agar polusi yang dihasilkan tidak berbahaya.

Cara pemeliharaan *ducting*, yaitu dengan menutup bagian *ducting* secara horizontal, agar bagian atas dapat tertutup rapat, sehingga tidak akan ada serangga atau binatang lainnya yang dapat masuk ke dalam *ducting*. Karena bila ada serangga atau binatang lainnya yang masuk ke dalam *ducting*, maka dapat menyebabkan *ducting* tersumbat.

Penggunaan *ducting* yaitu, menekan bagian kecil pada *ducting* kearah miring, karena bila lurus secara horizontal, menandakan *ducting* tertutup.

### **Kompresor**

Kompresor merupakan alat yang terpisah dengan *main unit*, karena alat ini berfungsi untuk mensuplai kebutuhan udara yang akan digunakan oleh AAS, pada waktu pembakaran atom. Kompresor memiliki 3 tombol pengatur tekanan, dimana pada bagian yang kotak hitam merupakan tombol ON-OFF, spedo pada bagian tengah merupakan besar kecilnya udara yang akan dikeluarkan, atau berfungsi sebagai pengatur tekanan, sedangkan tombol yang kanan merupakan tombol pengaturan untuk mengatur banyak/sedikitnya udara yang akan disemprotkan ke *burner*. Bagian pada belakang kompresor digunakan sebagai tempat penyimpanan udara setelah usai penggunaan AAS.

Alat ini berfungsi untuk menyaring udara dari luar, agar bersih. posisi kekanan, merupakan posisi terbuka, dan posisi ke kiri merupakan posisi tertutup. Uap air yang dikeluarkan, akan memercik kencang dan dapat mengakibatkan lantai sekitar menjadi basah, oleh karena itu sebaiknya pada saat menekan kekanan bagian ini, sebaiknya ditampung dengan lap, agar lantai tidak menjadi basah dan uap air akan terserap ke lap.

### **Burner**

*Burner* merupakan bagian paling terpenting di dalam *main unit*, karena *burner* berfungsi sebagai tempat pencampuran gas asetilen, dan aquatriides, agar tercampur merata, dan dapat terbakar pada pemantik api secara baik dan merata. Lobang yang berada pada *burner*, merupakan lobang pemantik api, dimana pada lobang inilah awal dari proses pengatomisasian nyala api.

Perawatan *burner* yaitu setelah selesai pengukuran dilakukan, selang aspirator dimasukkan ke dalam botol yang berisi aquatriides selama  $\pm 15$  menit, hal ini merupakan proses pencucian pada aspirator dan *burner* setelah selesai pemakaian. Selang aspirator digunakan untuk menghisap atau menyedot larutan sampel dan standar yang akan diuji. Selang aspirator berada pada bagian selang yang berwarna *orange* di bagian kanan *burner*. Sedangkan selang yang kiri, merupakan selang untuk mengalirkan gas asetilen. Logam yang akan diuji merupakan logam yang berupa larutan dan harus dilarutkan terlebih dahulu dengan menggunakan larutan asam nitrat pekat.

Warna api yang dihasilkan berbeda-beda bergantung pada tingkat konsentrasi logam yang diukur. Bila warna api merah, maka menandakan bahwa terlalu banyaknya gas. Dan warna api paling biru, merupakan warna api yang paling baik, dan paling panas.

### **Buangan pada AAS**

Buangan pada AAS disimpan di dalam wadah buangan dan diletakkan terpisah pada AAS. Buangan dihubungkan dengan selang yang dibuat melingkar sedemikian rupa, agar sisa buangan sebelumnya tidak naik lagi ke atas, karena bila hal ini terjadi dapat mematikan proses pengatomisasian nyala api pada saat pengukuran sampel, sehingga kurva yang dihasilkan akan terlihat buruk. Wadah buangan ditempatkan pada papan yang juga dilengkapi dengan lampu *indicator*. Bila lampu *indicator* menyala, menandakan bahwa alat AAS atau api pada proses pengatomisasian menyala, dan sedang berlangsungnya proses pengatomisasian nyala api. Selain itu, papan tersebut juga berfungsi agar tempat atau wadah buangan tidak tersenggol kaki. Bila buangan sudah penuh, isi di dalam wadah jangan dibuat kosong, tetapi disisakan sedikit, agar tidak kering.

Keuntungan utama metode spektrofotometri adalah bahwa metode ini memberikan cara sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, dimana angka yang terbaca langsung dicatat oleh *detector* dan tercetak dalam bentuk angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penentuan kandungan logam berat Cu dan Zn pada sampel air limbah kelapa sawit dilaksanakan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Pemerintah Provinsi Jambi yang beralamatkan di Jalan H. Agus Salim, No. 7, Kota Baru, Jambi. Telp. 0741-40777 Fax. 0741-445116/40706. Kegiatan berlangsung dari tanggal 4 Januari sampai dengan 4 Maret 2021.

#### 3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam kegiatan penentuan kandungan logam berat Cu dan Zn adalah Aquatrides; Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 65% (*by* Merck Millipore); Larutan Induk Tembaga (Cu) 1.000 mg/L; Larutan Induk Seng (Zn) 1.000 mg/L; Gas Asetilen ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) kemurnian tinggi (*High Purity*, HP) dengan tekanan minimum 100 psi.

Alat yang digunakan adalah AAS Hitachi Z-2000 dengan menggunakan Lampu katoda berongga (*Hallow Cathode Lamp*, HCL) Cu dan Zn; Gelas piala 100 mL dan 1.000 mL; Pipet volumetrik 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL, 25 mL dan 100 mL; Labu ukur 50 mL, 100 mL dan 1.000 mL; Corong gelas; Pemanas listrik; Media penyaring dengan membran berpori 0,45  $\mu\text{m}$ ; dan Labu semprot.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penentuan kandungan logam berat Cu dan Zn dalam sampel air limbah kelapa sawit adalah metode uji AAS (*Atomic Absorption Spektrofotometri*) dengan level deteksi kadar logam Cu kisaran 0,1 mg/L pada panjang gelombang 324,7 nm dan kadar logam Zn kisaran 0,005 mg/L dengan panjang gelombang 213,9 nm. Metode ini berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020.

#### Pengawetan Sampel

Bila sampel tidak dapat segera diuji, maka sampel diawetkan sesuai petunjuk SNI 6989.84.2019, bahwa logam total diasamkan dengan  $\text{HNO}_3$  sampai pH < 2 dengan menggunakan wadah botol plastik (*polyethylene*) atau botol gelas.

#### Preparasi Larutan Pengencer

Larutan pengencer dibuat dengan menambahkan  $\text{HNO}_3$  65% ke dalam aquatrides 1000 mL pada gelas piala yang berukuran 1000 mL, kemudian campuran ini diaduk hingga tercampur sempurna (homogen).

## **Persiapan Pengujian**

### **Preparasi Sampel**

Sampel yang akan diuji digojlok hingga homogen, kemudian sampel diambil 100 mL dan ditambahkan 5 mL HNO<sub>3</sub> 65% di dalam gelas piala yang berukuran 100 mL. Penambahan HNO<sub>3</sub> ini dilakukan di dalam lemari asam. Setelah itu, dilakukan proses destruksi atau pemanasan pada pemanas listrik dalam lemari asam. Proses destruksi ini berlangsung sampai volume sampel yang didapatkan berkisar 10 mL - 20 mL, proses ini juga dapat dilihat dari warna sampel yang pekat dan masih terdapat endapan menjadi larutan yang jernih. Selanjutnya, sampel dengan volume yang berkisar 10 mL - 20 mL ini disaring menggunakan media penyaring 0,45 µm ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquatrides sampai batas tera labu ukur yang digunakan. Campuran ini kemudian digojlok hingga tercampur sempurna (homogen) dan sampel dapat diuji dengan instrumen AAS.

### **Preparasi larutan standar**

#### **Pembuatan larutan baku logam Cu dan Zn 100 mg/L**

Larutan baku 100 mg/L dibuat dari larutan induk 1000 mg/L dengan mengambil 10 mL larutan induk dan ditambahkan larutan pengencer hingga batas tera dalam labu ukur 100 mL. Kemudian larutan ini digojlok hingga tercampur sempurna.

#### **Pembuatan larutan baku logam Cu dan Zn 10 mg/L**

Larutan baku 100 mg/L diencerkan menjadi larutan baku 10 mg/L dengan mengambil 10 mL larutan baku 100 mg/L dan ditambahkan larutan pengencer hingga batas tera dalam labu ukur 100 mL. Kemudian larutan ini digojlok hingga tercampur sempurna. .

#### **Pembuatan Larutan Standar Logam**

Larutan Standar dibuat dengan mengencerkan larutan baku 10 mg/L. Setiap logam memiliki rentang larutan standarnya masing-masing, rentang larutan standar logam Cu adalah 0,2 - 10 mg/L sedangkan logam Zn adalah 0,005 - 2,0 mg/L. Larutan standar yang digunakan minimal 3 (tiga) kadar yang berbeda secara proporsional dan berada pada rentang pengukuran. Kemudian dibuat 1 blanko sebagai larutan standar dengan kadar 0,0 mg/L.

### **Persiapan Instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)**

Instrumen AAS dihidupkan dan dioptimalkan sesuai dengan petunjuk penggunaan instrumen (*cook book*) untuk pengukuran logam Cu dan Zn. Instrumen AAS dikalibrasi menggunakan larutan blanko yang dijadikan sebagai larutan standar 0,0 mg/L. Setelah itu, larutan standar dapat diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang logam Cu 324,7 nm dan logam Zn

213,9 nm. Dari nilai absorbansi yang didapatkan pada pengukuran larutan standar maka akan terbentuk kurva kalibrasi dengan persamaan garis lurus. Koefisien korelasi regresi linier yang diperbolehkan menurut SNI 6989.84:2019 adalah  $(r) \geq 0,995$ . Jika nilai regresi yang didapatkan  $(r) < 0,995$ , maka diukur ulang larutan standar sampai memperoleh nilai  $(r) \geq 0,995$ . Jika nilai regresi masih  $(r) < 0,995$ , maka larutan standar yang digunakan harus dibuat ulang, karena kemungkinan larutan standar yang diukur telah terkontaminasi. Setelah dilakukan uji larutan standar dan sampel maka selang aspirator dibilas dengan larutan pengencer.

#### **Penentuan Kandungan Logam Cu dan Zn pada Sampel**

Sampel air limbah kelapa sawit yang diuji yaitu ada 2 jenis dan masing-masing sampel diberi nama yaitu sampel 1 dan sampel 2.

#### **Penentuan Kandungan Logam Cu**

Sampel 1 dan 2 diaplikasikan ke instrumen AAS satu persatu melalui selang aspirator, lalu diukur kandungan logam Cu dan serapannya pada panjang gelombang 324,7 nm dengan lampu katoda Zn. Apabila hasil serapan lebih besar dari kisaran kadar optimum (Tabel 1), maka dilakukan pengenceran dan dicatat hasil pengukuran.

#### **Penentuan Kandungan Logam Zn**

Sampel 1 dan 2 diaplikasikan ke dalam AAS satu persatu melalui selang aspirator, lalu diukur kandungan logam Zn dan serapannya pada panjang gelombang 213,9 nm dengan lampu katoda Zn. Apabila hasil serapan lebih besar dari kisaran kadar optimum (Tabel 1), maka dilakukan pengenceran dan dicatat hasil pengukuran.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan kandungan logam berat Cu dan Zn menggunakan metode AAS-*flame* dengan gas asetilen ( $C_2H_2$ ) dan  $O_2$ . Asetilen digunakan karena stabil, lebih mudah untuk dioperasikan dan cukup menghasilkan atomisasi dengan sensitivitas yang bagus dan bebas dari interferensi untuk banyak logam. Selain itu dapat juga merusak beberapa senyawa tahan panas yang dapat bereaksi dengan analit. Metode ini berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom.

##### 4.1 Preparasi Sampel dan Larutan Standar

Sebelum menguji logam yang terkandung dalam sampel air limbah kelapa sawit, maka dilakukan preparasi sampel yang semula berwujud cairan limbah yang pekat dan keruh menjadi lebih jernih yang kemudian diuji dengan instrumen AAS. Sebelum diuji, ada beberapa tahap yang perlu dilakukan hingga sampel siap untuk diuji.

Sampel yang berwujud cairan limbah yang masih pekat dan keruh ini merupakan logam total, sehingga sampel didestruksi dengan  $HNO_3$  65% sesuai dengan SNI 6989.84:2019 dan disaring dengan media penyaring membran berpori  $0,45 \mu m$  sehingga sampel yang semula merupakan logam total menjadi logam terlarut yang dapat diuji dengan AAS.

Penambahan  $HNO_3$  ini berfungsi untuk memutuskan ikatan senyawa kompleks organologam yang diiringi dengan proses destruksi. Proses destruksi atau pemanasan ini bertujuan untuk memecahkan senyawa menjadi unsur-unsur atau proses perombakan dari bentuk logam organik menjadi bentuk logam-logam anorganik.

Pemanasan sampel air limbah kelapa sawit dilakukan hingga bening bertujuan agar instrumen AAS tidak terganggu saat proses pengujian logam Cu dan Zn berlangsung. Karena ditakutkan apabila masih keruh dan terdapat endapan yang dapat masuk ke AAS melalui selang aspirator maka dapat menyebabkan instrumen AAS cepat rusak dan hasil pengujian yang didapatkan tidak maksimal. Pemanasan yang tidak sempurna ditandai dengan sampel yang masih keruh atau tidak jernih, maka dapat ditambahkan  $HNO_3$  65% dan lakukan pemanasan lagi hingga sampel yang akan diuji benar-benar bening.

**Tabel 1.** Kisaran Kadar Optimun dan Panjang Gelombang

No	Parameter	<i>Instrument Detection Level (mg/L)</i>	Kisaran Kadar Optimum (mg/L)	Panjang Gelombang
1	Tembaga (Cu)	0,1	0,2-10	324,7
2	Zing (Zn)	0,005	0,05-2,0	213,9

Dalam penelitian ini, diperlukan juga larutan standar yang akan digunakan dalam pengukuran. Berdasarkan SNI 6989.84:2019 bahwa setiap logam memiliki rentang larutan standar masing-masing ditunjukkan dalam kisaran kadar otimum pada tabel di atas dan setiap logam memiliki panjang gelombang tertentu.

Fungsi dari larutan standar ini adalah sebagai standar dalam pengukur analit. Dari larutan standar dapat membentuk kurva kalibrasi dengan memperoleh nilai regresi. Jika koefisien korelasi regresi linier ( $r$ )  $< 0,995$  maka periksa kondisi alat dan ulangi pengukuran larutan standar hingga diperoleh nilai koefisien  $r \geq 0,995$ . Jika nilai regresi yang didapatkan masih  $< 0,995$  maka pengujian sampel tidak bisa dilanjutkan, karna tidak dapat membandingkan hasil pembacaan sampel dengan kurva kalibrasi yang menjadi standar dalam mengukur analit. Hal seperti ini dapat dilakukan pengulangan pembuatan larutan standar. Banyak faktor yang menyebabkan kurva kalibrasi tidak sesuai dengan garis linearitas diantaranya ketidaktelitiannya seorang analis dalam melakukan penambahan bahan kimia pada larutan yang diuji, bahan kimia yang sudah kadaluarsa, peralatan yang kurang bersih, kesalahan dalam melakukan pengujian dan lain sebagainya.

Menurut Rusman *et al* (2018), mengatakan bahwa larutan standar di dalam laboratorium kimia berfungsi sebagai berikut:

1. Sebagai suatu referensi yang digunakan untuk menentukan larutan yang tidak diketahui konsentrasinya
2. Untuk menstandarisasi larutan volumetrik
3. Untuk mengkalibrasi instrumen

Deret larutan standar dengan kadar yang berbeda secara proporsional mengakibatkan instrumen akan memberikan respon yang proporsional pada tingkat kadar tertentu. Respon secara proporsional antara kadar analit dengan respon instrumen (absorbansi) tersebut akan membentuk garis lurus yang memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$y = bx + a$$

Keterangan:

$y$  = respon instrumen (absorbansi)

$x$  = kadar analit

$a$  = intersep (*intercept*)

$b$  = kemiringan (*slope*)

$y$  merupakan variabel independen atau sering disebut sebagai variabel bebas. Sedangkan  $x$  merupakan variabel dependen yang sering disebut sebagai variabel terkait karna variabel ini dipengaruhi oleh adanya variabel bebas.

Besarnya perubahan pada variabel dependen ini tergantung dari besaran variabel bebas. *Intercept* adalah perbedaan besarnya rata-rata variabel  $y$  jika  $x = 0$ . Sementara itu, *slope* adalah perkiraan besarnya perubahan nilai  $y$  jika nilai  $x$  berubah 1 unit pengukuran.

Larutan blanko menggunakan pelarut aquatrides. Fungsi larutan blanko disini adalah untuk mengetahui besarnya serapan oleh zat yang bukan analit (Day dan Underwood, 1993).

#### 4.2 Hasil Penentuan Kandungan Logam Cu

Penentuan kandungan logam Cu menggunakan instrumen AAS dapat diuji pada panjang gelombang 324,7 nm dan menggunakan lampu katoda logam Cu.

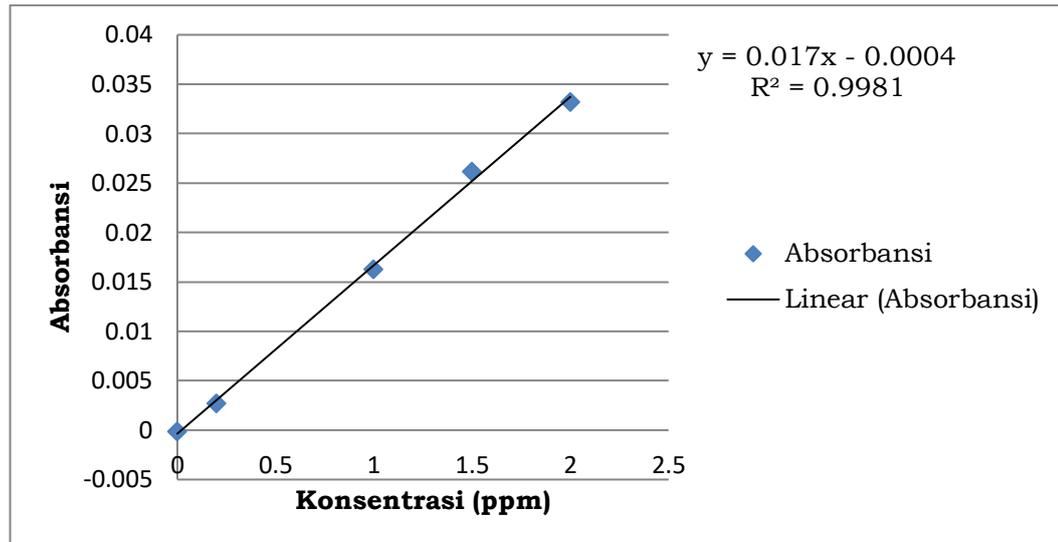
Berdasarkan SNI 6989.84:2019 larutan standar logam Cu yang digunakan untuk membentuk kurva kalibrasi ini minimal 3 (tiga) konsentrasi yang berbeda secara proporsional dan berada pada rentang pengukuran.

Larutan standar logam Cu yang digunakan pada pengujian ini berkisar pada rentang konsentrasi 0,2 - 10 ppm dapat dilihat pada tabel 1. Konsentrasi larutan standar logam Cu yang digunakan yaitu 0,2 ppm, 1,0 ppm, 1,5 ppm, dan 2,0 ppm yang diencerkan dari larutan baku 10 ppm. Pada pengujian ini juga menggunakan blanko yang berfungsi sebagai larutan pembanding untuk mengkalibrasi alat sebelum dilakukan proses pembacaan pada AAS. Blanko yang digunakan berupa Aquatrides. Blanko pada pengujian ini juga digunakan sebagai larutan standar 0,0 ppm. Hasil pengukuran larutan standar dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Larutan Standar Cu

No	Konsentrasi	Absorbansi
1	0,0 ppm	-0,0001
2	0,2 ppm	0,0027
3	1,0 ppm	0,0163
4	1,5 ppm	0,0262
5	2,0 ppm	0,0332

Data pada tabel di atas merupakan pembacaan nilai absorbansi dengan nilai konsentrasi yang sudah diketahui, semakin tinggi konsentrasi larutan standar Cu yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai absorbansi yang didapatkan. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar Cu di atas dapat membentuk kurva kalibrasi berupa grafik yang menyatakan hubungan antara konsentrasi larutan standar dengan hasil pembacaan serapan yang merupakan garis lurus.



**Gambar 3.** Grafik Kurva Kalibrasi Tembaga (Cu)

Kurva kalibrasi di atas memperoleh persamaan  $y = 0,017x - 0,000$  dan membentuk garis linier dengan nilai  $R^2 = 0,998$ . Nilai regresi yang diperolehkan yaitu mendekati angka 1 dan memenuhi syarat yang telah ditentukan oleh SNI 6989.84:2019 bahwa koefisien korelasi regresi linier yang diperbolehkan yaitu  $r \geq 0,995$ . Maka kurva kalibrasi di atas dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan kandungan logam Cu pada sampel.

Sampel air limbah kelapa sawit yang diuji ini ada dua jenis yang berbeda-beda dan masing-masing sampel diberi label yaitu sampel 1 dan sampel 2. Hasil pengujian kandungan logam Cu terhadap sampel tersebut ditunjukkan pada tabel berikut ini:

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Kadar Cu pada Sampel

No	Nama Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
1	Sampel 1	0,256 ppm	0,0040
2	Sampel 2	0,044 ppm	0,0004

Pada tabel di atas, diketahui konsentrasi sampel 1 yaitu 0,256 ppm dan sampel 2 yaitu 0,044 ppm, hal ini menunjukkan bahwa logam Cu pada sampel 1 dan 2 air limbah kelapa sawit masih di bawah batas maksimum baku mutu logam Cu yang diperbolehkan yaitu 2 ppm sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 tentang penyimpanan limbah bahan berbahaya dan beracun.

Namun hal ini bukan berarti tidak akan menimbulkan masalah. Karena jika terus menerus dan terjadi pengendapan akan mengakibatkan masalah pada lingkungan industri tersebut. Konsentrasi Cu yang melebihi batas maksimum baku mutu dan tidak terikat dengan protein akan mengakibatkan masalah pada

lingkungan industri tersebut dan dapat menimbulkan *pigmentary cirrhosis* (Asria dan Alhamid, 2021).

Adapun cara untuk menurunkan kadar logam berat jika melebihi batas maksimal yang telah ditentukan, maka dapat dilakukan dengan cara pengendapan sebagai hidroksida dengan penambahan  $\text{Ca(OH)}_2$  atau  $\text{NaOH}$ . Endapan hidroksida tersebut masih dalam bentuk flok yang halus, oleh karena itu untuk memisahkan padatan hidroksida perlu dilakukan proses koagulasi-flokulasi, sedimentasi atau filtrasi agar pemisahan padatan berjalan sempurna (Asria dan Alhamid, 2021).

Tembaga (Cu) di dalam air limbah dapat dihilangkan dengan cara pengendapan menjadi bentuk garam yang tak larut di dalam air, pengendapan sebagai logam tembaga dan dapat juga dihilangkan dengan proses pertukaran ion. Proses yang banyak digunakan umumnya adalah proses pengendapan logam tembaga sebagai garam atau hidroksida yang tak larut di dalam air (Said, 2010).

Menurut Said (2010), senyawa tembaga dapat diolah dengan beberapa cara antara lain :

- a. Pertama, mengendapkan sebagai hidroksida atau sulfida.
- b. Kedua menangkap ion Cu dengan resin tertentu dalam proses penukar ion atau ion *exchange*, dengan proses ini kadar Cu dari 1 ppm dapat diturunkan sampai 0,03 ppm.
- c. Ketiga dengan cara penguapan dan elektrolisa, cara ini lebih sesuai untuk air buangan dengan kadar Cu rendah.

Cara yang banyak dipakai dalam pengolahan Cu adalah proses pengendapan dengan  $\text{Ca(OH)}_2$  atau  $\text{NaOH}$ . Dengan menambahkan  $\text{NaOH}$  dan mengatur pH antara 8,5 – 9,5 hidroksida tembaga. Pengendapan dengan  $\text{Ca(OH)}_2$  atau  $\text{NaOH}$  ini akan terganggu bila dalam larutan mengandung sianida, pirosulfat atau senyawa kompleks lainnya. Untuk keadaan seperti ini sianida harus dipisahkan terlebih dahulu. Khusus untuk larutan yang mengandung pirosulfat, pengendapan dilakukan pada pH tinggi yaitu sekitar 12 (Said, 2010).

### **4.3 Hasil Penentuan Kandungan Logam Zn**

Penentuan kandungan logam Zn menggunakan instrumen AAS dapat diuji pada panjang gelombang 213,9 nm dan menggunakan lampu katoda logam Zn.

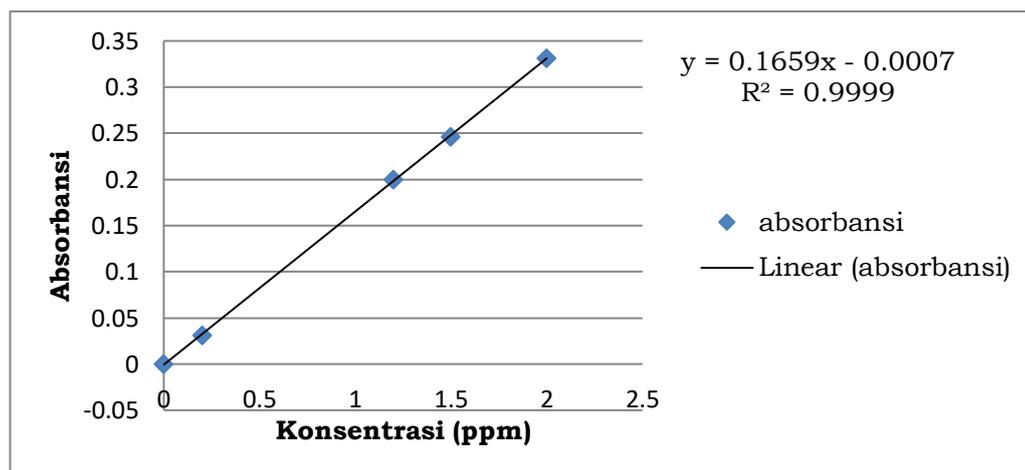
Berdasarkan SNI 6989.84:2019 larutan standar logam Zn yang digunakan untuk membentuk kurva kalibrasi ini minimal 3 (tiga) konsentrasi yang berbeda secara proporsional dan berada pada rentang pengukuran.

Larutan standar logam Zn yang digunakan untuk membentuk kurva kalibrasi berkisar pada rentang konsentrasi 0,05 – 2,0 ppm dapat dilihat pada tabel 1. Konsentrasi larutan standar logam Zn yang digunakan yaitu 0,2 ppm, 1,0 ppm, 1,5 ppm, dan 2,0 ppm yang diencerkan dari larutan baku 10 ppm. Pada pengujian ini juga menggunakan blanko yang berfungsi sebagai larutan pembanding untuk mengkalibrasi alat sebelum dilakukan proses pembacaan pada AAS. Blanko yang digunakan berupa Aquatrides. Blanko pada pengujian ini juga digunakan sebagai larutan standar 0,0 ppm. Hasil pengukuran larutan standar dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Larutan Standar Zn

No	Konsentrasi	Absorbansi
1	0 ppm	0,0000
2	0,2 ppm	0,0314
3	1,2 ppm	0,1999
4	1,5 ppm	0,2466
5	2 ppm	0,3314

Data pada tabel di atas merupakan pembacaan nilai absorbansi dengan nilai konsentrasi yang sudah diketahui, semakin tinggi konsentrasi larutan standar Zn yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai absorbansi yang didapatkan. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar Zn di atas dapat membentuk kurva kalibrasi berupa grafik yang menyatakan hubungan antara kadar larutan standar dengan hasil pembacaan serapan yang merupakan garis lurus.



**Gambar 4.** Grafik Kurva Kalibrasi Seng (Zn)

Kurva kalibrasi di atas memperoleh persamaan  $y = 0,165x - 0,000$  dan membentuk garis linier dengan nilai  $R^2 = 0,999$ . Nilai regresi yang diperbolehkan yaitu mendekati angka 1 dan memenuhi syarat yang telah

ditentukan oleh SNI 6989.84:2019 bahwa koefisien korelasi regresi linier yang diperbolehkan yaitu  $r \geq 0,995$ . Maka kurva kalibrasi di atas dapat digunakan sebagai acuan dalam pengujian kandungan logam Zn pada sampel.

Sampel air limbah kelapa sawit yang diuji ini ada dua jenis yang berbeda-beda dan masing-masing sampel diberi label yaitu sampel 1 dan sampel 2. Hasil pengujian kandungan logam Zn terhadap sampel tersebut ditunjukkan pada tabel berikut ini:

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Kadar Zn pada Sampel

No	Nama Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
1	Sampel 1	0,300 ppm	0,0491
2	Sampel 2	0,073 ppm	0,0114

Pada tabel di atas, diketahui konsentrasi sampel 1 yaitu 0,300 ppm dan sampel 2 yaitu 0,073 ppm, hal ini menunjukkan bahwa logam Zn pada sampel 1 dan 2 air limbah kelapa sawit masih di bawah batas maksimum baku mutu logam Zn yang diperbolehkan yaitu 5 ppm sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 tentang penyimpanan limbah bahan berbahaya dan beracun.

Namun hal ini bukan berarti tidak akan menimbulkan masalah. Karena jika terus menerus dan terjadi pengendapan akan mengakibatkan masalah pada lingkungan industri tersebut. Konsentrasi Zn yang tinggi dapat mengakibatkan menurunnya serapan Cu sehingga dapat menghambat proses fotosintesis pada tanaman dan juga dapat mengganggu pertumbuhan organisme dalam air (Asria dan Alhamid, 2021).

Adapun cara untuk menurunkan kadar logam berat jika melebihi batas maksimal yang telah ditentukan, maka dapat dilakukan dengan cara pengendapan sebagai hidroksida dengan penambahan  $\text{Ca(OH)}_2$  atau NaOH. Endapan hidroksida tersebut masih dalam bentuk flok yang halus, oleh karena itu untuk memisahkan padatan hidroksida perlu dilakukan proses koagulasi-flokulasi, sedimentasi atau filtrasi agar pemisahan padatan berjalan sempurna (Asria dan Alhamid, 2021).

Penghilangan Seng (Zn) dapat dilakukan dengan cara pengendapan sebagai hidroksida dengan penambahan lime,  $\text{Ca(OH)}_2$  atau NaOH. Dengan mengatur pH air dengan nilai tertentu akan dihasilkan proses pengendapan yang optimum (Said, 2010).

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kandungan logam Cu yang terdapat di dalam air limbah kelapa sawit pada sampel 1 yaitu 0,256 ppm dan sampel 2 yaitu 0,044 ppm. Sementara itu, hasil kandungan logam Zn yang diperoleh pada sampel 1 yaitu 0,300 ppm dan sampel 2 yaitu 0,073 ppm.
2. Air limbah kelapa sawit yang telah diuji pada sampel 1 dan 2 memiliki kualitas yang baik karena tidak melebihi batas maksimum baku mutu air limbah untuk parameter logam Cu yaitu 2 ppm dan parameter logam Zn yaitu 5 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa limbah air kelapa sawit yang diuji ini aman jika dialirkan ke perairan.
3. Cara untuk menurunkan kadar logam berat jika melebihi batas maksimum baku mutu yang telah ditentukan, maka dapat dilakukan dengan cara pengendapan sebagai hidroksida dengan penambahan  $\text{Ca(OH)}_2$  atau NaOH.

### 5.2 Saran

Sampel air limbah kelapa sawit ini perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk parameter uji lainnya, seperti kandungan Mn, Fe,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ , mikrobiologi dan lain sebagainya untuk memenuhi persyaratan kualitas air bersih, sehingga air limbah kelapa sawit yang diuji dapat dikatakan aman jika dialirkan ke perairan.

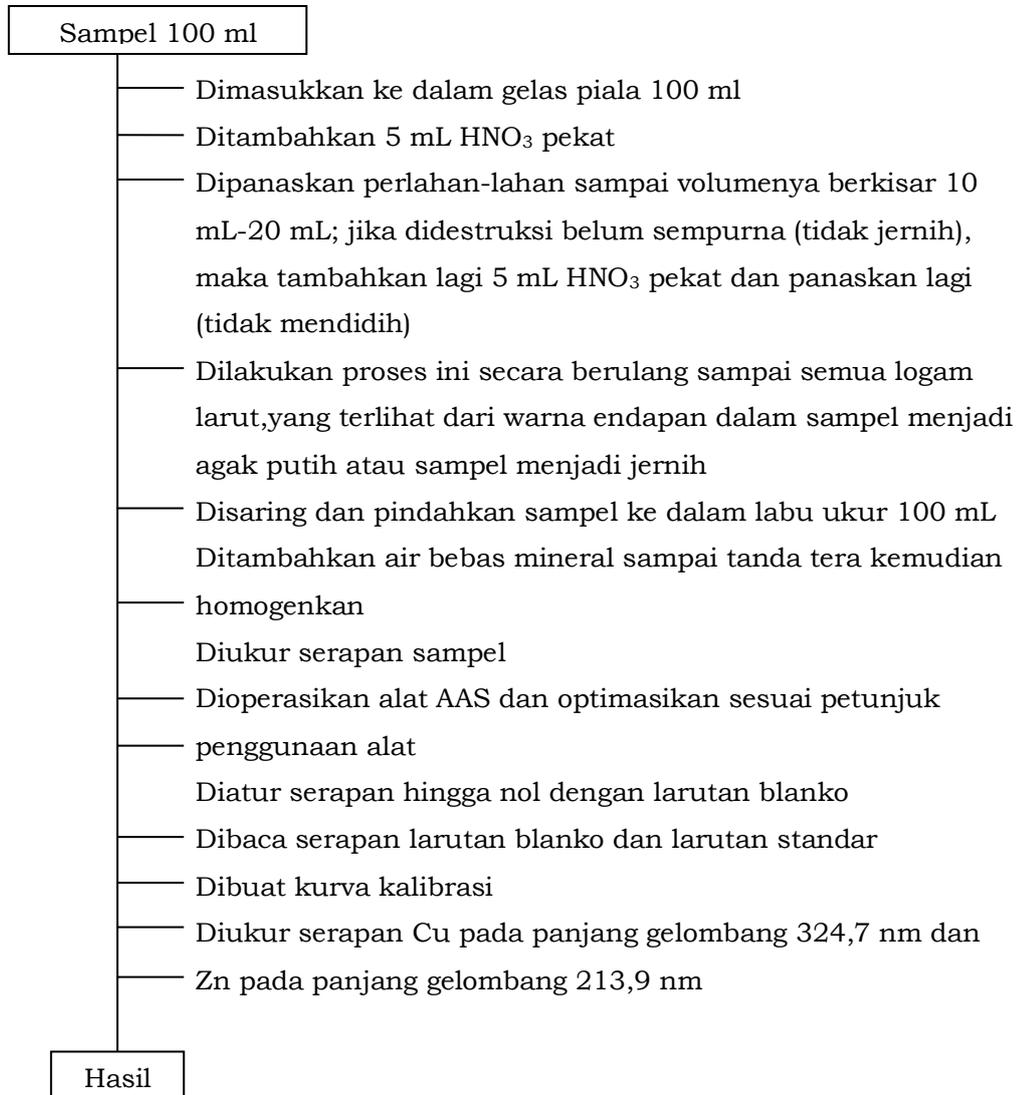
## DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, A dan F. A. Lubis. 2018. Analisa Pengujian Lelah Material Tembaga dengan Menggunakan *Rotary Bending Fatigue Machine*. *Jurnal Ilmiah "Mekanik" Teknik Mesin ITM*. Volume 4. Nomor 2. Halaman: 93 - 99.
- Asria, M dan F. Alhamid. 2021. Analisis Logam Berat Cu dan Zn dalam air Limbah Industri. *Journal of Research on Chemistry and Engineering*. Volume 2. Nomor 1. Halaman 29 – 31.
- Day, R. A dan A. L. Underwood. 1993. *Analisis Kimia Kuantitatif, Edisi 4*. Jakarta: Erlangga.
- Basri. 2003. *Kamus Kimia*. Jakarta: Erlangga.
- Khaira, K. 2014. Analisis Kadar Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) dalam Air Minum Isi Ulang Kemasan Galon di Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar. *Jurnal Sainstek*. Volume 6. Nomor 2. Halaman 116-123.
- Nurventi, N. 2019. Perbandingan Metode Analisis Logam Berat Kromium dan Timbal Menggunakan *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy* (ICP OES) dan *Atomic Absorption spectroscopy* (AAS). *Skripsi*.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 tentang penyimpanan limbah bahan berbahaya dan beracun.
- Putra, D. S dan A. Putra. 2014. Analisis Pencemaran Limbah Cair Kelapa Sawit Berdasarkan Kandungan Logam, Konduktivitas, TDS dan TSS. *Jurnal Fisika Unand*. Volume 3. Nomor 2.
- Rumhayati, B. 2019. *Sedimen Perairan (Kajian Kimiawi, Penentuan, dan Peran)*. Malang: UB Press.
- Rusman., R. F. I. Rahmayani dan Mukhlis. 2018. *Buku Ajar Kimia Larutan*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press Darussalam.
- Said, N. I. 2010. Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) di dalam Air Limbah Industri. *Jurnal Air Indonesia*. Volume 6. Nomor 2. Halaman: 136 – 148.
- Saragih, I. K., D. Rachmina dan B. Krisnamurthi. 2020. Analisis Status Keberlanjutan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Provinsi Jambi. *Jurnal Agribisnis Indonesia*. Volume 8. Nomor 1. Halaman 17 – 32.
- SNI 6989.84:2019. Air dan Air Limbah - Bagian 84: Cara Uji Kadar Logam Terlarut Dan Logam Total Secara AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)-flame.
- Triantoro, D. D., D. Suprpto dan S. Rudiyaniti. 2017. Kadar Logam Berat Besi (Fe), Seng (Zn) pada Sedimen dan Jaringan Lunak Hijau (*Perna Viridis*) di Perairan Tambak Lorok Semarang. *Journal of Maquares*. Volume 6. Nomor 3. Halaman 173 – 180.
- Underwood. 1999. *Penentuan Kimia Kuantitatif*. Jakarta : Erlangga.

- Warni, D., S. Karina dan N. Nurfadillah. 2017. Analisis Logam Pb, Mn, Cu dan Cd pada Sedimen di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*. Volume 2. Nomor 2. Halaman 246 – 253.
- Wicaksono, B., D. Mayasari., P. Setyaning., T. Iduwin dan T. Yuhanah. 2019. Edukasi Alat Penjernih Air Sederhana sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat Menerangi Negeri*. Volume 2. Nomor 1. Halaman 43 - 52.
- Wulandari, J., Asrizal dan Zulhendri. 2016. Analisis Kadar Logam Berat pada Limbah Industri Kelapa Sawit Berdasarkan Hasil Pengukuran *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). *Journal of Physics Pillar*. Volume 8. Halaman 57 – 64.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Skema Kerja Penentuan Kandungan Logam Berat Cu dan Zn



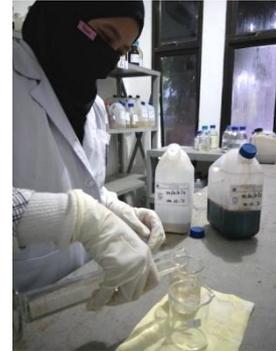
**Lampiran 2.** Dokumentasi Pengujian Kandungan Logam Berat Cu dan Zn



Dibuat larutan Standar



Diambil 100 mL Sampel



Dimasukkan ke gelas piala 100 mL



Diberikan label pada sampel



Ditambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$  65% pada sampel di lemari asam



Didestruksi sampel pada pemanas dalam lemari asam



Dibiarkan hingga mencapai volume 10 mL - 20 mL



Diambil menggunakan penjepit



Disaring ke labu ukur 100 mL



Ditambahkan larutan pengencer hingga batas tera



Dihomogenkan



Sampel siap diukur serapannya



Diukur serapan sampel dengan AAS

**Lampiran 3.** Baku Mutu Air Limbah

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 tentang penyimpanan limbah bahan berbahaya dan beracun.

No.	Parameter	Konsentrasi Parameter Maksimum	
		Nilai	Satuan
Fisika			
1.	Suhu	38	°C
2.	Zat padat terlarut	2000	mg/L
3.	Zat padat tersuspensi	200	mg/L
Kimia			
1.	Ph	6-9	
2.	Besi terlarut (Fe)	5	mg/L
3.	Mangan terlarut (Mn)	2	mg/L
4.	Barium (Ba)	2	mg/L
5.	Tembaga (Cu)	2	mg/L
6.	Seng (Zn)	5	mg/L
7.	Kromvalensienam (Cr <sup>6+</sup> )	0,1	mg/L
8.	Krom total (Cr)	0,5	mg/L
9.	Cadmium (Cd)	0,05	mg/L
10.	Merkuri (Hg)	0,002	mg/L
11.	Timbal (Pb)	0,1	mg/L
12.	Stanum (Sn)	2	mg/L
13.	Arsen (As)	0,1	mg/L
14.	Selenium (Se)	0,05	mg/L
15.	Nikel (Ni)	0,2	mg/L
16.	Kobalt (Co)	0,4	mg/L
17.	Sianida (CN)	0,05	mg/L
18.	Sulfide (S <sub>2</sub> )	0,5	mg/L

Lampiran 4. Hasil Penentuan Kandungan Logam Cu

4  
Laporan Hasil Penelitian

10.11.1.4. Analisis Logam Tembaga

10.11.1.4.1. Tujuan

10.11.1.4.2. Lokasi

10.11.1.4.3. Waktu

10.11.1.4.4. Alat dan Bahan

10.11.1.4.5. Cara Kerja

10.11.1.4.6. Hasil Pengamatan

10.11.1.4.7. Kesimpulan

No	Warna	Volume	Waktu	Kandungan
1	Biru	10 ml	30 menit	0,001
2	Biru	10 ml	30 menit	0,001
3	Biru	10 ml	30 menit	0,001
4	Biru	10 ml	30 menit	0,001
5	Biru	10 ml	30 menit	0,001

10.11.1.4.8. Pembahasan

10.11.1.4.9. Kesimpulan

10.11.1.4.10. Saran

No	Warna	Volume	Waktu	Kandungan
1	Biru	10 ml	30 menit	0,001
2	Biru	10 ml	30 menit	0,001
3	Biru	10 ml	30 menit	0,001
4	Biru	10 ml	30 menit	0,001
5	Biru	10 ml	30 menit	0,001

10.11.1.4.11. Daftar Pustaka

10.11.1.4.12. Lampiran

10.11.1.4.13. Kesimpulan

10.11.1.4.14. Saran

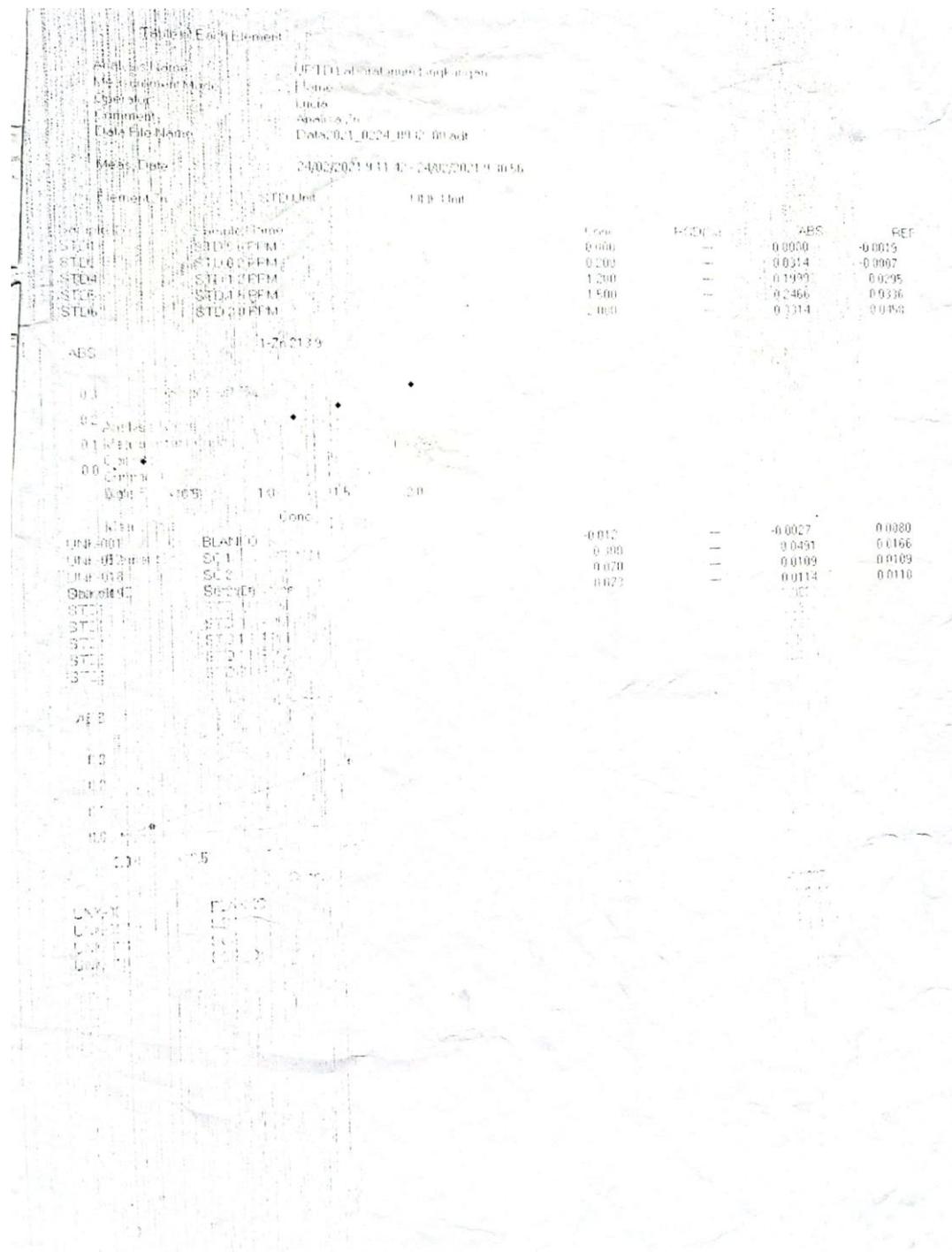
No	Warna	Volume	Waktu	Kandungan
1	Biru	10 ml	30 menit	0,001
2	Biru	10 ml	30 menit	0,001
3	Biru	10 ml	30 menit	0,001
4	Biru	10 ml	30 menit	0,001
5	Biru	10 ml	30 menit	0,001

10.11.1.4.15. Kesimpulan

10.11.1.4.16. Saran

No	Warna	Volume	Waktu	Kandungan
1	Biru	10 ml	30 menit	0,001
2	Biru	10 ml	30 menit	0,001
3	Biru	10 ml	30 menit	0,001
4	Biru	10 ml	30 menit	0,001
5	Biru	10 ml	30 menit	0,001

**Lampiran 5. Hasil Penentuan Kandungan Logam Zn**



## RIWAYAT HIDUP



Seorang mahasiswi bernama lengkap Ayrus Suci yang merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari seorang ayah Yakub dan ibunda Ruaida Zen yang lahir pada tanggal 11 Maret 2001 di Rantau Embacang, Tanah Sepenggal Lintas, Kabupaten Muaro Bungo, Jambi. Latar belakang pendidikan penulis yaitu penulis telah menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Negeri 223/II Tanah Sepenggal Lintas pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 3 Tanah Sepenggal Lintas tahun 2015 dan pada tahun 2018 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 7 Bungo. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan ke Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dengan jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi D-III Analis Kimia. Penulis telah selesai melaksanakan perkuliahan dan dilanjutkan dengan penulisan karya ilmiah yang menjadi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan tinggi di Universitas Jambi. Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi selama 2 bulan. Penulis mengambil tugas khusus yaitu melakukan Penentuan kandungan logam berat Cu dan Zn pada sampel air limbah kelapa sawit dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).