

**ANALISIS KADAR LOGAM BERAT PADA LIMBAH INDUSTRI  
KELAPA SAWIT BERDASARKAN HASIL PENGUKURAN  
ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY (AAS)**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**JUNIKA WULANDARI**

**NIM.18434**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2016**

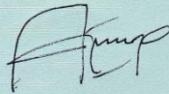
**HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI**

Judul : Analisis Kadar Logam pada Limbah Industri Kelapa Sawit  
Berdasarkan Hasil Pengukuran Atomic Absorption  
Spectrophotometry (AAS)  
Nama : Junika Wulandari  
NIM/BP : 18434/2010  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2016

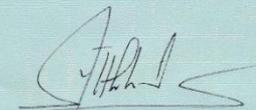
Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Drs. H. Asrizal, M.Si  
NIP. 196606031992031001

Pembimbing II,



Zulhendri Kamus, S.Pd., M.Si  
NIP. 197512312000121001

**HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI**

Dengan ini dinyatakan bahwa :

Nama : Junika Wulandari  
NIM/BP : 18434/2010  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**ANALISIS KADAR LOGAM PADA LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT BERDASARKAN HASIL PENGUKURAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY (AAS)**

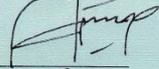
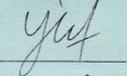
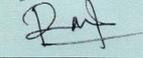
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Fisika Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2016

Tim Penguji

1. Ketua : Drs. H. Asrizal, M.Si
2. Sekretaris : Zulhendri Kamus, S.Pd., M.Si
3. Anggota : Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si
4. Anggota : Yohandri, M.Si, Ph.D
5. Anggota : Dr. Ramli, S.Pd., M.Si

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul Analisis Kadar Logam pada Limbah Industri Kelapa Sawit Berdasarkan Hasil Pengukuran Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing;
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karna karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Agustus 2016

Yang membuat pernyataan



Juwana Wulandari  
NIM. 1201457

## ABSTRAK

**Junika  
Wulandari** : **Analisis Kadar Logam Berat Pada Limbah Industri Kelapa Sawit Berdasarkan Hasil Pengukuran Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)**

Limbah cair dari 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. Logam berat bersifat racun apabila melebihi kadar yang dibutuhkan. Untuk menentukan kadar logam berat perlu dilakukan penelitian. Tujuan dari penelitian adalah untuk menguji linearitas dan sensitivitas logam berat dengan metoda AAS, menentukan kadar logam serta bahayanya.

Jenis penelitian adalah eksperimen laboratorium yang dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang. Sampel yang di analisis yaitu 2 sampel limbah industri kelapa sawit dan 3 sampel air sumur disekitar limbah. Sampel diambil pada bulan Maret 2016. Teknik analisis data dengan menggunakan metode persamaan garis regresi linear.

Berdasarkan hasil analisis data dapat dikemukakan tiga hasil dari penelitian. Pertama, Uji linearitas dan uji sensitivitas pada validasi metode analisis logam Cu, Cd, Pb dan Zn memenuhi persyaratan penggunaannya. Kedua, Kadar Cu, Cd, Pb dan Zn pada sampel limbah kelapa sawit dan air sumur dibawah batas deteksi instrumen yaitu kadar Cu yaitu <0.0063 mg/L, Cd yaitu <0.0012 mg/L, Pb yaitu <0.0050 mg/L dan Zn yaitu <0.0045 mg/L. Ketiga, kadar logam Cu, Cd, Pb dan Zn pada sampel limbah kelapa sawit dan air sumur tidak berbahaya karena tidak melebihi persyaratan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

Kata kunci: Logam berat, Kadar logam, Limbah industri, AAS

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah, peneliti ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Judul dari skripsi yaitu “ **Analisis Kadar Logam Berat Pada Limbah Industri Kelapa Sawit Berdasarkan Hasil Pengukuran Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Dengan dasar ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Asrizal, M.Si sebagai Pembimbing I yang telah mengarahkan penelitian mulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan skripsi.
2. Bapak Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II yang telah mengarahkan penelitian mulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan skripsi.
3. Bapak Dr. Ramli, M.Si, Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si dan Bapak Yohandri, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai dosen penguji pada skripsi ini.
4. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Penasehat Akademik
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP, khususnya angkatan 2010.

7. Kedua orang tua dan semua anggota keluarga yang telah memberikan motivasi dan dorongan kepada peneliti
8. Semua pihak yang telah membantu peneliti untuk mewujudkan dan menyelesaikan studi yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa dalam tulisan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kelemahan. Untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi pembaca semua.

Padang, Juli 2016

Peneliti

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A Latar Belakang.....	1
B Pembatasan Masalah.....	3
C Perumusan Masalah.....	3
D Tujuan Penelitian.....	3
E Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II KAJIAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
A Limbah Industri.....	5
B Limbah Pabrik Kelapa Sawit.....	6
C Logam Berat.....	6
D Deskripsi Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS).....	9
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
A Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
B Jenis Penelitian.....	18
C Variabel Penelitian.....	18
D Alat dan Bahan.....	19

E Teknik Pengambilan Sampel.....	19
F Prosedur Kerja.....	20
G Teknik Analisis Data.....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
A Hasil Penelitian.....	28
B Pembahasan.....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>49</b>
A Kesimpulan.....	49
B Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).....	9
2. Blok Diagram AAS.....	12
3. Lampu Katoda Berongga.....	13
4. Monokromator <i>Cemy Turner</i> .....	14
5. <i>Photo Multiplier Tube</i> .....	15
6. Kompresor.....	16
7. Tabung Gas.....	16
8. <i>Ducting</i> .....	17
9. Burner.....	17
10. Denah Pengambilan Sampel.....	21
11. Software GBC Avanta Ver. 1.33.....	22
12. Tampilan Jendela GBC.....	22
13. Pemilihan Unsur yang Akan Diuji.....	23
14. Jendela Pengaturan Panjang Gelombang Pada Instrumen.....	23
15. Tampilan Jendela Pengukuran.....	23
16. Jendela Kalibrasi.....	23
17. Tampilan Jendela Standard.....	24
18. Tampilan Hasil Output Pada Jendela Result.....	24
19. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cu.....	28
20. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cd.....	31
21. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Pb.....	35
22. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Zn.....	39

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Cu.....	27
2. Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Cd.....	29
3. Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Pb.....	31
4. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Zn.....	33
5. Data Pengukuran Absorbansi Cu Dalam Sampel Limbah Pabrik Kelapa Sawit.....	35
6. Data Pengukuran Absorbansi Cu Dalam Air Sumur.....	35
7. Data Pengukuran Absorbansi Cd Dalam Sampel Limbah Pabrik Kelapa Sawit.....	37
8. Data Pengukuran Absorbansi Cd Dalam Air Sumur.....	37
9. Data Pengukuran Absorbansi Pb Dalam Sampel Limbah Pabrik Kelapa Sawit.....	39
10. Data Pengukuran Absorbansi Pb Dalam Air Sumur.....	39
11. Data Pengukuran Absorbansi Zn Dalam Sampel Limbah Pabrik Kelapa Sawit.....	41
12. Data Pengukuran Absorbansi Zn Dalam Air Sumur.....	41
13. Perbandingan Kadar Mutu Air Limbah dengan Kadar Sampel Limbah.....	43
14. Perbandingan Kadar Kualitas Air dengan Kadar Sampel Air.....	44

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan industri kelapa sawit berlangsung sangat cepat di Indonesia saat ini. Pembangunan pabrik-pabrik kelapa sawit semakin meningkat sebagai akibat dari semakin tingginya produksi tandan buah segar yang dihasilkan. Hal tersebut terjadi dilatarbelakangi oleh tingginya kebutuhan konsumen akan produk turunan dari minyak kelapa sawit itu sendiri. Industri kelapa sawit membawa pengaruh yang baik terhadap konsumen, distributor, dan produsen serta pemasukan devisa negara yang tinggi. Pengolahan kelapa sawit tidak hanya menghasilkan minyak kelapa sawit, namun juga menghasilkan limbah.

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 (Prayitno,2008).

Limbah cair dari kelapa sawit perlu menjadi pusat perhatian. Menurut Budianta (2004) 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 (Kusmiyati, 2012). Limbah cair tersebut jika dibuang ke lingkungan secara langsung dapat merusak sumber daya alam dan lingkungan, seperti gangguan pencemaran alam dan pengurasan 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.

Kandungan logam berat pada limbah industri kelapa sawit dikatakan berbahaya jika melebihi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014. Sumber daya air yang tercemar oleh unsur-unsur logam berat dari limbah cair industri kelapa sawit baru dapat dikatakan layak digunakan oleh manusia apabila unsur-unsur yang di kandunginya sudah memenuhi standar baku mutu air.

Untuk meneliti tingkat bahaya atau tidaknya logam berat yang dihasilkan dari limbah industri kelapa sawit maka dibutuhkan alat ukur kadar logam berat. Salah satu alat yang digunakan adalah Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). AAS merupakan suatu metode yang populer untuk analisa logam, karena disamping sederhana, ia juga sensitif dan selektif. Semua logam bisa terdeteksi oleh AAS, termasuk logam berat.

Pasaman barat merupakan kawasan yang terkenal dengan perkebunan kelapa sawit dan pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) di Provinsi Sumatra Barat. Kegiatan industri kelapa sawit ini banyak menghasilkan limbah. Keadaan

limbah tersebut sangat diresahkan oleh masyarakat Pasaman karena memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

Dampak negatif yang diberikan limbah terhadap lingkungan salah satunya berupa kandungan logam berat. Logam berat bersifat racun apabila melebihi kadar yang diperlukan bagi kehidupan. Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan maka peneliti tertarik untuk meneliti kadar logam pada limbah industri kelapa sawit, karena itu judul dari penelitian yaitu “Analisis Kadar Logam Berat Pada Limbah Industri Kelapa Sawit Berdasarkan Hasil Pengukuran Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)”.

## **B. Batasan Masalah**

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah maka peneliti merasa perlu membatasi masalah dalam penelitian ini. Sebagai pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Kadar logam berat yang diuji yaitu logam Cu, Pb, Zn, dan Cd.
2. Jenis limbah industri kelapa sawit yang akan diuji yaitu limbah cair.
3. Sampel yang digunakan yaitu limbah cair kelapa sawit dan air sumur di sekitar pabrik.

## **C. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan pembatasan masalah yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah penelitian ini. Sebagai perumusan masalah penulis yaitu “apakah limbah industri kelapa sawit di Pasaman Barat mengandung logam berat yang membahayakan bagi kehidupan ?”.

#### **D. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menguji linearitas dan sensitivitas logam Cu, Cd, Pb dan Zn dengan AAS
2. Mengetahui kadar logam Cu, Cd, Pb dan Zn dari limbah cair industri kelapa sawit dan air sumur menggunakan instrumen AAS.
3. Mengetahui bahaya atau tidaknya logam yang terkandung pada limbah kelapa sawit dan air sumur.

#### **E. Manfaat**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada :

1. Jurusan Fisika, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian Elektronika dan dalam upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
2. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian tentang instrumentasi.
3. Peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang penelitian fisika.
4. Masyarakat di sekitar limbah, mengetahui bahaya atau tidaknya logam yang terkandung pada limbah kelapa sawit dan air sumur..
5. P.T Kelapa Sawit, sebagai informasi kepada pabrik mengenai kadar Cu, Cd, Pb dan Zn pada limbah cair industri kelapa sawit

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Limbah Industri**

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 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 (Daud, 2014).

Limbah cair industri merupakan buangan yang dihasilkan dari berbagai proses produksi di industri. 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 ekosistem yang ada bahkan bisa beracun bagi manusia karena di dalam limbah cair bisa mengandung logam berat yang berbahaya dengan konsentrasi tinggi, di atas 500 mg/l (Kusmiyati, 2012).

## **B. Limbah Kelapa Sawit**

Limbah industri kelapa sawit adalah 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, sludge atau lumpur, dan bungkil. Limbah gas dapat berasal dari gas cerobong dan uap air buangan pabrik kelapa sawit.

Limbah yang dihasilkan dapat memberikan dampak negatif terhadap sumber daya alam dan lingkungan. Dampak negatif yang ditimbulkan seperti gangguan pencemaran alam dan pengurasan sumber daya alam. Dampak ini dapat menurunkan kualitas lingkungan antara lain pencemaran tanah, air dan udara jika limbah tersebut tidak diolah terlebih dahulu (Sapto, 2008).

## **C. Logam Berat**

### **1. Pengertian Logam Berat**

Logam menurut pengertian orang awam adalah barang yang padat dan berat yang biasanya selalu digunakan oleh orang untuk perhiasan, yaitu besi, baja, emas, dan perak. Padahal masih banyak logam lain yang penting dan sangat kecil serta berperan penting dalam proses biologis makhluk hidup misalnya, selenium, kobalt, mangan dan beberapa unsur lainnya. Dalam sistem berkala periodik, ada 94 dari 106 unsur tergolong dalam unsur logam. Logam itu sendiri digolongkan kedalam dua kategori, yaitu logam berat dan logam ringan

Logam berat adalah unsur yang mempunyai densitas lebih dari 5 gr/cm<sup>3</sup>. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Termasuk logam berat yang sering mencemari lingkungan ialah Hg, Cr, Cd, As, dan Pb. Logam berat termasuk zat pencemar karena sifatnya yang stabil dan sulit untuk diuraikan. Banyaknya sumber logam berat di alam, meningkatkan pencemaran logam berat khususnya pada perairan yang akan terakumulasi pada rantai makanan hingga biota di perairan tersebut. Biota perairan yang telah tercemar logam berat akan mengalami gangguan pertumbuhan hingga kematian (Sandro, 2013).

## **2. Dampak Negatif Logam Berat Bagi Manusia**

Masing-masing logam berat memiliki dampak negatif terhadap manusia jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar dan waktu yang lama. Dampak dari setiap logam berat adalah sebagai berikut :

### **a. Timbal (Pb)**

Pb dalam segala bentuk bersifat racun yang berbahaya bagi kesehatan tubuh. Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam Pb tersebut ke dalam tubuh. Masuknya Pb ke dalam tubuh terabsorpsi sangat lambat, sehingga terjadi penumpukan dan menjadi dasar timbulnya keracunan. Proses masuknya Pb ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (Farida, 2013).

Manusia bila tercemar oleh Pb yang berlangsung dalam jangka waktu yang lama dapat mengganggu kesehatan, menurunkan kemampuan belajar, dan Pb

dapat menghambat sistem pembentukan Hb dalam darah merah, sumsum tulang, merusak fungsi hati dan ginjal serta penyebab kerusakan saraf (Firmansyah.2012)

b. Kadmium (Cd)

Logam kadmium jika berakumulasi dalam jangka waktu yang lama dapat menghambat kerja paru-paru, bahkan mengakibatkan kanker paru-paru, mual, muntah, diare, kram, anemia, dermatitis, pertumbuhan lambat, kerusakan ginjal dan hati, dan gangguan kardiovaskuler. Kadmium dapat pula merusak tulang (osteomalacia, osteoporosis) dan meningkatkan tekanan darah. Gejala umum keracunan Kadmium adalah sakit di dada, nafas sesak (pendek), batuk – batuk, dan lemah.

c. Tembaga (Cu)

Tembaga yang tidak berikatan dengan protein merupakan zat racun. Mengonsumsi sejumlah kecil tembaga yang tidak berikatan dengan protein dapat menyebabkan mual dan muntah. Kelebihan tembaga dalam tubuh manusia bisa merusak ginjal, menghambat pembentukan air kemih dan menyebabkan anemia karena pecahnya sel-sel darah merah. Pengumpulan tembaga dalam otak, mata dan hati dapat menyebabkan sirosis ( Fatimah, 2009).

d. Seng (Zn)

Seng adalah unsur kimia dengan lambang kimia Zn, nomor atom 30, dan massa atom relatif 65,39. Seng termasuk unsur logam berat. Kelebihan seng (Zn) dapat mempengaruhi metabolisme kolesterol, mengubah nilai lipoprotein, dan tampaknya dapat mempercepat timbulnya aterosklerosis. Dosis konsumsi seng

(Zn) sebanyak 2 gram atau lebih dapat menyebabkan muntah, diare, demam, kelelahan yang sangat, anemia, dan gangguan reproduksi.

#### **D. Deskripsi Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)**

##### **1. Pengertian Atomic Absorption Spectroscopy**

Sejarah singkat tentang serapan atom pertama kali diamati oleh *Frounhofer*, yang pada saat itu menelaah garis-garis hitam pada spectrum matahari. Sedangkan yang memanfaatkan prinsip serapan atom pada bidang analisis adalah seorang Australia bernama *Alan Walsh* di tahun 1955. Sebelumnya ahli kimia banyak tergantung pada cara-cara spektrofotometrik atau metode spektrografik. Beberapa cara ini dianggap sulit dan memakan banyak waktu, kemudian kedua metode tersebut segera digantikan dengan Spektrometri Serapan Atom (SSA) (Boby,2009). AAS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

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 Spektrofotometri serapan atom ini merupakan salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk menentukan unsur-unsur didalam suatu bahan bahkan dapat menganalisis sampel dalam jumlah sedikit, karena metode ini memiliki kepekaan, ketelitian dan selektifitas yang sangat tinggi (Farida, 2013)

## 2. Hukum Dasar pada AAS

Hukum Lambert-Beer merupakan landasan hukum dasar untuk analisa suatu atom maupun molekul secara spektroskopi, yang dikemukakan oleh Lambert (1760) dan Beer (1852). Hukum Lambert-Beer mengemukakan tentang serapan radiasi oleh spesies kimia secara kuantitatif. Hukum Lambert-Beer digunakan untuk radiasi monokromatik. Pada Hukum Lambert-Beer, jumlah radiasi yang diserap sebanding dengan panjang jalan sinar ( $b$ ), konsentrasi atom yang menyerap sinar ( $c$ ), dan koefisien absorptivitas molekuler ( $a$ ) dari suatu spesi (senyawa) pada suatu panjang gelombang, sehingga dirumuskan:

$$A = -\log \frac{I_0}{I_t} = abc \dots \dots \dots (1)$$

dimana : A = Absorpsi

$I_0$  = Intensitas sinar mula-mula

$I_t$  = Intensitas sinar yang diteruskan

$a$  = Absorptivitas

$b$  = Panjang jalan sinar

$c$  = Konsentrasi atom yang menyerap sinar

Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam menggunakan Hukum Lambert-Beer adalah:

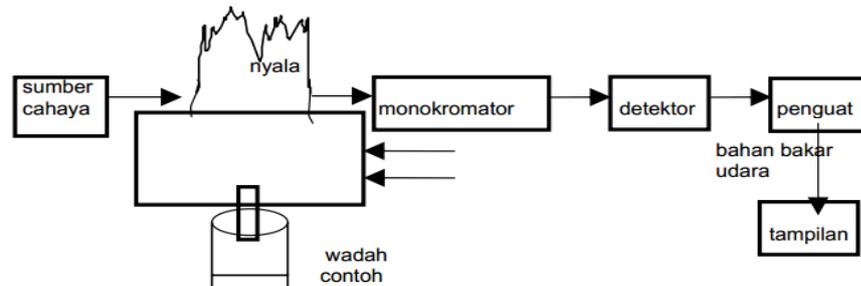
- a. Cahaya (radiasi) yang masuk harus monokromatis,
- b. Larutan yang digunakan tidak terlalu pekat,
- c. Larutan tidak memancarkan pendar-flour atau suspensi,
- d. Selama pengukuran tidak terjadi interaksi antar komponen penyusun larutan

### 3. Prinsip Kerja AAS

Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, bergantung pada sifat unsurnya. Misalkan Natrium menyerap pada 589 nm, Uranium pada 385,5 nm, sedangkan Kalium pada 766,5 nm. Cahaya pada gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan standar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Tingkat-tingkat eksitasinya pun bermacam-macam. Misalkan unsur Na dengan nomor atom 11 mempunyai konfigurasi elektron  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ , tingkat dasar untuk elektron valensi 3s, artinya tidak memiliki kelebihan energi. Elektron ini dapat tereksitasi ke tingkat 3p dengan energi 2,2 eV ataupun ke tingkat 4p dengan energi 3,6 eV, masing-masing sesuai dengan panjang gelombang sebesar 589 nm dan 330 nm. Kita dapat memilih diantara panjang gelombang ini yang menghasilkan garis spektrum yang tajam dan dengan intensitas yang maksimum. Inilah yang dikenal dengan garis resonansi dapat berupa spektrum yang berasosiasi dengan tingkat energi molekul, biasanya berupa pita-pita lebar atau garis tidak berasal dari eksitasi tingkat dasar yang disebabkan oleh proses atomisasinya (Fatimah,2009)

#### 4. Blok Diagram AAS

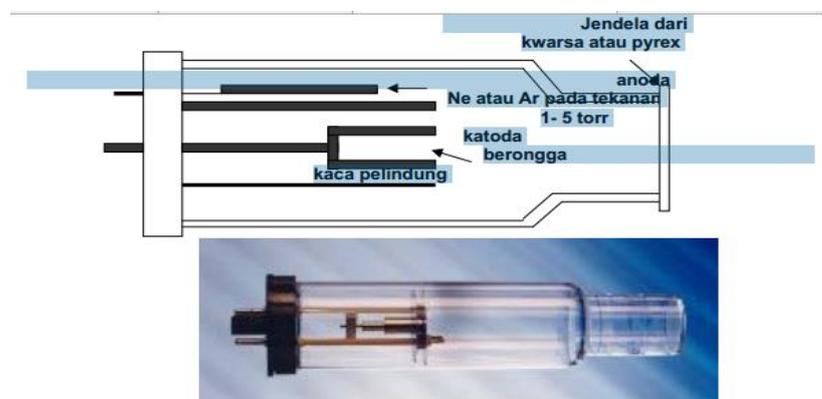
Blok diagram AAS terdiri dari sumber radiasi, nyala, monokromator, detektor dan tampilan. Blok diagram AAS dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram AAS

##### a. Sumber Cahaya

Sebagai sumber radiasi resonansi untuk AAS adalah Hollow Cathode Lamp (lampu katoda berongga). Lampu ini terdiri dari katoda cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang akan dianalisa dan anoda yang terbuat dari cobalt. Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu, logam akan mulai memijar dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan. Atom yang tereksitasi kemudian akan memancarkan radiasi pada panjang gelombang tertentu. Gambar 3 merupakan gambar dari lampu katoda berongga.

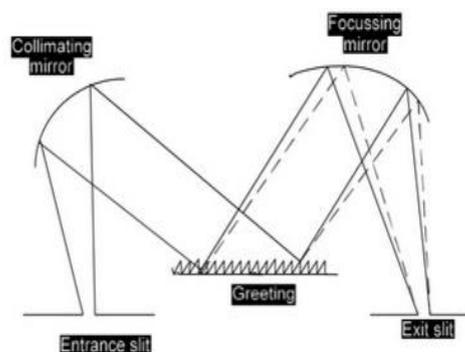


Gambar 3. Lampu Katoda Berongga

Lampu diisi gas Ar (argon), Ne (neon) dan He (helium). Contoh unsur dari katoda adalah Cu (tembaga), Mg (magnesium), Na (natrium) dan lain-lain. Jenis lampu dengan panjang gelombang tertentu dibedakan berdasarkan logam yang dipasang pada lubang katoda yang berfungsi sebagai pengatur frekuensi radiasi yang dipancarkan dari lampu, sehingga energi ini oleh photomultiplier diubah menjadi energi listrik. Dalam rangkaian alat terdapat chopper yang berfungsi sebagai pengatur frekuensi radiasi yang dipancarkan dari lampu, sehingga energi ini oleh photomultiplier diubah menjadi energi listrik.

#### b. Monokromator

Dalam spektroskopi serapan atom fungsi monokromator adalah untuk memisahkan garis resonansi dari semua garis yang tidak diserap yang dipancarkan oleh sumber radiasi. Monokromator terdiri dari cermin dan grating (kisi difraksi) atau dikenal dengan monokromator Cemy Turner. Dalam kebanyakan instrumen digunakan kisi difraksi karena sebaran yang dilakukan oleh kisi seragam daripada yang dilakukan oleh prisma dan akibatnya instrumen kisi dapat memelihara daya pisah yang lebih tinggi sepanjang panjang gelombang yang lebih besar. Monokromator dapat diperhatikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Monokromator *Cemy Turner*

### c. Detektor

Energi yang diteruskan dari sel atom harus diubah ke dalam bentuk sinyal listrik untuk kemudian diperkuat dan diukur oleh suatu sistem pemroses data. Proses perubahan ini dalam alat AAS dilakukan oleh detektor. Detektor yang biasa digunakan ialah tabung pengganda foton photomultiplier tube (Gambar 5), terdiri dari katoda yang dilapisi senyawa yang bersifat peka cahaya dan suatu anoda yang mampu mengumpulkan elektron. Ketika foton menumbuk katoda maka elektron akan dipancarkan, dan bergerak menuju anoda. Antara katoda dan anoda terdapat dinoda-dinoda yang mampu menggandakan elektron, sehingga intensitas elektron yang sampai menuju anoda besar dan akhirnya dapat dibaca sebagai sinyal listrik.



Gambar 5. *Photo Multiplier Tube*

### d. Sistem Pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata. Instrumen SSA dilengkapi dengan sistem komputer yang disertai perangkat lunak. Perangkat lunak ini berfungsi untuk mengatur alat, menampilkan data hasil pengamatan, sampai membuat kurva dan menghitung kadar sampel atau perhitungan yang lain.

## 5. Instrumen Pendukung AAS

### a. Kompresor

Kompresor merupakan alat yang terpisah dengan main unit. Alat ini berfungsi untuk mensuplai kebutuhan udara yang akan digunakan oleh AAS pada waktu pembakaran atom. Kompresor dapat diperlihatkan pada Gambar 6. 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 atau sedikitnya udara yang akan disemprotkan ke burner. Bagian pada belakang kompresor digunakan sebagai tempat penyimpanan udara setelah selesai menggunakan AAS.



Gambar 6. Kompresor

### b. Tabung gas

Tabung gas pada AAS yang digunakan merupakan tabung gas yang berisi gas asetilen. Gas asetilen pada AAS memiliki kisaran suhu  $\pm 20000$  K dan ada juga tabung gas yang berisi gas  $N_2O$  yang lebih panas dari gas asetilen dengan kisaran suhu  $\pm 30000$  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. Tabung gas dapat diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tabung Gas

### c. *Ducting*

*Ducting* merupakan bagian cerobong asap untuk menyedot asap atau sisa pembakaran pada AAS. Alat ini 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 di dalam *ducting* agar polusi yang dihasilkan tidak berbahaya. *Ducting* berfungsi untuk menghisap hasil pembakaran yang terjadi pada AAS dan mengeluarkannya melalui cerobong asap yang terhubung dengan *ducting*. *Ducting* dapat diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Ducting*

#### d. Burner

Burner merupakan bagian paling terpenting di dalam main unit. Burner berfungsi sebagai tempat pencampuran gas asetilen dan aquabides agar tercampur merata dan dapat terbakar pada pemantik api secara baik dan merata. Burner dapat diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Burner

### 6. Faktor-Faktor Gangguan Dalam AAS

Gangguan diartikan sebagai suatu faktor kimia atau fisika yang akan mempengaruhi jumlah atom untuk analit pada keadaan dasar (*ground state*) sehingga akan menyebabkan bertambah atau berkurangnya bacaan nilai serapan atom unsur yang dianalisis.

Ada beberapa gangguan dalam menggunakan AAS :

- a. Suhu yang sesuai, suhu gas pembakar harus sesuai dengan suhu unsur yang akan dianalisis.
- b. Konsentrasi sampel tidak boleh melebihi kesensitifan dari alat AAS. Ini akan menyebabkan gangguan terhadap garis spektrum dan mengakibatkan kerusakan pada alat detektor AAS.
- c. Pengaruh penguapan pelarut dan bahan larutan jangan sampai menurunkan suhu nyala gas pembakar, ini akan menyebabkan bacaan nilai serapan atom menjadi rendah

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Uji linearitas dan uji sensitivitas pada validasi metode analisis logam Cu, Cd, Pb dan Zn memenuhi persyaratannya.
2. Kadar Cu, Cd, Pb dan Zn pada sampel limbah kelapa sawit dan air sumur dibawah batas deteksi instrumen yaitu kadar Cu yaitu  $<0.0063$  mg/l, Cd yaitu  $<0.0012$ , Pb yaitu  $<0.0050$  dan Zn yaitu  $<0.0045$ .
3. Kadar Cu, Cd, Pb dan Zn pada sampel limbah kelapa sawit dan air sumur tidak berbahaya karena tidak melebihi persyaratan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

#### **B. Saran**

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan dapat dikemukakan tiga saran berikut ini :

1. Jurusan Fisika, untuk mengembangkan dan menerapkan materi perkuliahan mengenai instrumen AAS.
2. Kelompok Elektronika dan Instrumentasi, untuk mengembangkan instrumen untuk mengukur kadar unsur.
3. Masyarakat, untuk waspada terhadap pencemaran limbah terutama pencemaran logam berat.

4. Peneliti selanjutnya, untuk meneliti parameter-parameter lain untuk menentukan berbahaya limbah dan air sumur tersebut, misalnya kadar COD, BOD, dan parameter lainnya.
5. Analisis, untuk menguji kadar logam dengan menggunakan AAS dengan teknik VHGA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andreas Josef Ridwan. 2011. *Analisis Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Kering (stolephorus spp.) dan Ikan Asin Tenggiri (scomberomorus sp.) di Muara Angke dengan Spektrofotometer Serapan Atom*. FMIPA: UI.
- Aris Septiyani. 2011. *Spektrofotometer Serapan Atom*. Banjarmasin: politeknik kesehatan
- Aurelia Anggit. 2013. *Analisis Krom (Iii) Dengan Metode Kopresipitasi Menggunakan Nikel Dibutilditiokarbamat Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. FMIPA: UNS.
- Daud Satria Putra, Ardian Putra. 2014. *Analisis Pencemaran Limbah Cair Kelapa Sawit Berdasarkan Kandungan Logam, Konduktivitas, Tds Dan Tss*. Jurnal Fisika Unand Vol. 3, No. 2, April 2014.
- Didik Budianta. 2004. *Pengaruh Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Untuk Pupuk Cair Terhadap Kualitas Air*. Jurnal Pengelolaan Lingkungan dan Sumber Daya Alam, 2 (3), September 2014, 147-154
- Cahyady Bobby. 2009. *Studi tentang Kesensitifan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Teknik Vapour Hydride Generation Accesories (VHGA) Dibandingkan dengan SSA Nyala pada Analisa Unsur Arsen (As) yang terdapat dalam Air Minum*. Medan : USU
- Fatimah Rahmayani. 2009. *Analisa Kadar Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) dalam Air Zam-Zam secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Medan :USU
- Firmansyah, M.A.dkk. 2012. *Analisis Kadar Logam Berat Timbal di Mata Air Pengunungan Guci dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. Jurnal Pharmacy. Vol.09 No. 03 Desember 2012
- Harmita. 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Majalah Ilmu Kefarmasian, Vol. I, No.3, Desember 2004, 117 - 135
- Jaya Farida, dkk. 2013. *Penetapan Kadar Pb Pada Shampoo Berbagai Merk Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. PharmaciaVol. 3, No. 2, 2013 : 9-13
- Junaidi, dkk.1907. *Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair pada Industri Tekstil (Studi Kasus PT. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta)*. Jurnal PRESIPITASI Vol.1 No.1 September 2006, ISSN 1907-187X

- Kusmiyati, dkk. 2012. *Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (Kaab) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Berat Cu<sup>2+</sup> Dan Ag<sup>+</sup> Pada Limbah Cair Industri*. Reaktor, Vol. 14 No. 1, April 2012, Hal. 51-60
- Sandro Satria Rio, dkk 2013. *Analisa Kandungan Kadar Logam Berat Pada Daging Kepiting (Scylla Serrata) Di Perairan Muara Sungai Banyuasin*. Volume II, No 01, November 2013.
- Sapto Prayitno, dkk. 2008. *Produktivitas Kelapa Sawit (elaeis guineensis jacq.) Yang Dipupuk Dengan Tandan Kosong Dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Ilmu Pertanian Vol. 15 No. 1, 2008 : 37 - 48
- Setyanto, A.D. 2013. *Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen dalam Kajian Komunikasi*. Jurnal Ilmu Komunikasi. Volume 3, Nomor 1 , Juni 2013: 37 – 48.
- Supriyanto, dkk. 2007. *Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)*. Jurnal Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 21-22 November 2007.
- Syafriadiman. 2007. *Toksisitan Limbah Industri Kelapa Sawit terhadap Kelimpahan Algae Hijau (Ulothrix Implexa)*. Berkala Perikanan Terubuk, Februari 2007, hlm 1-18