

**UJI PEMANFAATAN *PALM OIL FUEL ASH* (POFA) SEBAGAI  
ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR TSS DAN COD PADA AIR  
LIMBAH RPH**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Oleh:

**M. Kharunia Khalik**

**NIM. 170702022**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM – BANDA ACEH  
2023 M / 1444 H**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### UJI PEMANFAATAN *PALM OIL FUEL ASH* (POFA) SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR TSS DAN COD PADA AIR LIMBAH RPH

#### TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

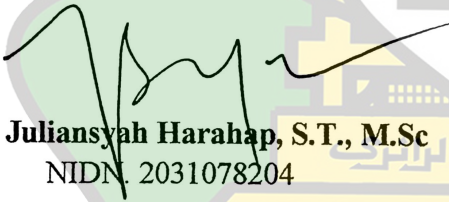
Diajukan oleh:  
**M.Kharunia Khalik**  
NIM. 170702022

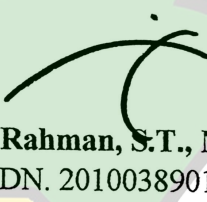
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 27 Desember 2023  
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc**  
NIDN. 2031078204

  
**Arief Rahman, S.T., M.T**  
NIDN. 2010038901

AR - RANIRY  
Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



**Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.**  
NIDN. 2009118301

## LEMBAR PENGESAHAN

### UJI PEMANFAATAN *PALM OIL FUEL ASH* (POFA) SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR TSS DAN COD PADA AIR LIMBAH RPH

#### TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan


Pada Hari/Tanggal: Kamis, 21 Desember 2023

Panitia Ujian Munqasyah Skripsi

Ketua,


Sekretaris,


  
**Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc**  
NIDN. 2031078204

  
**Arief Rahman, S.T., M.T**  
NIDN. 2010038901

Penguji I,

Penguji II,

  
**Bhayu Gita Bhernama, M.Si**  
NIDN. 2023018901

  
**Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc**  
NIDN. 2015118002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

  
**Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU**  
NIP. 196210021988111001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Kharunia khalik

NIM : 170702022

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Judul : Uji Pemanfaatan Palm Oil Fuel Ash (POFA) Sebagai Adsorben  
Untuk Menurunkan Kadar TSS Dan COD Pada air limbah RPH

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 21 Desember 2023

Yang Menyatakan



M KHARUNIA KHALIK

## ABSTRAK

Nama : M. Kharunia Khalik  
NIM : 170702022  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Uji Pemanfaatan Pemanfaatan *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar TSS dan COD Pada Air Limbah RPH  
Tanggal Sidang : 21 Desember 2023  
Jumlah Halaman : 76  
Pembimbing I : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc  
Pembimbing II : Arief Rahman, M.T  
Kata Kunci : Adsorben, *palm oil fuel ash* (POFA), TSS, COD.

Pemanfaatan tandan kelapa sawit di Indonesia masih terbatas, terutama dengan cara membakarnya menjadi abu yang dikenal sebagai *palm oil fuel ash* (POFA). Sayangnya, abu POFA seringkali tidak diolah lebih lanjut dan dapat mencemari lingkungan, terutama tanah dan air tanah. Di sisi lain, kebutuhan akan daging meningkat, khususnya di kota-kota besar seperti Banda Aceh. Untuk memastikan kualitas daging yang aman, higienis, utuh, dan halal, penyembelihan hewan dilakukan di Rumah Pematangan Hewan (RPH), yang menghasilkan air limbah sebagai sumber potensial pencemaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan adsorben POFA dalam mengurangi konsentrasi *Total Suspended Solids* (TSS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam air limbah RPH. Variabel penelitian melibatkan variasi waktu pengadukan (15 dan 30 menit), serta variasi massa adsorben POFA (0,2 g, 0,4 g, 0,6 g, 0,8 g, dan 1 g). Kecepatan pengadukan tetap pada 100 rpm, dengan sampel air limbah RPH sebanyak 500 ml dan waktu pengendapan selama 1 jam. Berdasarkan hasil penelitian, pada konsentrasi TSS didapatkan nilai optimum pada penambahan adsorben sebanyak 0,4 g dengan waktu pengadukan 30 menit dengan nilai sebelumnya 131 mg/L menjadi 18 mg/L dan pada konsentrasi COD didapatkan nilai yang optimum pada penambahan adsorben sebanyak 0,8 g pada waktu pengadukan selama 15 menit dengan sebelumnya 434 mg/L menjadi 143 mg/L.

## **ABSTRACT**

*Name* : M. Kharunia Khalik  
*Student ID Number* : 170702022  
*Department* : *Environmental Engineering*  
*Title* : *Utilization Study Of Palm Oil Fuel Ash (POFA) as an Adsorbent to Reduce TSS and COD Levels in RPH Wastewater*  
*Date of Session* : 21 December 2023  
*Number of Page* : 76  
*Advisor I* : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc  
*Advisor II* : Arief Rahman, M.T  
*Keywords* : *Adsorbent, palm oil fuel ash (POFA), TSS, COD.*

*The utilization of oil palm empty fruit bunches in Indonesia is still limited, primarily through the method of incineration to produce ash known as palm oil fuel ash (POFA). Unfortunately, POFA ash is often left untreated, posing environmental pollution risks, particularly to soil and groundwater. On the other hand, the demand for meat is increasing, especially in major cities like Banda Aceh. To ensure the quality of safe, hygienic, intact, and halal meat, animal slaughtering is conducted at the Slaughterhouse (RPH), generating wastewater as a potential source of pollution. This study aims to evaluate the adsorption capacity of POFA in reducing the concentrations of Total Suspended Solids (TSS) and Chemical Oxygen Demand (COD) in RPH wastewater. The research variables include variations in agitation time (15 and 30 minutes) and the mass of POFA adsorbent (0.2 g, 0.4 g, 0.6 g, 0.8 g, and 1 g). The stirring speed is maintained at 100 rpm, with a sample volume of 500 ml of RPH wastewater and a settling time of 1 hour. Based on the research findings, the optimum TSS concentration was achieved with the addition of 0.4 g of adsorbent and a stirring time of 30 minutes, reducing the initial value from 131 mg/L to 18 mg/L. Similarly, the optimal COD concentration was obtained with the addition of 0.8 g of adsorbent and a stirring time of 15 minutes, reducing the initial value from 434 mg/L to 143 mg/L.*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Rabbil Alamin*, segala puji bagi Allah SWT karena berkat limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Uji Pemanfaatan Pemanfaatan *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar TSS dan COD Pada Air Limbah RPH”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan untuk seluruh umat manusia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak yang terkait secara langsung maupun tidak langsung, terutama dan teristimewa dipersembahkan kepada kedua orang tua. Kepada bapak Safrial dan Ibu Fajriani tercinta yang senantiasa memberikan rasa sayang, didikan, materi, serta do'a yang selalu di panjatkan pada Allah kepada penulis. Tugas akhir ini disusun oleh penulis guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan tugas akhir ini melibatkan banyak pihak. Oleh sebab itu dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU. selaku Dekan fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc. Selaku dosen pembimbing sejak dari penulisan proposal hingga penulisan tugas akhir, yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing kedua dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini bisa memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan baik dalam cara penulisan maupun isi tulisan didalamnya. Oleh karena itu, penulis sangat menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pembaca sekalian.

Banda Aceh, 20 November 2022

Penulis,

M. Kharunia Khalik





## DAFTAR ISI

	<b>HALAMAN</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Abu Tandan Kosong / <i>Palm Oil Fuel Ash</i> (POFA) .....	5
2.1.1 Sumber POFA .....	6
2.1.2 Karakteristik POFA.....	6
2.2 Adsorpsi .....	8
2.2.1 Karakteristik Adsorben .....	8
2.2.2 Sistem Adsorpsi.....	9
2.2.3 Jenis-Jenis Adsorpsi .....	10

2.2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi.....	11
2.3 Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH).....	12
2.4 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	13
2.5 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	16
3.1 Tahapan Penelitian.....	16
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.3 Alat dan Bahan.....	20
3.3.1 Alat.....	20
3.3.2 Bahan.....	20
3.4 Variabel Penelitian.....	20
3.5 Metode Pengambilan Sampel Air Limbah (SNI 6989.59:2008).....	20
3.6 Persiapan dan Aktivasi POFA.....	21
3.7 Analisis Karakteristik Arang Aktif.....	21
3.7.1 Kadar Air.....	22
3.7.2 Kadar Abu.....	22
3.8 Prosedur Eksperimen .....	22
3.8 Analisis Parameter .....	24
3.8.1 Analisis TSS.....	24
3.8.2 Analisis COD .....	24
3.9 Teknik Analisis Data.....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	26
4.1 Kemampuan Adsorben POFA dalam Menurunkan Kadar TSS Dan COD Pada Air Limbah RPH.....	26

4.1.1 Aktivasi dan Pengujian Kadar Air dan Kadar Abu Adsorben POFA .....	26
4.1.2 Uji Parameter Air Limbah RPH Sebelum dan Sesudah Penambahan Adsorben .....	28
4.2 Pengaruh Variasi Waktu Pengadukan Terhadap Parameter TSS dan COD	32
4.2.1 Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Parameter TSS .....	32
4.2.2 Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Parameter COD.....	36
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	41
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	42
<b>LAMPIRAN A</b> .....	47
Lampiran B.1 kadar air dan kadar abu .....	47
Lampiran B.2 Perhitungan TSS .....	48
<b>LAMPIRAN B</b> .....	51
1.Proses aktivasi Adsorben .....	51
2.Pengambilan sampel Air Limbah RPH.....	52
<b>LAMPIRAN C</b> .....	54
Standar Nasional Indonesia.....	54
Pengujian parameter TSS (SNI. 06.6989.3.2004) .....	59
Pengujian parameter COD (SNI. 06-6989.73.2009) .....	59

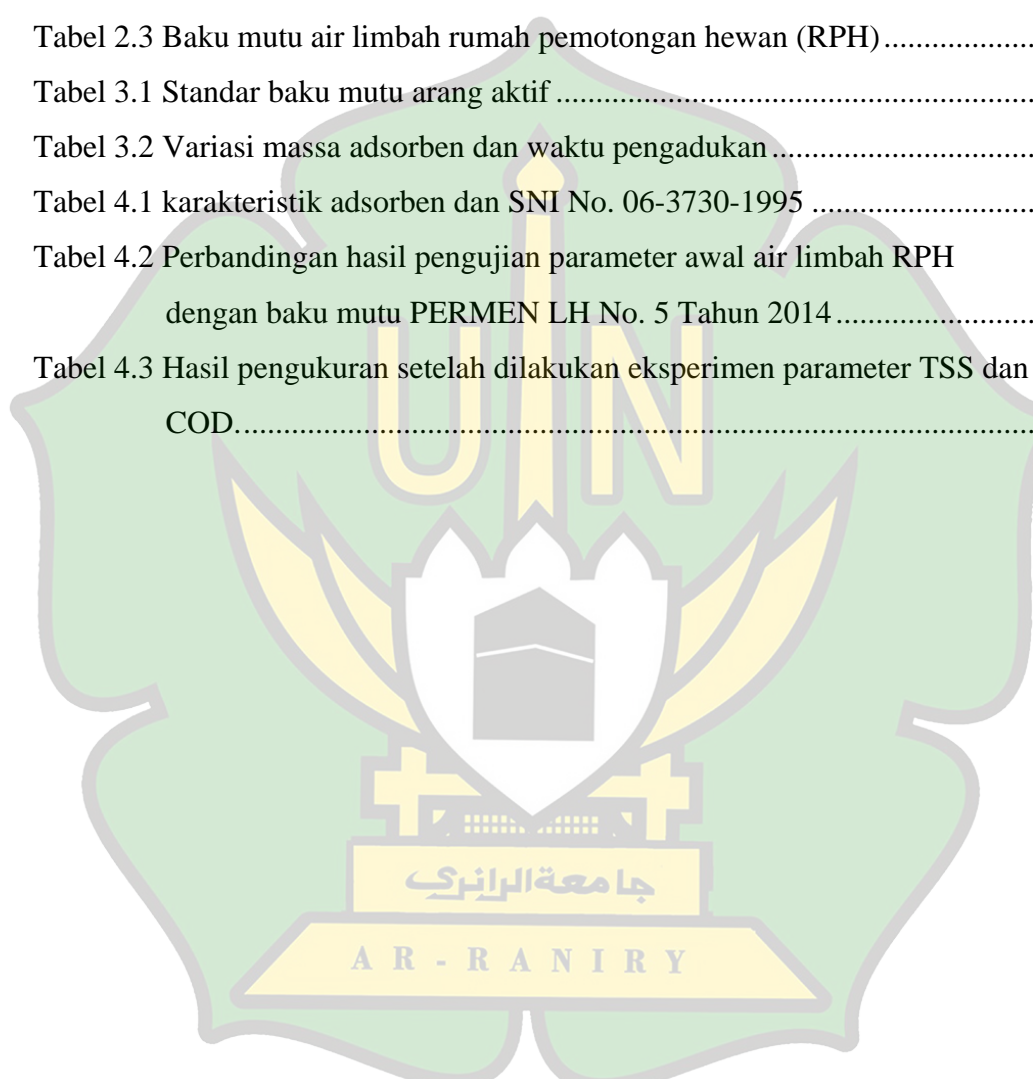
## DAFTAR GAMBAR

	<b>HALAMAN</b>
Gambar 2.1 Tumpukan Tandan Kosong .....	5
Gambar 2.2 Abu Hasil Pembakaran Tandan Kosong Di Dalam Insinerator .....	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....	19
Gambar 4.1 (a) POFA sebelum diayak (b) sesudah di ayak .....	26
Gambar 4.2 Grafik Kapasitas Adsorpsi pada Parameter TSS.....	31
Gambar 4.3 Grafik Kapasitas Adsorpsi pada Parameter COD .....	31
Gambar 4.4 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 0,2 gram .....	33
Gambar 4.5 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 0,4 gram .....	34
Gambar 4.6 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 0,6 gram .....	34
Gambar 4.7 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 0,8 gram .....	35
Gambar 4.8 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 1,0 gram .....	36
Gambar 4.9 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 0,2 gram.....	37
Gambar 4.10 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 0,4 gram.....	38
Gambar 4.11 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 0,6 gram.....	38
Gambar 4.12 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 0,8 gram.....	39
Gambar 4.13 Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 1,0 gram.....	40

## DAFTAR TABEL

## HALAMAN

Tabel 2.1 Komposisi kimia bahan baku POFA.....	7
Tabel 2.2 Standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 .....	9
Tabel 2.3 Baku mutu air limbah rumah pemotongan hewan (RPH).....	13
Tabel 3.1 Standar baku mutu arang aktif .....	22
Tabel 3.2 Variasi massa adsorben dan waktu pengadukan .....	23
Tabel 4.1 karakteristik adsorben dan SNI No. 06-3730-1995 .....	27
Tabel 4.2 Perbandingan hasil pengujian parameter awal air limbah RPH dengan baku mutu PERMEN LH No. 5 Tahun 2014.....	28
Tabel 4.3 Hasil pengukuran setelah dilakukan eksperimen parameter TSS dan COD.....	29



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan pertumbuhan daerah perkebunan pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) di Indonesia meningkat, hal ini diketahui dengan tingginya tingkat hasil produksi *crude palm oil* (CPO) dan *kernel palm oil* (KPO). Berdasarkan data laporan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perkebunan tahun 2020 bahwa luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2017 mencapai 12,38 juta hektar dengan hasil produksi 34,94 juta ton, pada tahun 2018 meningkat menjadi 14,33 juta hektar dengan hasil produksi 42,88 juta ton, dan pada tahun 2019 mencapai 14.60 juta hektar dengan hasil produksi 48,42 juta ton.

Siska (2017) menyatakan bahwa seiring dengan peningkatan areal perkebunan dan hasil produksi kelapa sawit tersebut, mendorong berdirinya pabrik-pabrik pengolahan kelapa sawit yang baru. Tandan buah segar (TBS) biasanya akan diolah di PMKS untuk dijadikan CPO dan KPO. Namun dalam pengolahan tersebut selain menghasilkan CPO dan KPO juga menghasilkan limbah, berupa limbah padat cair dan gas, yang jika tidak dikelola dengan baik akan berdampak buruk terhadap lingkungan. Salmina (2016) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa tandan kosong merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan dari proses produksi CPO dan KPO tersebut. Tandan kosong merupakan salah satu limbah padat yang paling banyak dihasilkan dari proses pengolahan CPO dan KPO, dalam satu ton buah kelapa sawit menghasilkan sekitar 22-23% atau sekitar 220–230 Kg tandan kosong.

Pengolahan serta pemanfaatan tandan kelapa sawit di Indonesia sendiri saat ini masih sangat terbatas. Tandan kosong akan dibakar pada *incinerator* hingga berubah menjadi abu yang disebut dengan *palm oil fuel ash* (POFA). POFA biasanya akan dikumpulkan pada suatu tempat dan tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut (Rizki, 2018). Jika dibiarkan secara terus menerus tentunya hal ini dapat mencemari lingkungan terutama pada tanah dan air tanah. POFA mengandung senyawa lignin, selulosa dan hemiselulosa. Lignoselulosa

merupakan komponen utama penyusun POFA yang memiliki kemampuan mengadsorpsi karena mengandung gugus aktif -OH dan -COOH (Muhammadin, 2017). Rahmadhani, dkk (2015) dalam penelitiannya menyatakan bahwa POFA memiliki konsentrasi pH yang cukup tinggi yaitu 12,5.

Di lain sisi, kebutuhan akan daging semakin hari semakin meningkat khususnya di kota-kota besar seperti kota Banda Aceh. Tubuh manusia membutuhkan protein hewani terutama pada masa pertumbuhan anak - anak dan lansia, karena mengandung asam amino esensial. Protein hewani yang baik didapatkan dari hewan yang sehat, yang disembelih secara efektif dan ditangani dengan aman. Untuk memenuhi kualitas daging yang aman, higienis, utuh, dan halal maka penyembelihan hewan perlu dilakukan di Rumah Potongan Hewan (RPH) (Aini, Sriasih dan Kisworo, 2017). RPH memiliki beberapa fungsi diantaranya memantau kemungkinan terjadi kasus penularan penyakit pada hewan, sebagai tempat pelayanan masyarakat dalam usaha penyediaan daging yang aman, sehat, utuh, dan halal (ASUH), dan sebagai sumber pendapatan daerah melalui distribusi dan biaya potong hewan. Keberadaan RPH juga menghasilkan air limbah yang menjadi sumber pencemaran.

Air limbah RPH adalah semua limbah yang berwujud cairan seperti urine, air pencucian alat-alat dan sebagainya. air limbah rumah potong hewan mengandung protein, lemak, larutan darah, dan padatan tersuspensi yang dapat menyebabkan tingginya kandungan nutrisi, sehingga limbah ini tergolong limbah organik (Dwi, dkk., 2018). Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah menyatakan standar baku mutu air limbah Rumah Potongan Hewan untuk parameter COD mencapai 200 mg/L, BOD mencapai 100 mg/L, TSS 100 mg/L, lemak dan minyak mencapai 15 mg/L, NH<sub>3</sub>-N mencapai 25mg/L dan pH mencapai 6-9.

Unit Pelaksana Teknis Dinas (UPTD) RPH Kota Banda Aceh merupakan salah satu RPH yang memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Meskipun telah dilengkapi IPAL, air limbah yang dihasilkan UPTD RPH Kota Banda Aceh masih kotor sehingga masih diragukan untuk dibuang ke lingkungan. Kotornya air limbah tersebut disebabkan karena tidak tertutupnya saluran pembuangan air

limbah dan pembersihan air limbah setelah pemotongan, terkadang tidak dilakukan dengan segera akibat keterbatasan tenaga kerja. Tidak tertutupnya saluran pembuangan air limbah di RPH Kota Banda Aceh menyebabkan penumpukan isi rumen, isi usus dan lemak di dalam air limbah. Hal ini dapat mengakibatkan tingginya kandungan bahan organik pada air limbah RPH. Kandungan zat organik dan kebutuhan oksigen yang dibutuhkan dapat diketahui dengan dilakukan pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Dissolved Oxygen* (DO) (Nuraini, Trantri dan Fajar, 2019).

Anggraini (2017) dalam penelitiannya memanfaatkan POFA sebagai adsorben dalam mendegradasi kandungan COD dan BOD limbah PMKS. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil yang paling optimal adalah penggunaan massa adsorben 5 g/L. Kondisi awal BOD 123,92 mg/L dan COD 344,2 mg/L. Setelah dilakukan penambahan adsorben POFA sebanyak 5g kandungan BOD dapat diturunkan menjadi 60,22 mg/L dan COD menjadi 188,2 mg/L.

Dari dua permasalahan lingkungan ini membuat penulis melakukan sebuah penelitian yang dapat menyelesaikan dua masalah lingkungan POFA sebagai adsorben yang dapat menurunkan kadar TSS dan COD pada air limbah RPH, dengan judul “Uji Pemanfaatan *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar TSS Dan COD Pada air limbah RPH”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kemampuan adsorben POFA dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada air limbah RPH?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi waktu pengadukan dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada air limbah RPH?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kemampuan adsorben POFA dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada air limbah RPH.



2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pengadukan dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada air limbah RPH.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun yang manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengurangi jumlah penumpukan limbah POFA digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar TSS dan COD pada limbah RPH yang dapat mencemari lingkungan.
2. Untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh air limbah RPH dengan menggunakan adsorben POFA.
3. Untuk memberikan informasi kepada masyarakat dan pada pihak RPH, adanya alternatif bahan pengolahan air limbah serta kepada pihak akademis yang ingin melanjutkan penelitian di bidang ini.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian adsorben POFA hanya dilakukan pada limbah yang diambil dari RPH Kota Banda Aceh.
2. POFA yang digunakan dalam penelitian ini merupakan abu hasil pembakaran dari *incinerator* PMKS PT. Bangun Sempurna Lestari yang berada di Kota Subulussalam.
3. Parameter yang diuji dalam penelitian ini yaitu TSS dan COD.
4. Karakterisasi arang aktif berupa kadar air dan kadar abu.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Abu Tandan Kosong / *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*

Tandan kosong kelapa sawit adalah salah satu produk sampingan berupa padatan dari industri pengolahan kelapa sawit, sedangkan abu tandan kosong merupakan sisa hasil pembakaran tandan kosong pada *incinerator* atau *boiler*. Abu sawit yang disebut juga dengan POFA adalah limbah padat yang merupakan masalah bagi industri kelapa sawit karena memerlukan lahan pembuangan yang luas. Peningkatan Jumlah POFA setiap tahunnya akan memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi dampak buruk yang tersebut adalah dengan memanfaatkan kembali limbah POFA (Yuliana, dkk 2014).



**Gambar 2.1** Tumpukan Tandan Kosong

Penanganan limbah POFA oleh pabrik minyak sawit saat ini masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong. Hal ini berpotensi membahayakan lingkungan dan masyarakat sekitar jika terbawa ke perairan. Namun selain dampak buruk yang ditimbulkan, POFA juga memiliki nilai positif yaitu memiliki komposisi kimia yang tersusun atas oksida logam  $\text{SiO}_2$  yang memiliki sifat aktif yang dapat digunakan sebagai adsorben dalam menyerap logam dan bahan-bahan kimia lainnya (Arini, dkk 2020).

### 2.1.1 Sumber POFA

Pabrik pengolahan kelapa sawit menghasilkan limbah buangan yang terdiri dari limbah padat, cair dan gas. Limbah padat yang dihasilkan bermacam macam seperti tandan kosong, cangkang, fiber dan lain-lain. Proses ekstraksi 100 ton tandan buah segar akan menghasilkan limbah atau produk sisa yang meliputi 20 ton cangkang, 7 ton serat, dan 25 ton tandan kosong. POFA merupakan hasil pembakaran tandan kosong dengan suhu sekitar 800 – 1000°C (Yuliana, dkk 2014). Limbah padat yang dihasilkan dari hasil pengolahan CPO dan KPO kemudian akan dibakar pada stasiun *incinerator* dan *boiler*. Limbah tandan kosong akan dibakar di stasiun *incinerator*, sedangkan limbah padat lainnya seperti cangkang, serat buah, dan fiber akan dibakar di stasiun *boiler* yang digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga uap (Pardamean, 2014).



**Gambar 2.2** Abu hasil pembakaran tandan kosong di dalam insinerator

### 2.1.2 Karakteristik POFA

POFA merupakan abu sisa hasil pembakaran limbah padat pabrik pengolahan minyak kelapa sawit. POFA memiliki warna hitam keabu-abuan. POFA tergolong ke dalam golongan A-3 yaitu tanah granular, memiliki ukuran partikel berkisar antara 0,076mm sampai 4,75 mm. Granular merupakan sebuah struktur yang dimana tanah berbentuk membulat dan memiliki banyak sisi berbeda (Yuliana dkk, 2014).

Tandan kosong kelapa sawit ini memiliki kandungan senyawa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. 23% tandan buah segar kelapa sawit terdiri dari

tandan kosong atau setiap 1 ton buah kelapa sawit terdiri dari 230 kg tandan kosong. Tandan kosong memiliki bahan lignoselulosa sebesar 55-60% berat kering. Lignoselulosa merupakan komponen penyusun utama tandan kosong yang memiliki kemampuan mengadsorpsi polutan karena tandan kosong mengandung gugus aktif  $-OH$  dan  $-COOH$ . Sofiah dkk (2017), dalam penelitiannya yang memanfaatkan tandan kosong sebagai adsorben, menjelaskan bahwa tandan kosong kelapa sawit mengandung lignoselulosa yang mampu menyerap polutan.

Manikam dkk (2019) dalam penelitiannya yang berjudul *Pollutants Removal From Sewage Wastewater Using Palm Oil Fuel Ash*, menjelaskan bahwa abu POFA mengandung berbagai unsur kimia yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Komposisi kimia bahan baku POFA

Komposisi	Persentase berat	Komposisi	Persentase berat
SiO <sub>2</sub>	46,35	Na <sub>2</sub> O	0,16
CaO	7,94	MnO	0,09
K <sub>2</sub> O	6,38	ZrO <sub>2</sub>	0,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,27	CuO	0,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,22	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,78	ZnO	0,02
MgO	3,26	SrO	0,01
SO <sub>3</sub>	0,81	Rb <sub>2</sub> O	85 PPM
TiO <sub>2</sub>	0,60	NiO	66 PPM
Cl	0,25	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25 PPM

(sumber: Manikam, dkk 2019).

## 2.2 Adsorpsi

Secara umum adsorpsi merupakan proses penggumpalan suatu substansi yang terlarut (*soluble*) pada suatu larutan, yang terjadi pada permukaan zat maupun benda penyerapannya, terjadi suatu ikatan kimia dan fisika antara substansi yang terlarut dengan penyerapannya (Agustina, 2015). Karbon aktif banyak digunakan dalam proses pengolahan air untuk menghilangkan zat yang tidak dapat dibersihkan atau dihilangkan dengan teknik pengolahan yang biasa seperti koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Dalam proses pengolahan air limbah, umumnya metode pengolahan secara adsorpsi dimanfaatkan untuk menyisihkan atau menyerap polutan pencemar, menghilangkan bau, warna, dan lain-lain (Said, 2017).

Proses adsorpsi didasarkan pada kemampuan suatu zat padat (adsorben) untuk mengkonsentrasikan suatu zat tertentu (adsorbat) dari suatu campuran (larutan atau gas) pada permukaannya. Maka dari itu, proses adsorpsi biasanya merupakan proses dimana suatu zat berubah dari fase cair menjadi fase padat. Cairan yang terlibat dalam proses adsorpsi dapat berupa gas atau cairan. Contoh beberapa proses pemisahan adsorben dalam larutan termasuk penghilangan air dari minyak bumi, penghilangan warna dari minyak nabati, penghilangan bau dan rasa dari air. Lamanya proses ini bervariasi tergantung dari jumlah adsorben yang digunakan, mulai dari skala laboratorium hingga skala industri yang menggunakan adsorben dalam jumlah besar (Darwis 2016).

### 2.2.1 Karakteristik Adsorben

Untuk mengetahui kualitas adsorben yang dihasilkan yaitu dengan cara mengkarakterisasikan adsorben. Indonesia telah menetapkan standar mutu karbon aktif yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995. Uraian proses pengujian yang dilakukan dalam menentukan standar kualitas arang aktif dapat dilihat pada Tabel 2.2:

**Tabel 2.2** Standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995

Uraian	Nilai	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C (%)	Maks. 15	Maks. 25
Kadar air (%)	Maks. 4,5	Maks. 15
Kadar abu (%)	Maks. 2,5	Maks. 10
Daya jerap terhadap I (mg/g)	Min. 750	Min. 750
Karbon aktif murni (%)	Min. 80	Min. 65
Daya jerap terhadap Benzena (%)	Min. 25	-
Daya jerap terhadap biru metilen (mg/g)	Min. 60	Min. 120
Berat jenis curah (gr/ml) 0,3 - 0,35	0,45-0,55	0,3- 0,35
Lolos mesh 325 (%)	-	Min. 90
Jarak mesh (%)	90	-
Kekerasan (%)	80	-

*Sumber: Badan Standarisasi Nasional (1995)*

### 2.2.2 Sistem Adsorpsi

Sistem adsorpsi secara umum dibagi menjadi dua bagian, yaitu sistem adsorpsi batch dan sistem adsorpsi kolom (kontinu).

#### a. Adsorpsi Sistem *Batch*

Adsorpsi dengan sistem *batch* merupakan adsorpsi yang dilakukan dengan cara mencampurkan adsorben dengan larutan yang jumlahnya sudah ditetapkan dan mengamati perubahan kualitas pada selang waktu tertentu (Ruthven See, 1984). Adsorpsi dengan sistem *batch* juga bertujuan untuk mengetahui karakteristik adsorben dan adsorbat

#### b. Adsorpsi Sistem Kolom (kontinu)

Adsorpsi atau penyerapan cara dinamis (kolom) adalah penyerapan yang dilakukan dengan menggunakan adsorben dan memasukkan sampel larutan yang ingin diuji, kemudian membiarkannya mengalir sehingga didapatkan hasil keluaran yang telah diadsorpsi (Apriliani, 2010).

### 2.2.3 Jenis-Jenis Adsorpsi

Berdasarkan jenisnya, adsorpsi terbagi ke dalam dua jenis yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia (Herawaty, 1993).

#### a. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika atau disebut juga dengan adsorpsi fisis merupakan adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik yang relatif lemah (*Van Der Waals*) antara permukaan adsorben dengan adsorbat. Adsorpsi ini terjadi ketika adsorbat mengalir atau di alirkan ke permukaan adsorben yang bersih. Pada adsorpsi fisis, adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke bagian permukaan lainnya, dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat yang satu dapat digantikan oleh adsorbat lainnya. Adsorpsi fisis adalah suatu peristiwa yang (*reversible*), sehingga jika kondisi operasinya diubah akan membentuk kesetimbangan baru. Peristiwa adsorpsi gas terjadi sangat cepat. Proses adsorpsi disertai dengan pengeluaran panas sesuai dengan prinsip Le Chatelier (Widi, 2018).

#### b. Adsorpsi Kimia (*Chemisorption*)

Adsorpsi kimia adalah hasil dari interaksi (ikatan) kimia antara adsorben dengan adsorbat. Adsorpsi secara kimia biasanya tidak dapat kembali ke bentuk semula (*irreversible*) dan proses desorpsi dari komponen sebenarnya seringkali terjadi setelah mengalami perubahan reaksi kimia. Pada temperatur yang rendah bahan yang sama hanya akan mengalami proses adsorpsi fisika pada adsorben, akan tetapi terkadang ketika pada temperatur tinggi akan terjadi proses adsorpsi kimia, dan kedua fenomena tersebut dapat berjalan bersamaan. Dalam reaksi menggunakan katalis proses adsorpsi kimia adalah hal yang sangat penting. (Telaumbanua, 2017). Maka dari itu proses adsorpsi kimia tidak akan dibahas pada penelitian ini.

#### 2.2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, yaitu sebagai berikut:

##### 1. Luas permukaan

Semakin luas permukaan suatu adsorben, maka makin banyak pula zat yang teradsorpsi. Luas suatu permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben yang digunakan.

##### 2. Jenis adsorbat

Apabila polarisabilitas adsorbat meningkat, maka meningkat pula kemampuan adsorpsinya suatu molekul dan molekul yang memiliki polarisabilitas yang tinggi (polar) memiliki kemampuan tarik-menarik terhadap molekul lain dibandingkan dengan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (non-polar). Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi. Adsorbat dengan rantai bercabang biasa lebih mudah diadsorpsi dibandingkan dengan rantai yang lurus.

##### 3. Struktur molekul adsorbat

Hidroksil dan amino mengakibatkan pengurangan kemampuan penyisihan, sedangkan nitrogen mampu meningkatkan kemampuan penyisihan.

##### 4. Konsentrasi adsorbat

Semakin besar larutan konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak pula jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.

##### 5. Temperatur

Pemanasan atau pengaktifan yang terjadi pada adsorben akan meningkatkan daya serap dari adsorben terhadap adsorbat yang menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka, dan pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan adsorben rusak sehingga kemampuan penyerapannya menurun.

##### 6. pH

Kadar pH suatu larutan akan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.



### 7. Kecepatan pengadukan

Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi akan berlangsung lambat, sedangkan bila pengadukan terlalu cepat maka kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga menyebabkan proses adsorpsi kurang optimal.

### 8. Waktu kontak

Waktu kontak dapat menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum yang terjadi pada waktu setimbang. Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh:

- 1) Konsentrasi ion logam
- 2) Ion yang terlibat dalam sistem biosorpsi
- 3) Ukuran dan fisiologi biomassa, aktif atau tidak aktif
- 4) Tipe biomassa, jumlah dan jenis ruang pengikatan (Syauqiah dkk, 2011).

## **2.3 Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)**

Menurut SNI 01-6159 (1999) RPH adalah kompleks bangunan dengan bentuk desain khusus yang memenuhi persyaratan teknis dan higienis tertentu serta dimanfaatkan sebagai lokasi pemotongan hewan selain unggas bagi konsumsi masyarakat. Aktivitas usaha pemotongan hewan pada dasarnya sebagai sarana untuk mendapatkan daging yang sehat dan berkualitas. Namun, sebagaimana usaha lainnya, usaha pemotongan hewan dapat menghasilkan limbah yang dapat menjadi sumber pencemaran.

Menurut Yuriski, Haribowo dan Sholichin (2018) air limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah potong hewan sebagian besar bersumber dari air pembersihan kandang ternak, air pembersihan ruang potong, dan air pembersih intestinal. Pada proses pemotongan hewan, air limbah akan menyebar melalui aliran air. Menurut Padmono (2005) pemakaian air yang tidak menggunakan sistem kran pengatur akan menyebabkan air mengalir sepanjang waktu pemotongan tanpa terkendali, demikian juga pemakaian air pembersih intensional tidak terkendali karena air mengalir sepanjang pemotongan tanpa kran.

Air limbah rumah potong hewan mengandung protein, lemak, larutan darah, dan padatan tersuspensi yang dapat menyebabkan tingginya kandungan nutrisi, sehingga limbah ini tergolong limbah organik (Dwi, Sari, Moelyaningrum

dan Ningrum, 2018). Beban tercemar sebagian besar bersumber dari cecceran darah. Umumnya darah yang dihasilkan pada tahapan penyembelihan atau pemotongan ditampung terlebih dahulu pada bak pengumpul. Namun pada kenyataannya, walaupun darah telah ditampung dalam drum pengumpul, lebih kurang 3-5 L darah tercecer sepanjang ruang pemotongan hingga ruang penggantungan (Padmono, 2005). Darah dapat meningkatkan kandungan COD dan TSS. Pada proses penyembelihan atau pemotongan sapi, darah yang dihasilkan rata-rata mencapai 7,7%, darah yang dihasilkan tersebut dapat meningkatkan kadar COD sebesar 8 218.300 mg/L, PH 7,3, dan kadar air 82% (Dwi, Sari, Moelyaningrum dan Ningrum, 2018).

Keberadaan bahan pencemar yang berlebihan di badan air maupun lingkungan dapat mengancam kesehatan manusia. Oleh karena itu, kadar bahan pencemar di dalam air limbah harus memenuhi baku mutu. Baku mutu air limbah RPH merupakan batas maksimum jumlah unsur pencemar yang ada dalam air limbah RPH untuk dibuang ke lingkungan. Baku mutu air limbah RPH menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah ini.

**Tabel 2.3** Baku Mutu Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)

Parameter	Satuan	Kadar Paling tinggi
pH	-	6-9
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak dan Lemak	mg/L	15
Amoniak	mg/L	25
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000
Debit	L/orang/Hari	100

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah).

## 2.4 Total Suspended Solid (TSS)

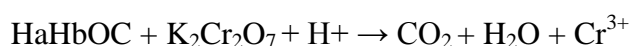
*Total Suspended Solid* atau disebut juga dengan padatan tersuspensi merupakan partikel yang tersuspensi di dalam air. Mikroorganisme seperti

fitoplankton, zooplankton, bakteri dan jamur atau bahkan benda mati seperti pasir, lumpur dan partikel tanah liat diklasifikasikan sebagai partikel yang tersuspensi air. Air yang mengandung TSS akan menjadi media dimana terjadinya reaksi kimia heterogen bertindak sebagai sedimen yang dapat mempengaruhi kemampuan untuk menghasilkan bahan organik dalam air (Doraja, 2012).

Kondisi TSS yang sangat tinggi di dalam air akan merubah warna air menjadi keruh, sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari ke dalam perairan. Ekosistem di perairan memerlukan cahaya matahari sebagai sumber energi bagi tanaman yang ada di dalam air untuk berfotosintesis dan juga sebagai bentuk untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Dalam penelitian Bilotta dan Brazier (2008) mengatakan bahwa TSS adalah salah satu faktor penting menurunnya kualitas air yang menyebabkan perubahan secara fisika, kimia dan biologi. Perubahan secara fisika yang diakibatkan TSS meliputi penambahan zat padat baik bahan anorganik maupun organik ke dalam air sehingga meningkatkan kekeruhan yang mengakibatkan penghambatan penetrasi cahaya matahari ke badan air. Berkurangnya penetrasi cahaya matahari tersebut, kemudian akan mempengaruhi proses fotosintesis tumbuhan, fitoplankton, dan lainnya yang ada di dalam air.

## 2.5 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

*Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air, dimana pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$  digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) (Alerts dan Santika, 1987). Bahan buangan organik akan dioksidasi oleh kalium dikromat yang digunakan sebagai sumber oksigen (*Oxidizing Agent*) menjadi gas  $CO_2$  dan gas  $H_2O$  serta sejumlah ion *chrom*. Reaksinya sebagai berikut:



Apabila di perairan terdapat bahan organik yang resisten terhadap degradasi biologis, contohnya tanin, fenol, polisakarida dan sebagainya, maka

pengukuran COD lebih cocok dilakukan daripada pengukuran BOD. Kenyataannya hampir semua zat organik dapat dioksidasi oleh oksidator kuat seperti kalium permanganat dalam suasana asam, diperkirakan 95% - 100% bahan organik dapat dioksidasi (Arif,2018).



## **BAB III**

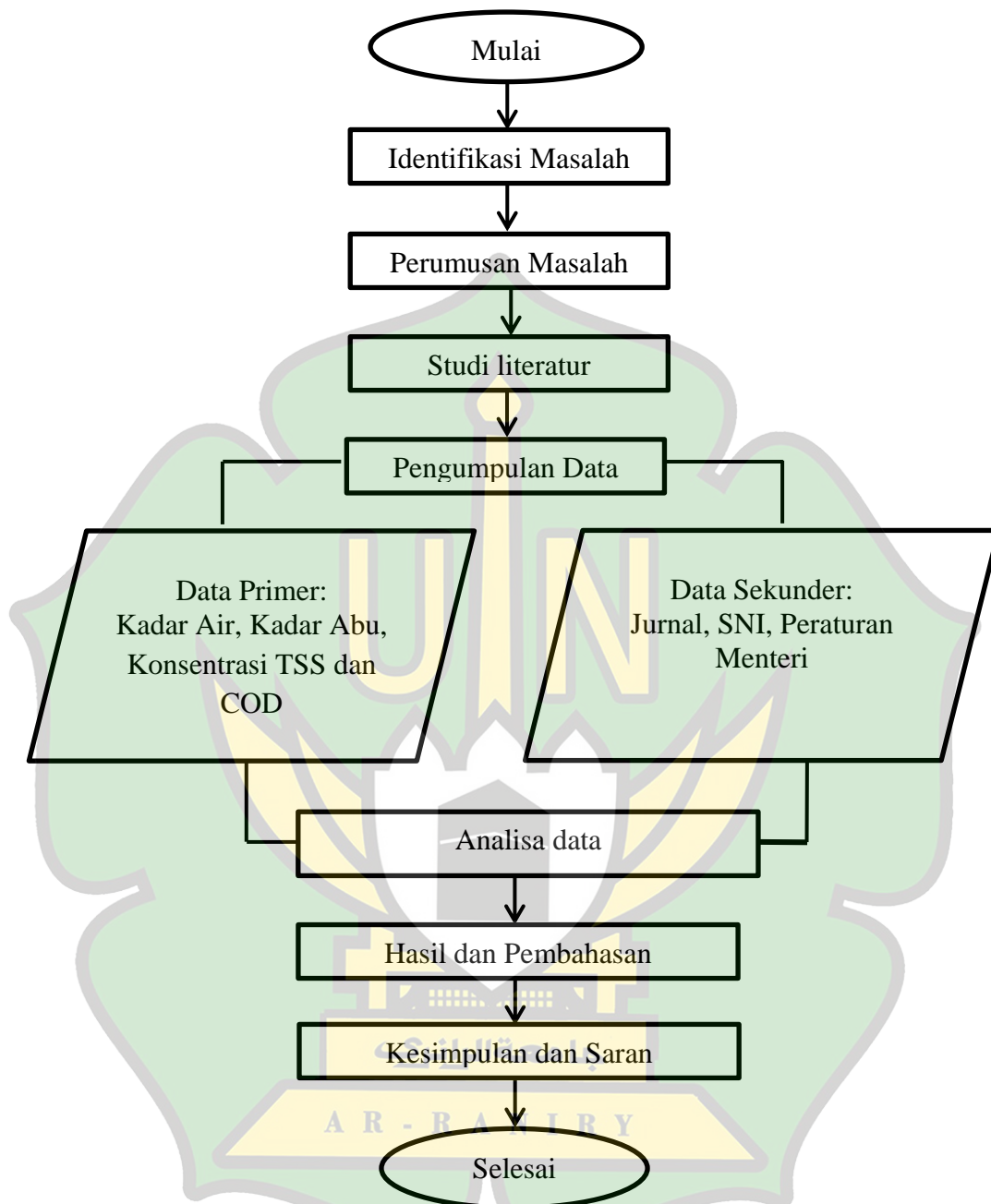
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa langkah atau tahapan yaitu sebagai berikut:

1. Tahapan studi literatur yang dilakukan untuk mengetahui informasi terkait proses penelitian yang akan dilaksanakan. Sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini berupa jurnal, dan skripsi terdahulu.
2. Tahapan identifikasi masalah merupakan langkah awal yang diteliti dari suatu masalah.
3. Tahap pembuatan adsorben yang meliputi aktivasi dengan menggunakan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
4. Tahapan pengambilan sampel air limbah RPH yang akan digunakan.
5. Tahap pengujian kondisi awal sampel air limbah RPH yang meliputi pengujian TSS, dan COD.
6. Tahap eksperimen adsorpsi limbah RPH dengan adsorben POFA yang telah disiapkan sebelumnya.
7. Tahap analisa data dan penarikan kesimpulan untuk menjawab kemampuan daya adsorpsi dan variasi waktu pengadukan adsorben POFA dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada air limbah RPH.

Adapun untuk diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai bulan April tahun 2023. Adapun untuk lokasi eksperimen dan pengujian parameter sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry yang berlokasi di Jalan Lingkar Kampus UIN Ar-raniry, Rukoh, Darussalam, Banda Aceh. Sampel air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) di ambil dari salah satu RPH yang berada di Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh. Lokasi pengambilan sampel air limbah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2 Peta lokasi pengambilan sampel



### 3.3 Alat dan Bahan

#### 3.3.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah pipet tetes, *Erlenmeyer*, Neraca Analitik, pH Meter, Vakum Filtrasi, COD Meter, Cawan Porselin, *Oven*, *Furnace*, *Beaker Glass*, *Jar Test* timbangan analitik dan spatula.

#### 3.3.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air limbah RPH, *Aquades*, *palm oil fuel ash* (POFA), Kertas Whatman,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_2SO_2$  dan  $NH_4CL$ .

### 3.4 Variabel Penelitian

Ada dua variabel yang digunakan dalam penelitian ini yakni variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi waktu pengadukan yaitu 15 dan 30 menit dan variasi massa adsorben POFA yang digunakan 0,2 g, 0,4 g, 0,6 g, 0,8 g, dan 1,0 g. Sedangkan untuk variabel terikat dalam penelitian ini adalah kecepatan pengadukan 100 rpm, sampel air limbah RPH dengan volume 500 ml dan waktu pengendapan selama 1 jam.

### 3.5 Metode Pengambilan Sampel Air Limbah (SNI 6989.59:2008)

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *grab sampling* atau sesaat. Pengambilan sampel dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan (SNI 6989.59:2008) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel air limbah diambil langsung dari outlet IPAL tepatnya di bak resapan air limbah RPH Kota Banda Aceh.
2. Pengambilan sampel dilakukan dengan gayung bertangkai lalu dituangkan ke dalam wadah dengan ketentuan berdasarkan (SNI 6989.59.2008) berikut:
  - a. Terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat
  - b. Mudah dicuci dari bekas sebelumnya

- c. Mudah dan nyaman untuk dibawa
- d. Mudah dipisahkan ke dalam botol penampung tanpa ada bahan sisa tersuspensi di dalamnya.

### 3.6 Persiapan dan Aktivasi POFA

Adapun POFA yang digunakan sebagai adsorben dalam penelitian ini adalah POFA yaitu hasil pembakaran dari unit *incinerator* pabrik kelapa sawit pada PT. Bangun Sempurna Lestari yang terletak di Desa Sikalondang, Kota Subulussalam. Sebelum melakukan eksperimen, dipersiapkan terlebih dahulu POFA. Persiapan adsorben ini meliputi aktivasi dan pengujian kualitas adsorben meliputi pengujian kadar air dan kadar abu. Aktivasi POFA dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. POFA terlebih dahulu dicuci menggunakan aquades untuk memisahkan abu atau kotoran yang terdapat pada POFA dan dilanjutkan dengan memasukkan POFA ke dalam *oven* dengan suhu  $115^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam untuk menghilangkan kadar air yang pada POFA setelah dilakukan pencucian.
2. Abu yang sudah kering kemudian diayak dengan ukuran 100 *mesh* untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Abu kemudian direndam ke dalam larutan aktivator menggunakan larutan Amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 0,1 M selama 24 jam dengan perbandingan 1:4.
3. Abu kemudian ditiriskan dengan menggunakan kertas saring dan dicuci dengan *aquades* bertujuan agar menghilangkan sisa  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
4. Karbon aktif kemudian dikeringkan kembali ke dalam oven dengan suhu  $115^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam (Rahadyasti, 2016).

### 3.7 Analisis Karakteristik Arang Aktif

Karbon aktif dapat diidentifikasi berdasarkan sifat-sifatnya dengan mengukur hasil dari kadar air, dan kadar abu untuk menentukan apakah karbon aktif terbentuk dengan benar setelah melalui beberapa proses. Pengujian kualitas

arang aktif mengacu pada SNI No. 06-3730-1995 tentang standar mutu arang aktif yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Standar Baku Mutu Arang Aktif

Parameter	Standar Baku Mutu Arang Aktif (SNI No. 06-3730 1995)
Kadar Air	Maksimum 15%
Kadar Abu	Maksimum 10%

(Sumber: SNI No. 06-3730-1995)

### 3.7.1 Kadar Air

2 gram arang aktif diletakkan ke dalam cawan porselin yang telah ditimbang terlebih dahulu dan diketahui bobotnya. Cawan porselin yang berisi arang aktif dimasukkan ke dalam *oven* pada suhu 105°C selama 3 jam, didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang (Sari, 2019).

$$\text{Kadar Air} = \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100 \% \quad (3.1)$$

Dengan  $w_1$  adalah berat cawan kosong (g),  $w_2$  adalah berat cawan kosong + sampel awal (g), dan  $w_3$  adalah berat cawan kosong + sampel akhir (g).

### 3.7.2 Kadar Abu

2 gram arang aktif ke dalam cawan porselin yang telah ditimbang terlebih dahulu dan diketahui bobotnya. Cawan porselin yang berisi arang aktif ditempatkan ke dalam *muffle furnace* selama 3 jam pada suhu 600°C selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang (Sari, 2019).

$$\text{Kadar abu} = \frac{a}{b} \times 100 \% \quad (3.2)$$

Dengan  $a$  adalah berat abu awal (g) dan  $b$  adalah berat abu di saat akhir (g).

## 3.8 Prosedur Eksperimen

Dalam penelitian ini menggunakan metode adsorpsi secara *batch* yakni dengan mencampurkan adsorben ke dalam sampel pengujian dengan jumlah yang

sudah ditentukan (0,2 g, 0,4 g, 0,6 g, 0,8 g, 1,0 g). kemudian diaduk dengan kecepatan 100 rpm. Untuk tiap-tiap variasi adsorben dilakukan variasi waktu pengadukan yaitu 15 dan 30 menit. Adapun langkah-langkah eksperimen tersebut adalah sebagai berikut:

1. Dimasukkan sampel air limbah RPH ke dalam *beaker glass* sebanyak 500 ml pada masing-masing *beaker glass*.
2. Ditambahkan adsorben yang telah diaktivasi ke dalam masing-masing *beaker glass* sebanyak 0g (sebagai kontrol kondisi awal), 0,2 g, 0,4 g, 0,6 g, 0,8 g, dan 1,0 g secara berurut.
3. Kemudian menggunakan variasi waktu pengadukan selama 15 dan 30 menit untuk setiap penambahan 0,2 g, 0,4 g, 0,6 g, 0,8 g, dan 1,0 g jumlah adsorben.
4. Selanjutnya sampel didiamkan selama satu jam hingga padatan dari adsorben terendapkan.
5. Kemudian dilakukan analisa parameter air limbah RPH yang meliputi TSS dan COD. Cara kerja dan metode yang digunakan dalam menghitung parameter TSS dan COD.

Untuk melihat lebih jelas variasi jumlah adsorben dan waktu pengadukan, dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Variasi massa adsorben dan waktu pengadukan

Waktu Pengadukan (menit)	Massa Adsorben (g)
15	0
	0,2
	0,4
	0,6
	0,8
	1,0
30	0
	0,2
	0,4
	0,6
	0,8
	1,0

### 3.8 Analisis Parameter

#### 3.8.1 Analisis TSS

Menentukan kadar TSS dilakukan secara *gravimetri*. Untuk menghitung konsentrasi parameter TSS dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.3.

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume sampel (L)}} \quad (3.3)$$

Keterangan:

A = berat kertas saring + residu kering (g)

B = berat kertas saring tanpa residu, (g).

#### 3.8.2 Analisis COD

Proses penentuan COD merujuk pada SNI 6989.2-2009. Persiapan sampel COD dimasukkan air limbah RPH sebanyak 2,5 ml ke dalam tabung reaksi dan disusun dalam rak tabung reaksi dengan diberi label nama sesuai dengan massa yang diberikan. Lalu ditambahkan  $\text{K}_2\text{CR}_2\text{O}_7$  sebanyak 1,5 ml menggunakan pipet tetes. Kemudian ditambahkan lagi  $\text{H}_2\text{SO}_2$  sebanyak 3,5 ml menggunakan alat yang sama yaitu pipet tetes dan ditutup.

Proses inkubator pertama diambil COD *reactor merk Hanna*, disambungkan stop kontak, tekan tombol start dan ditunggu sampai 150 °C sampai inkubator mengeluarkan bunyi. selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisikan sampel yang sudah disiapkan tadi ke dalam inkubator. Setelah itu ditekan tombol pilihan start maka timer akan berjalan dan ditunggu selama 2 jam sampai inkubator berbunyi kembali. Selanjutnya diangkat tabung reaksi tadi didinginkan sampai 60°C sampel siap diuji.

Pengujian COD yaitu dinyalakan alat COD meter, dilakukan kalibrasi alat dengan cara dimasukkan *aquades* ke dalam tabung cell dan dimasukkan ke dalam alat COD Meter sampai muncul angka 0,0 mg/L, maka alat sudah terkalibrasi dan siap digunakan. Kemudian dihomogenkan sampel terlebih dahulu, lalu sampel dituangkan ke dalam tabung *cell* dan siap dimasukkan ke dalam alat COD Meter.

Kemudian ditekan *menzure*, dilanjutkan dengan menekan *Enter*, maka akan muncul nilai COD dan dicatat hasilnya.

### 3.9 Teknik Analisis Data

➤ Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Penentuan kapasitas adsorpsi ditentukan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil analisis hasil eksperimen. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen tersebut kemudian dihitung kapasitas adsorpsi dengan menggunakan Persamaan 3.4.

$$Q_e = \frac{C_0 - C_e}{W} \times V \quad (3.4)$$

Keterangan :

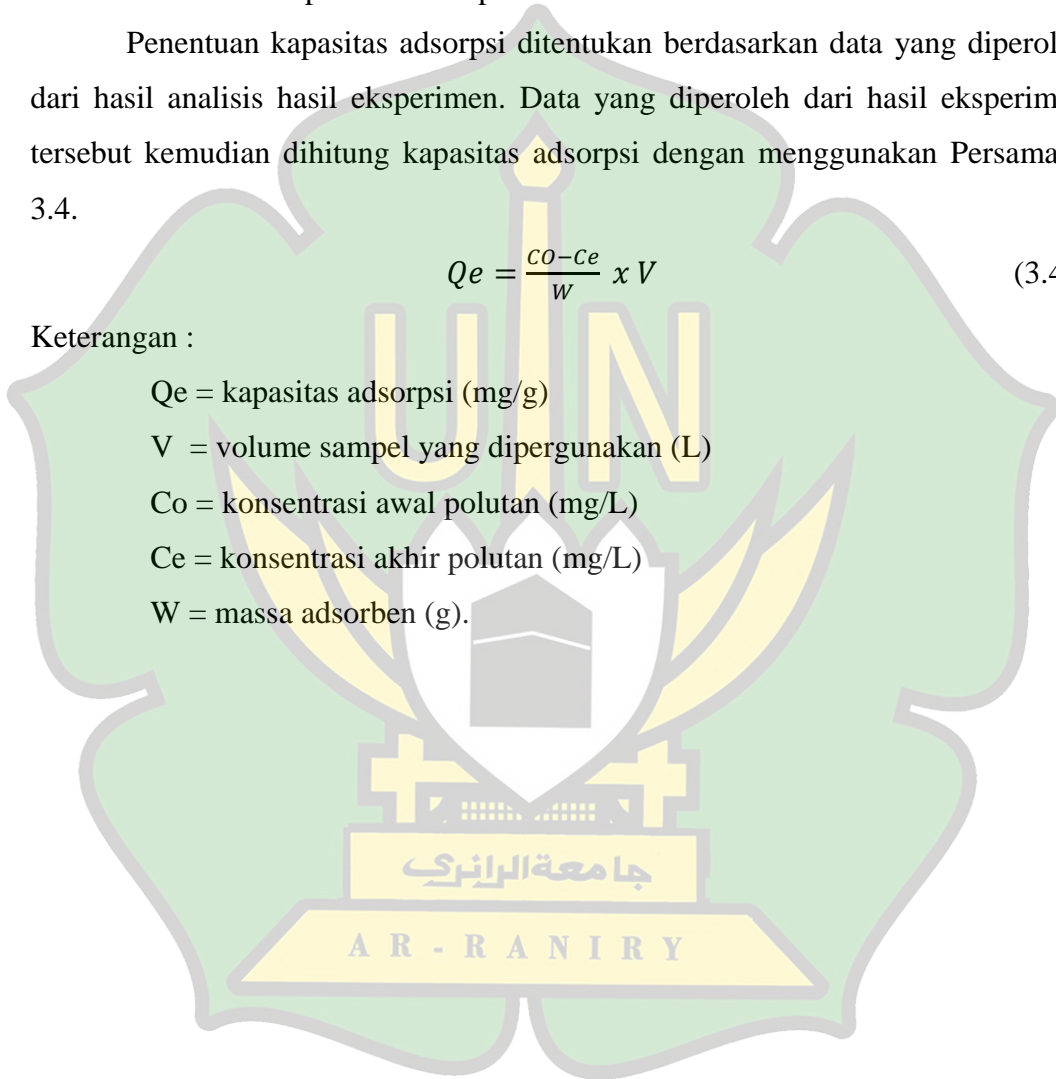
$Q_e$  = kapasitas adsorpsi (mg/g)

$V$  = volume sampel yang dipergunakan (L)

$C_0$  = konsentrasi awal polutan (mg/L)

$C_e$  = konsentrasi akhir polutan (mg/L)

$W$  = massa adsorben (g).



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian ini terdiri dari uji karakteristik adsorben meliputi analisa kadar air dan kadar abu, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran TSS dan COD pada air limbah RPH sebelum dan sesudah perlakuan penambahan adsorben POFA. Setelah mendapatkan data dari hasil pengujian parameter air limbah RPH sebelum dan sesudah perlakuan penambahan adsorben POFA, maka dilakukan pengolahan data untuk mengetahui bagaimana kemampuan adsorben POFA dalam menurunkan kadar TSS dan COD, kemudian untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pengadukan adsorben POFA terhadap parameter TSS dan COD. Untuk mengetahui kemampuan daya adsorpsi dan pengaruh adsorben POFA terhadap air limbah RPH dilakukan perhitungan yaitu kapasitas adsorpsi.

#### **4.1 Kemampuan Adsorben POFA dalam Menurunkan Kadar TSS Dan COD Pada Air Limbah RPH**

##### **4.1.1 Aktivasi dan Pengujian Kadar Air dan Kadar Abu Adsorben POFA**

Proses aktivasi dan pengujian kadar air dan kadar abu pada POFA meliputi pencucian, pengeringan, penyaringan dan perendaman POFA dengan larutan aktivator Amonium Klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).



**Gambar 4.1** (a) POFA sebelum diayak (b) sesudah di ayak

Setelah proses aktivasi selesai, selanjutnya dilakukan pengujian kualitas adsorben POFA yang meliputi kadar air dan kadar abu untuk melihat apakah telah sesuai dengan SNI No. 06-3730-1995 dan bisa digunakan sebagai adsorben. Hasil dari pengujian kadar air dan kadar abu pada adsorben tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Karakteristik adsorben dengan SNI No. 06-3730-1995

Parameter	Hasil Analisa	Nilai Maksimum
Kadar Air	0,12 %	10%
Kadar Abu	0,56 %	15%

(Sumber : SNI No. 06-3730 1995)

Dari hasil uji tersebut, menunjukkan bahwa nilai kadar air pada adsorben POFA tergolong rendah yakni 0,12 %. Dengan nilai kadar air yang rendah ini tentunya akan membuat kemampuan adsorpsi adsorben POFA akan semakin bagus. Berdasarkan pernyataan Mu'jizah (2010) semakin rendah kadar air maka semakin banyak tempat dalam pori yang dapat ditempati oleh adsorbat sehingga kapasitas adsorpsi dari adsorben semakin tinggi. Kemudian untuk kadar abu pada POFA juga dikategorikan rendah yaitu 0,56 % Pengujian kadar abu pada adsorben dilakukan untuk mengetahui oksida logam dan mineral-mineral yang terdapat di dalam abu yang tidak terbuang saat pembakaran dan aktivasi. Rendahnya kadar abu dalam adsorben menandakan rendahnya unsur mineral seperti kalium, kalsium, natrium dan magnesium di dalam abu yang dapat menutupi pori pada abu, sehingga semakin rendah nilai kadar abu adsorben akan meningkatkan daya adsorpsi dari adsorbat (Budiono, 2010). Dari hasil pengujian kadar air dan kadar abu yang dilakukan menandakan bahwa adsorben POFA dapat digunakan sebagai adsorben dan telah sesuai dengan ketentuan SNI No. 06-3730-1995 tentang baku mutu arang aktif.



#### 4.1.2 Uji Parameter Air Limbah RPH Sebelum dan Sesudah Penambahan Adsorben

Pengujian parameter awal air limbah RPH sebelum dilakukan penambahan adsorben POFA terdiri dari dua parameter yaitu TSS dan COD. Pengujian parameter awal ini bertujuan untuk mengetahui kondisi parameter awal limbah sebelum ditambahkan adsorben apakah sudah memenuhi ketentuan baku mutu yang telah ditetapkan atau belum. Jika limbah yang diuji memiliki nilai dibawah ambang batas baku mutu, menandakan limbah tersebut sudah boleh dibuang ke lingkungan, namun jika nilai hasil pengujian melebihi baku mutu yang telah ditetapkan maka perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Hasil pengujian parameter awal sampel sebelum dilakukan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Perbandingan hasil pengujian parameter awal air limbah RPH dengan baku mutu PERMEN LH No. 5 Tahun 2014

Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu	Keterangan
pH	-	6-9	Tidak di Uji
BOD	-	100 mg/L	Tidak di Uji
COD	434 mg/L	200 mg/L	Tidak Memenuhi syarat
TSS	131 mg/L	100 mg/L	Tidak Memenuhi syarat
Minyak dan Lemak	-	15 mg/L	Tidak di Uji
Amoniak	-	25 mg/L	Tidak di Uji
Total Caliform	-	3000	Tidak di Uji
Debit	-	100 L/orang/Hari	Tidak di Uji

Dari hasil pengujian parameter awal pada air limbah RPH tersebut menunjukkan bahwa kondisi awal limbah memiliki nilai TSS dan COD yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014. Yahya (2010) menyebutkan bahwa kondisi seperti ini dapat menyebabkan air berbau busuk, kehidupan biota air menjadi terganggu, menimbulkan penyakit bagi kehidupan manusia dan berkurangnya biota di dalam

air, sehingga dapat mengganggu ekosistem di dalamnya. Oleh karena itu air limbah RPH perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan air limbah RPH dengan menggunakan adsorben POFA yang sudah diaktivasi sebelumnya dengan variasi massa adsorben yaitu 0,2 g, 0,4 g, 0,6 g, 0,8 g, dan 1 g. Pada masing-masing variasi massa adsorben ditambahkan variasi waktu pengadukan 15 dan 30 menit untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai parameter TSS dan COD pada air limbah RPH. Hasil pengukuran setelah dilakukan eksperimen parameter TSS dan COD dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil pengukuran setelah dilakukan eksperimen parameter TSS dan COD

Variasi Eksperimen		Hasil Pengukuran					
		TSS (mg/L)			COD (mg/L)		
Waktu Pengadukan (menit)	Massa Adsorben (gram)	HPA	HSPA	Qe	HPA	HSPA	Qe
15	0,2	131	31	250	434	204	575
	0,4		28	51,5		156	347,5
	0,6		23	90		218	180
	0,8		25	66,2		143	181,8
	1		20	55,5		271	81,5
30	0,2	131	26	262,6	434	325	272,5
	0,4		18	141,2		346	110
	0,6		35	80		278	130
	0,8		24	66,8		428	3,7
	1		20	55,5		419	7,5

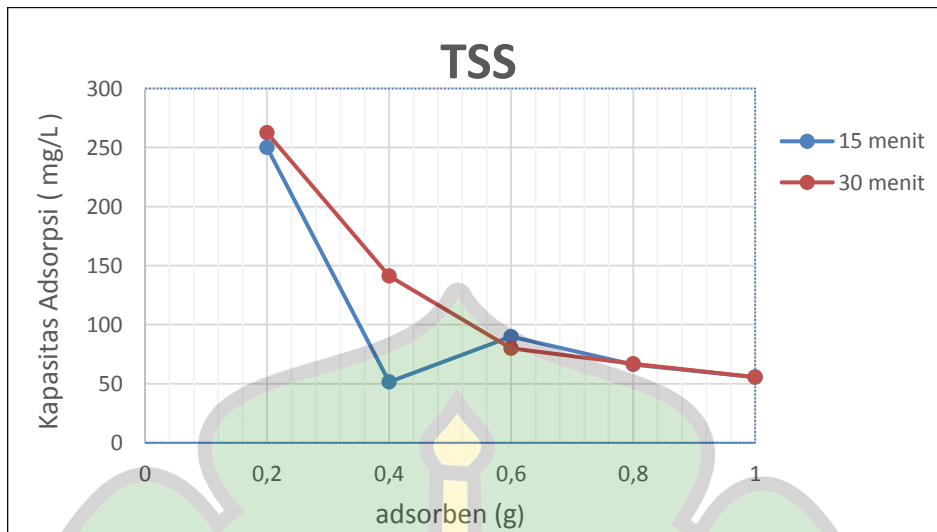
\*= HPA (Hasil Pengukuran Awal) HSPA (Hasil Setelah Penambahan Adsorben) Qe (Kapasitas Adsorpsi).

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kadar TSS dan COD pada air limbah RPH. Hal tersebut menunjukkan bahwa adsorben POFA memiliki kemampuan menurunkan parameter TSS dan COD pada air limbah RPH. Nilai

TSS yang sebelumnya 131 mg/L mampu diturunkan hingga 18 sampai 20 mg/L dengan pemakaian adsorben sebanyak 0,4 g dan 1 g dengan waktu pengadukan 15 dan 30 menit secara berurutan. Sedangkan untuk nilai COD dari sebelumnya 434 mg/L mampu diturunkan menjadi 156 sampai 143 mg/L dengan pemakaian adsorben sebanyak 0,4 dan 0,8 g dan waktu pengadukan 15 menit.

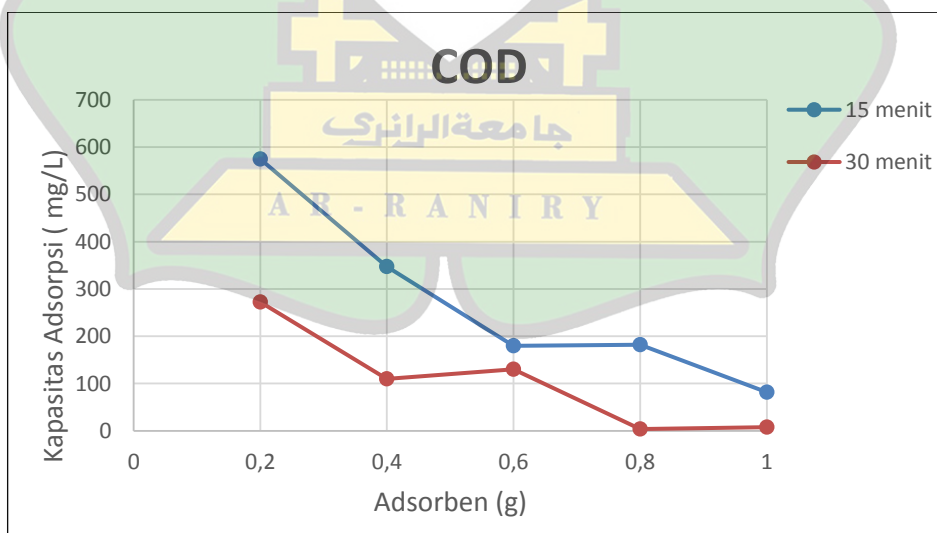
Untuk mengetahui persentase kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat, maka perlu diketahui kapasitas adsorpsi dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan kapasitas adsorpsi. Kapasitas adsorpsi merupakan jumlah banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorben sehingga ketika proses adsorpsi berlangsung pada kondisi optimum maka akan diperoleh arang aktif dengan kapasitas adsorpsi yang maksimum (Aprianti, dkk 2018).

Kapasitas adsorpsi adsorben POFA memiliki nilai yang bervariasi. Untuk parameter TSS didapatkan kapasitas adsorpsi paling tinggi adalah pada penambahan massa adsorben dan waktu pengadukan 0,2 g / 30 menit dengan kapasitas yang diadsorpsi 262,6 mg/g dan sementara untuk parameter COD didapatkan kapasitas paling optimal pada penambahan adsorben dan waktu pengadukan 0,2 g / 15 menit dengan kapasitas yang diadsorpsi 575 mg/g. Dari data ini menunjukkan bahwa nilai kapasitas adsorpsi yang tinggi tidak berjalan sesuai dengan banyaknya adsorben yang digunakan, peningkatan berat adsorben menyebabkan penurunan kapasitas adsorpsi. Menurut Apriliani (2010) kapasitas adsorpsi menunjukkan banyaknya adsorbat yang diserap per massa adsorben, sehingga besarnya massa adsorben mempengaruhi tingginya atau rendahnya tingkat kapasitas adsorpsi. Pada saat peningkatan jumlah adsorben, maka akan terjadi penurunan kapasitas adsorpsi. Grafik kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Kapasitas Adsorpsi pada Parameter TSS

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai kapasitas adsorpsi pada parameter TSS di dapatkan dengan nilai sebesar 250 mg/L dengan penambahan adsorben 0,2 gram dan waktu pengadukan 15 menit, kemudian mengalami penurunan hingga 55,5 mg/L dengan penambahan adsorben 1,0 gram dan waktu pengadukan 30 menit.



Gambar 4.3 Grafik Kapasitas Adsorpsi pada Parameter COD

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa nilai kapasitas adsorpsi pada parameter COD di dapatkan dengan nilai sebesar 575 mg/L dengan penambahan adsorben 0,2 gram dan waktu pengadukan 15 menit, kemudian mengalami penurunan hingga 7,5 mg/L dengan penambahan adsorben 1,0 gram dan waktu pengadukan 30 menit. Dilihat dari kedua data grafik dapat diketahui bahwa kapasitas adsorpsi yang tinggi tidak berjalan sesuai dengan banyaknya adsorben yang digunakan, peningkatan berat adsorben menyebabkan penurunan kapasitas adsorpsi. Menurut Apriliani (2010) kapasitas adsorpsi menunjukkan banyaknya adsorbat yang diserap per massa adsorben, sehingga besarnya massa adsorben mempengaruhi tingginya atau rendahnya tingkat kapasitas adsorpsi.

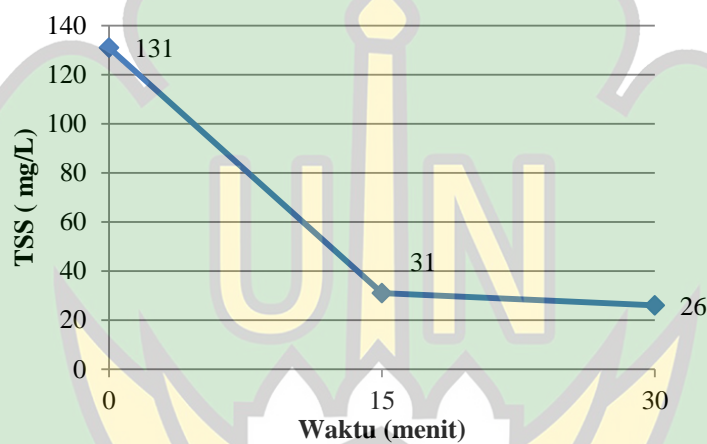
#### **4.2 Pengaruh Variasi Waktu Pengadukan Terhadap Parameter TSS dan COD**

Menurut Wicheisa dkk (2018), selain massa adsorben waktu pengadukan juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Penentuan waktu pengadukan sangat berpengaruh dalam proses adsorpsi. Penentuan waktu pengadukan yang tepat akan menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum (Hariyanti dkk, 2019). Untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan dalam proses adsorpsi menggunakan adsorben POFA, maka dalam penelitian ini proses adsorpsi dilakukan dengan memvariasikan waktu pengadukan yaitu 15 dan 30 menit.

##### **4.2.1 Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Parameter TSS**

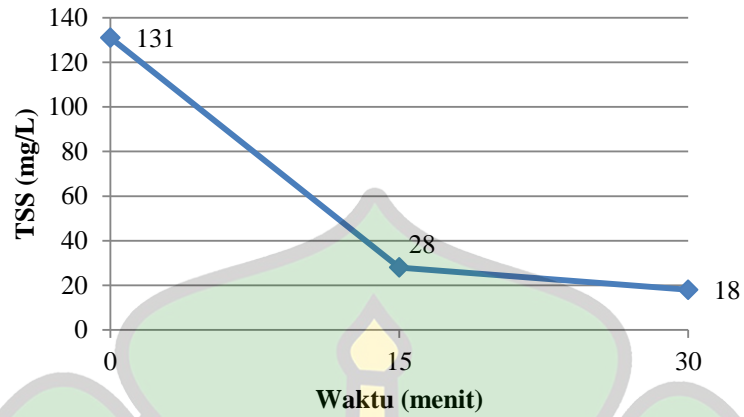
TSS merupakan total zat padat yang terdiri dari zat padat tersuspensi dan zat padat terlarut dalam air yang bersifat anorganik dan organik, adanya kandungan TSS berlebih akan menghalangi potensi cahaya yang masuk ke perairan, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis, Selain itu TSS merupakan partikel-partikel yang tidak dapat terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung (Rumidatul, 2006). Dalam penelitian ini dilakukan pengujian

awal sebelum dilakukan perlakuan pada sampel didapatkan kandungan TSS mencapai 131 mg/L. Nilai ini tentunya telah melewati baku mutu yang telah ditetapkan. Oleh karena itu untuk menurunkan kadar TSS yang berlebih, maka dilakukanlah proses adsorpsi menggunakan adsorben POFA dengan memvariasikan waktu pengadukan. Pengaruh waktu pengadukan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



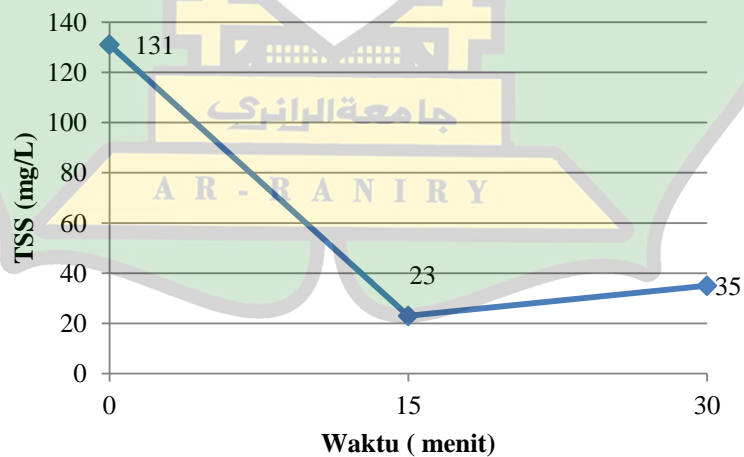
**Gambar 4.4** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 0,2 gram

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai kadar TSS sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 131 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 31 mg/L dengan penambahan massa adsorben 0,2 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 26 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.



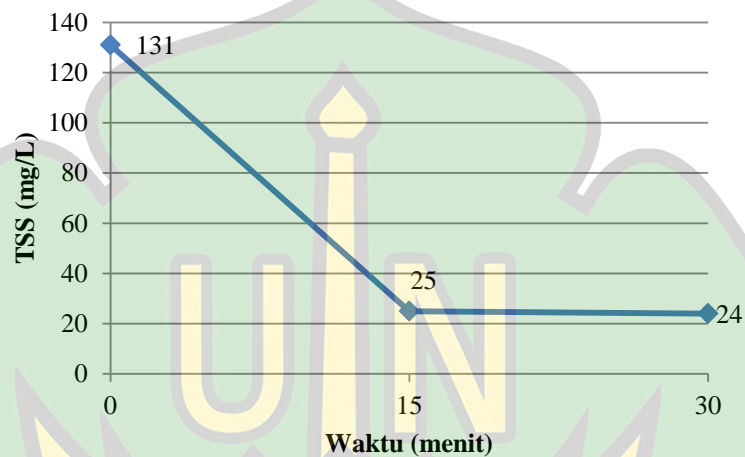
**Gambar 4.5** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 0,4 gram

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa nilai kadar TSS sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 131 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 28 mg/L dengan penambahan massa adsorben 0,4 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 18 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.



**Gambar 4.6** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 0,6 gram

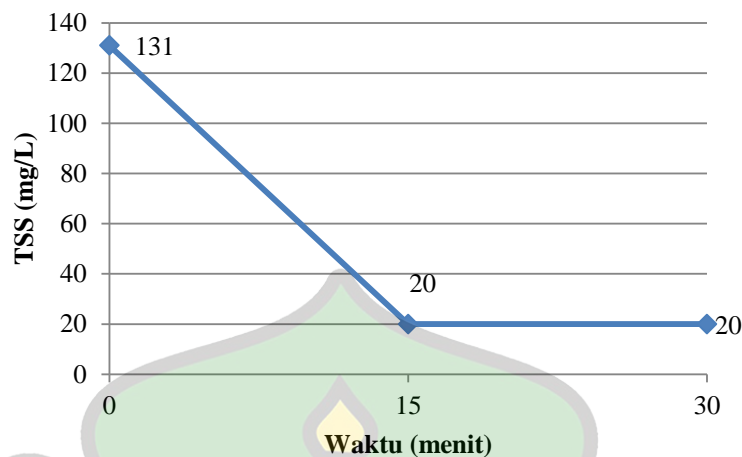
Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa nilai kadar TSS sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 131 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 23 mg/L dengan penambahan massa adsorben 0,6 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami kenaikan kembali menjadi 35 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.



**Gambar 4.7** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 0,8 gram

Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa nilai kadar TSS sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 131 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 25 mg/L dengan penambahan massa adsorben 0,8 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 24 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.





**Gambar 4.8** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter TSS pada penambahan adsorben 1,0 gram

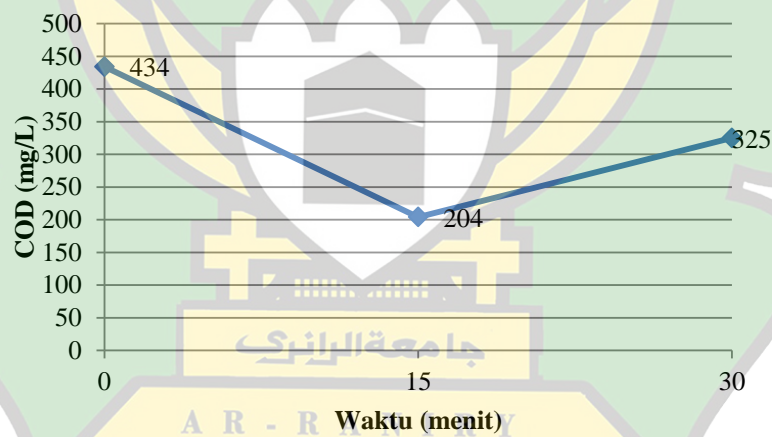
Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa nilai kadar TSS sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 131 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 20 mg/L dengan penambahan massa adsorben 1 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 20 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.

Dari hasil data grafik keseluruhan diatas di dapatkan waktu pengadukan yang optimum pada penambahan adsorben sebanyak 0,4 g dengan waktu pengadukan 30 menit dengan nilai TSS 18 mg/L. Adapun peningkatan nilai TSS yang terjadi di dalam pengadukan, yaitu disebabkan oleh kecepatan pengadukan yang terlalu cepat, maka kemungkinan yang terjadi struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal (Alimatun dalam Reri, 2010). Adsorbat yang telah menempel dan membentuk flok nantinya akan kembali pecah karena besarnya kecepatan yang ada. Penentuan kecepatan pengadukan yang tepat dapat menghasilkan hasil yang optimal pula (Syauqiah dkk, 2011).

#### 4.2.2 Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Parameter COD

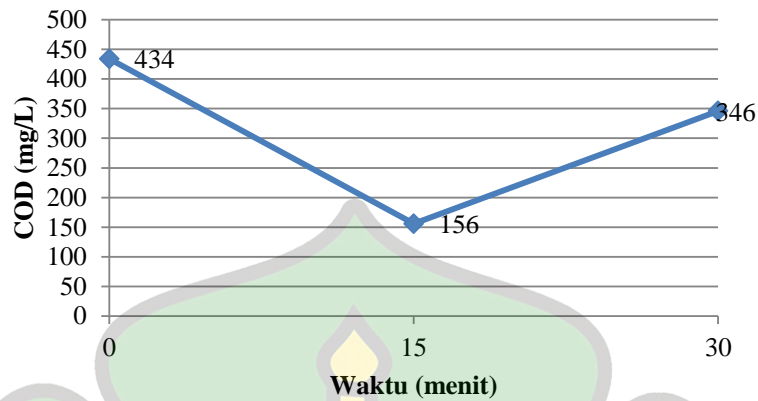
COD adalah kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi zat-zat organik yang berada di dalam perairan secara kimiawi (Permata, 2016). Semakin tingginya

jumlah COD yang dihasilkan maka semakin tinggi kebutuhan akan oksigen di perairan. Dari hasil pengujian kondisi awal sampel limbah RPH, didapatkan nilai parameter COD pada sebesar 434 mg/L. COD dengan nilai tersebut terbilang tinggi dan dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pengolahan limbah tersebut dengan memanfaatkan adsorben POFA berdasarkan pada penelitian Anggraini (2017) yang menyatakan bahwa adsorben POFA memiliki kemampuan menurunkan parameter COD dengan baik. Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu pengadukan yaitu 15 dan 30 menit untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan terhadap kemampuan adsorben POFA dalam menurunkan parameter COD pada air limbah RPH. Pengaruh variasi waktu pengadukan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7.



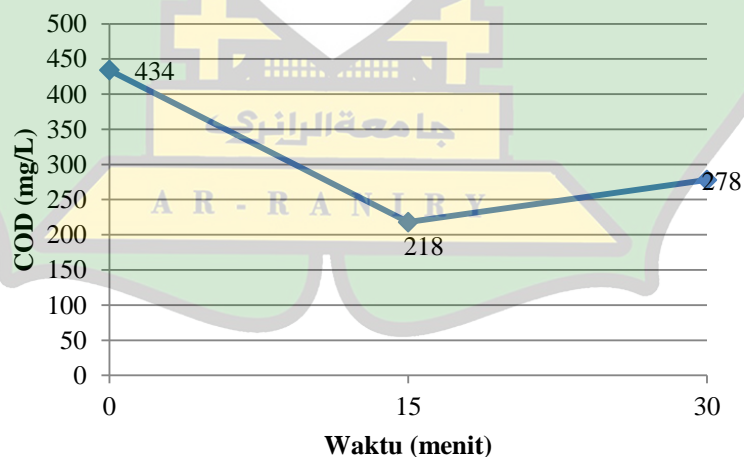
**Gambar 4.9** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 0,2 gram

Dari gambar 4.7 di atas dapat dilihat bahwa nilai kadar COD sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 434 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 204 mg/L dengan penambahan massa adsorben 0,2 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 325 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.



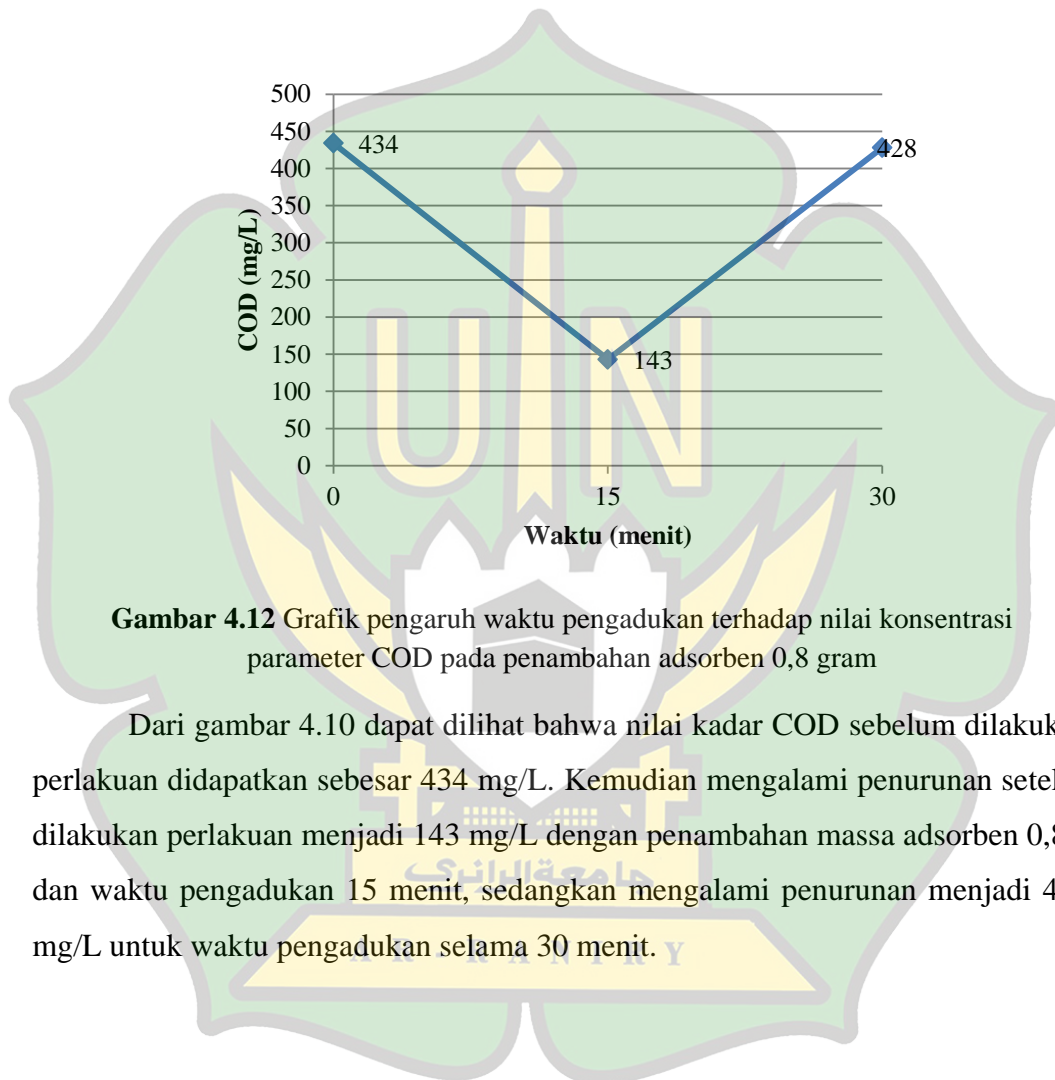
**Gambar 4.10** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 0,4 gram

Dari gambar 4.8 dapat dilihat bahwa nilai kadar COD sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 434 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 156 mg/L dengan penambahan massa adsorben 0,4 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 346 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.



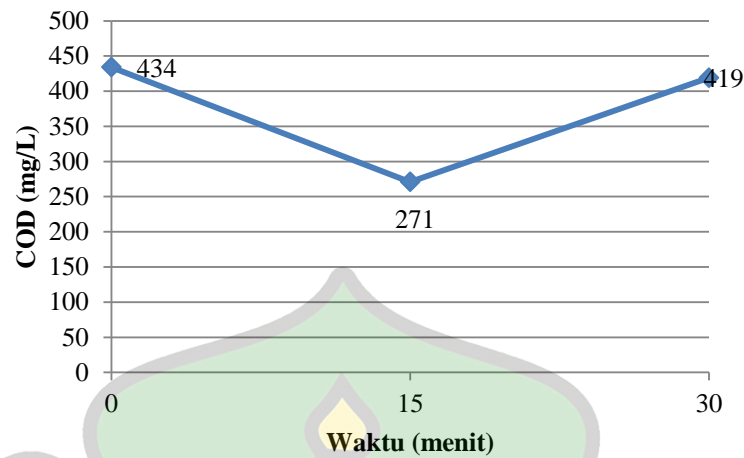
**Gambar 4.11** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 0,6 gram

Dari gambar 4.9 di atas dapat dilihat bahwa nilai kadar COD sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 434 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 218 mg/L dengan penambahan massa adsorben 0,6 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 278 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.



**Gambar 4.12** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 0,8 gram

Dari gambar 4.10 dapat dilihat bahwa nilai kadar COD sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 434 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 143 mg/L dengan penambahan massa adsorben 0,8 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 428 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.



**Gambar 4.13** Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai konsentrasi parameter COD pada penambahan adsorben 1,0 gram

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai kadar COD sebelum dilakukan perlakuan didapatkan sebesar 434 mg/L. Kemudian mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan menjadi 271 mg/L dengan penambahan massa adsorben 1 g dan waktu pengadukan 15 menit, sedangkan mengalami penurunan menjadi 419 mg/L untuk waktu pengadukan selama 30 menit.

Dari hasil data grafik keseluruhan diatas di dapatkan waktu pengadukan yang optimum pada penambahan adsorben sebanyak 0,8 g pada waktu pengadukan selama 15 menit. Namun penambahan waktu pengadukan selama 30 menit nilai COD kembali naik, hal ini disebabkan karena kondisi jenuh yang telah dicapai sebelumnya dimana hampir seluruh permukaan adsorben telah tertutup oleh partikel adsorbat yang ada. Pada kondisi ini terjadi kesetimbangan dinamis antara laju adsorpsi dengan desorpsi dimana tidak akan ada lagi COD yang diserap, sehingga adsorbat telah di serap terlepas kembali. (Waranusantigul dalam Reri dkk, 2010).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai kemampuan adsorben POFA dalam menurunkan kadar TSS dan COD maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Adsorben POFA memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar TSS pada limbah RPH dari sebelumnya 141 mg/L menjadi 18 mg/L untuk parameter COD dari sebelumnya 434 mg/L menjadi 143 mg/L.
2. Dari hasil uji pemanfaatan adsorben POFA yang dilakukan untuk menurunkan kadar TSS dan COD dengan memvariasikan waktu pengadukan, pada parameter TSS yaitu semakin banyak waktu pengadukan yang di tambahkan maka semakin banyak kadar TSS yang diadsorpsi sedangkan untuk parameter COD dapat diketahui bahwa semakin banyak waktu pengadukan yang di tambahkan maka akan terjadi kenaikan kembali nilai COD.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan adsorben POFA dengan menggunakan variasi kecepatan pengadukan serta penambahan pada parameter-parameter lain seperti BOD, Surfaktan dan lain-lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R., Fitria, D., & Sari, P. R. (2010). *Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Adsorben Dalam Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dari Limbah Cair Domestik*. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Agustina, T. E., Kurnia, L., & Darwis, N. (2016). *Penggunaan Reagen Fenton Dan Adsorpsi Terhadap Penurunan Kadar Cod Pada Air Limbah Pencucian Biji Kopi*. Jurnal Teknik Kimia, 21(1).
- Aini, A., Sriasih, M., dan Kisworo, D. (2017). *Studi Pendahuluan Cemaran Air Limbah Rumah Potong Hewan di Kota Mataram*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 15(1), 42. <https://doi.org/10.14710/jil.15.1.42-48>.
- Alaerts, G dan Santika SS. (1987). *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Arif, A. R. (2018). *Penurunan BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Zeolit Teraktivasi*. In Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Apriliani, Ade., (2010), *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah*. Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Anggraini, S., (2017) *Efektivitas Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Menurunkan Bod Dan Cod Dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Padang Tualang Tahun 2017, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Arini, R. N., Triwulan, & Ekaputri, J. J. (2020). *Pasta Ringan Geopolimer Berbahan Dasar Lumpur Bakar Sidoarjo dan Fly ash Perbandingan 3:1 dengan Tambahan Aluminium Powder dan Serat Alam*. Jurnal Teknik Pomits, 1(1), 1–5.
- Bilotta, G.S., R.E. Brazier. (2008). *Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota*. Water Research. 42. 2849-2861.

- Budiono, A., Suhartana, Gunawan. 2010. Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dan Tempurung Kelapa Sawit dengan Asam Sulfat dan Asam Posfat untuk Menyerap Fenol. Skripsi Jur.Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- BSN. (1995). SNI 06-3730-1995. Arang Aktif Teknis (Patent No. 06-3730–1995).
- Doraja, P.H. (2012) *Biodegradasi Limbah Domestik Dengan Menggunakan Inokulum Alami Dari Tangki Septik*. Jurnal sains dan seni ITS, 1 (1): E-45-E47.
- Dwi, E., Sari, A., Moelyaningrum, A. D., dan Ningrum, P. T. (2018). Kandungan Limbah Cair Berdasarkan Parameter Kimia di Inlet dan Outlet Rumah Pemotongan Hewan (Studi di Rumah Pemotongan Hewan X Kabupaten Jember). Skripsi. Universitas Jember.
- Hariyanti, P., & Razif, M. (2019). Pemanfaatan Ampas Tebu (Saccharum Officinarum L) Sebagai Adsorben Untuk Penurunan Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr6+) Pada Limbah Buatan Dengan Menggunakan Metode Batch. In Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur (Vol. 1, No. 1, pp. 420-425).
- Haryoto, J.D. (2011). *Penataan Kawasan Kumuh Pinggiran Sungai Di Kecamatan Sungai Raya*. Jurnal Teknik Sipil Untan. **11**: 19- 34.
- Herawaty, E. (1993). *Sifat-sifat Permukaan dan proses katalis*, Depok, Jurusan Gas dan Petrokimia FTUI
- Isna, Syauqiyah. Mayang Amalia & Hetty.A (2011). *Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif*. Info Teknik Volume.12 No.1.
- Jaya, J. dan R. Ramadhani. (2015). *Optimasi Produksi Pupuk Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dan Aplikasinya Pada Tanaman*. J. Teknologi AgroIndustri. 1(1): 1-8.
- Manikam, M. K., Halim, A. A., Hanafiah, M. M., & Krishnamoorthy, R. R. (2019). *Pollutants Removal From Sewage Wastewater Using Palm Oil Fuel Ash*, 149, 23-30. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.23842>
- Muhammadin. (2017). *Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit*. Konversi,



3(2), 57-66.

- Mu'jizah, S. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa oleifera*. Lamk) dengan NaCl Sebagai Bahan Pengaktif. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains and Teknologi.UIN Malang
- Nuraini, E., Tantri, F., Fajar, L. (2019). Penentuan Nilai BOD dan COD Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik Atk Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*, 07(02), 10-15.
- Padmono, D. (2005). Alternatif Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan Cakung (Suatu Studi Kasus). *J. Tek. Ling. P3TL. BPPT*, 6(1), 303–310.
- Pardamean, M. (2014). *Mengelola Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit secara Profesional*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Permata, Windhu Manja. 2016. “Pemodelan Biological Oxtgen Demand (BOD) Dan Chemical Oxygen Demand (COD) Dengan Pendekatan Regresi Non Parametrik Birespon Pada Data Longitudinal Berdasarkan Estimator SplineTruncated (Studi Kasus : Sungai Brantas Di Sekitar Lokasi Industri).”SKRIPSI, 466.
- Purwendro,D., Hendrawan, Y., & Yulianingsih, R. (2010). Pengaruh aktivator dan Waktu kontak terhadap kinerja arang aktif berbahan eceng gondok (*eichornia crassipes*) pada penurunan COD limbah cair Penatu. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(1), 15-23.
- Rahimah, R. (2016). *Pengolahan Air Limbah Tahu menggunakan Bioreaktor Anaerob-Aerob Bermedia Karbon Aktif dengan Variasi Waktu Tinggal. Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 4(2), 30-35.
- Rizki, A. (2018). *Analisis pengaruh harga Crude Palm Oil (CPO) dunia terhadap nilai tukar riil Rupiah. Buletin Ekonomi Moneter Dan Perbankan* 16.4 (2018): 315-338.

- Rumidatul, A. 2006. Efektivitas Arang Aktif Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Limbah. Tesis Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Ruthven, D. M., (1984). *Principle of Adsorption & Adsorption Process*. John Wiley & Sons : New York,124-141.
- SNI 01-6159-1999 tentang Rumah Pemotongan Hewan (p. 17).
- SNI 06-3730-1995: Arang Aktif Teknis. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 6989.2-2009. Tentang Standar Cara Pengujian Parameter Chemical Oxygen Demand (COD)
- SNI 6989.59:2008. Tentang Standar Cara Pengambilan Sampel.
- Said, Muhammad, Prawati, A.W., dan Murenda E, (2008). *Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Pada Adsorpsi Larutan Iodium*. Jurnal Teknik Kimia.
- Sari, F. P. (2019). Pemanfaatan Dan Karakterisasi Kitosan-Karbon Aktif Dari Ampas Kopi Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Logam Kadmium dan Nikel. Tesis. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Salmina, (2016), *Studi Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Oleh Masyarakat di Jorong Koto Nagari Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang*. Jurnal Spasial Vol 6, No, 2
- Siska, N. (2017). *Kajian Karakteristik Spektrum Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian, 10(1)*.
- Sofiah ,N., Prasaty, D, dan Afiantara, D, B., (2017), *Pengaruh Aktivasi Karbon Aktif Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Adsorpsi Kadmium Terlarut*. JRTPPI, Vol. 8 (2) 55-66, Tangerang Selatan.
- Sugiharto. (2008). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI-Press. Jakarta.
- Supiati, S., Yudi, M., & Chadijah, S. (2013). Pengaruh konsentrasi aktivator asam klorida (HCl) terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif kulit durian (Durio Zibethinus) pada zat warna methanil yellow. *Al-Kimia, 1(1)*, 53-63.
- Sutanto. (2015). *Kontribusi Limbah Deterjen Terhadap Status Kehidupan Perairan di DAS Citarum Hulu*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 5(3).

- Syauqiah, I., Amelia, M., Kartini, H, A. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknik*, 12(1). 2011.
- Telaumbanua, J.J. (2017) *Penggunaan Fly Ash dan Bottom Ash Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Untuk Mengadsorpsi Warna Pada Limbah Cair Buatan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Wicheisa, F, V, dkk. (2018). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Cair RPH Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6).
- Widi, R. K. (2018). *Pemanfaatan Material Anorganik: Pengenalan dan Beberapa Inovasi di Bidang Penelitian*. Yogyakarta.
- Widiatmoko, D. (2013). *Metodologi penelitian Visual: Dari Seminar ke Tugas Akhir*. Bandung : Dinamika Komunikasi
- Yulianti. (2006). *Unjuk Kerja Sistem Adsorpsi Chiller Pemanasan Ulang Dua Tingkat*. *Matrik: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 6(3), 179.

**LAMPIRAN A**  
**HASIL PERHITUNGAN**

**Lampiran B.1 kadar air dan kadar abu**

1. kadar air

Diketahui :

W<sub>1</sub> : berat cawan kosong : 61,36 g

W<sub>2</sub> : berat cawan kosong + sampel awal : 63,36 g

W<sub>3</sub> : berat cawan kosong + sampel akhir : 63,11 g

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Kadar air} &= \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100 \% \\ &= \frac{63,36 - 63,11}{63,36 - 61,36} \times 100 \% \\ &= \frac{0,25}{2} \times 100 \% \\ &= 0,12 \% \end{aligned}$$

2. kadar abu

Diketahui :

a : berat cawan + abu awal : 65,18 g

b : berat cawan + abu ahir : 64,62 g

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Kadar abu} &= \frac{a}{b} \times 100 \% \\ &= \frac{65,18}{64,62} \times 100 \% \\ &= 0,56 \% \end{aligned}$$

## Lampiran B.2 Perhitungan TSS

### 1. Massa adsorben 0,2 g

- Pengadukan 15 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1460 - 0,1429) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{3,1}{0,1} \\ &= 31 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Pengadukan 30 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1451 - 0,1425) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{2,6}{0,1} \\ &= 26 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

### 2. Massa Adsorben 0,4 g

- Pengadukan 15 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1353 - 0,1325) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{2,8}{0,1} \\ &= 28 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Pengadukan 30 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1854 - 0,1836) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{1,8}{0,1} \\ &= 18 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

3. Massa adsorben 0,6 g

- Pengadukan 15 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1426 - 0,1403) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{2,3}{0,1} \\ &= 23 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Pengadukan 30 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1433 - 0,1398) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{3,5}{0,1} \\ &= 35 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

4. Massa adsorben 0,8 g

- Pengadukan 15 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1468 - 0,1443) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{2,5}{0,1} \\ &= 25 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Pengadukan 30 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1386 - 0,1372) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{2,4}{0,1} \\ &= 24 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

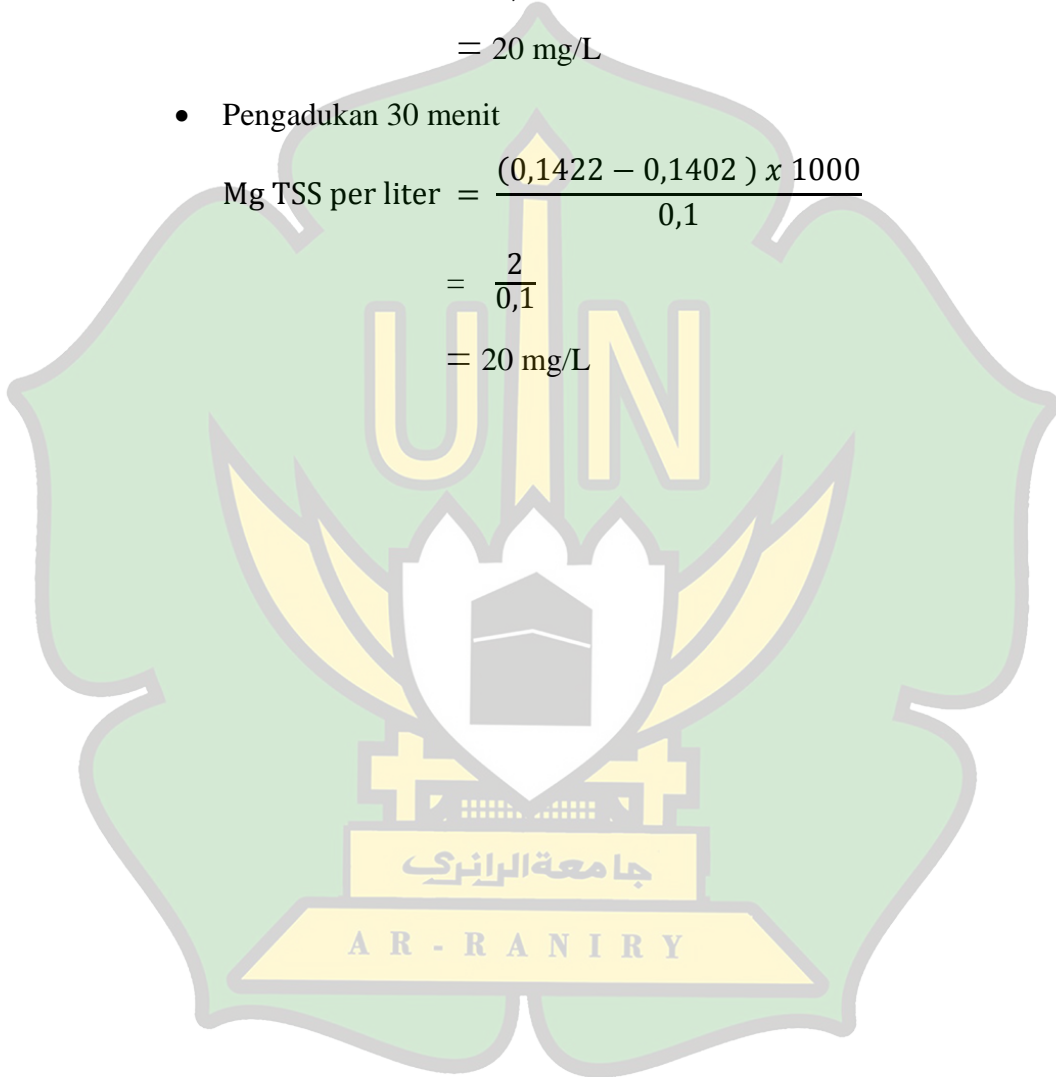
5. Massa adsorben 1 g

- Pengadukan 15 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1460 - 0,1440) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{2}{0,1} \\ &= 20 \text{ mg/L}\end{aligned}$$








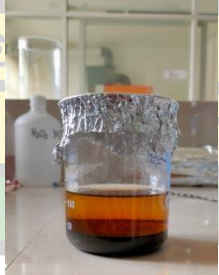

- Pengadukan 30 menit

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(0,1422 - 0,1402) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{2}{0,1} \\ &= 20 \text{ mg/L}\end{aligned}$$



**LAMPIRAN B**  
**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

**1. Proses aktivasi Adsorben**

 <p>Gambar 1.1 <i>POFA</i> sebelum diayak</p>	 <p>Gambar 1.2 pengayakan <i>POFA</i> dengan 100 mesh</p>	 <p>Gambar 1.3 <i>POFA</i> setelah diayak</p>
 <p>Gambar 1.4 aktivator <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> sebelum dilarutkan</p>	 <p>Gambar 1.5 <i>POFA ash</i> yang akan di aktivasi</p>	 <p>Gambar 1.6 <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> yang sudah dilarutkan</p>
 <p>Gambar 1.7 perendaman <i>POFA</i> pada larutan aktivator</p>	 <p>Gambar 1.8 <i>POFA</i> setelah direndam selama 24 jam</p>	 <p>Gambar 1.9 pencucian <i>POFA</i> menggunakan <i>aquades</i></p>





Gambar 1.10 pencucian *POFA* menggunakan *aquades*



Gambar 1.11 *POFA* yang akan dikeringkan dengan oven



Gambar 1.12 *POFA* setelah dikeringkan

## 2. Pengambilan sampel Air Limbah RPH



Gambar 2.1 UPTD RPH Kota Banda Aceh



Gambar 2.2 Sumur Endapan Air limbah RPH



Gambar 2.3 Pengambilan Sampel Air Limbah RPH



Gambar 2.4 Pengambilan Sampel Air Limbah RPH

### 3. Proses Ekperimen



Gambar 3.1 Pengadukan menggunakan *jar test*



Gambar 3.2 Pengadukan menggunakan *jar test*



Gambar 3.2 Proses Pengendapan selama 1 jam



Gambar 3.4 Proses penyaringan TSS menggunakan *Vacum*



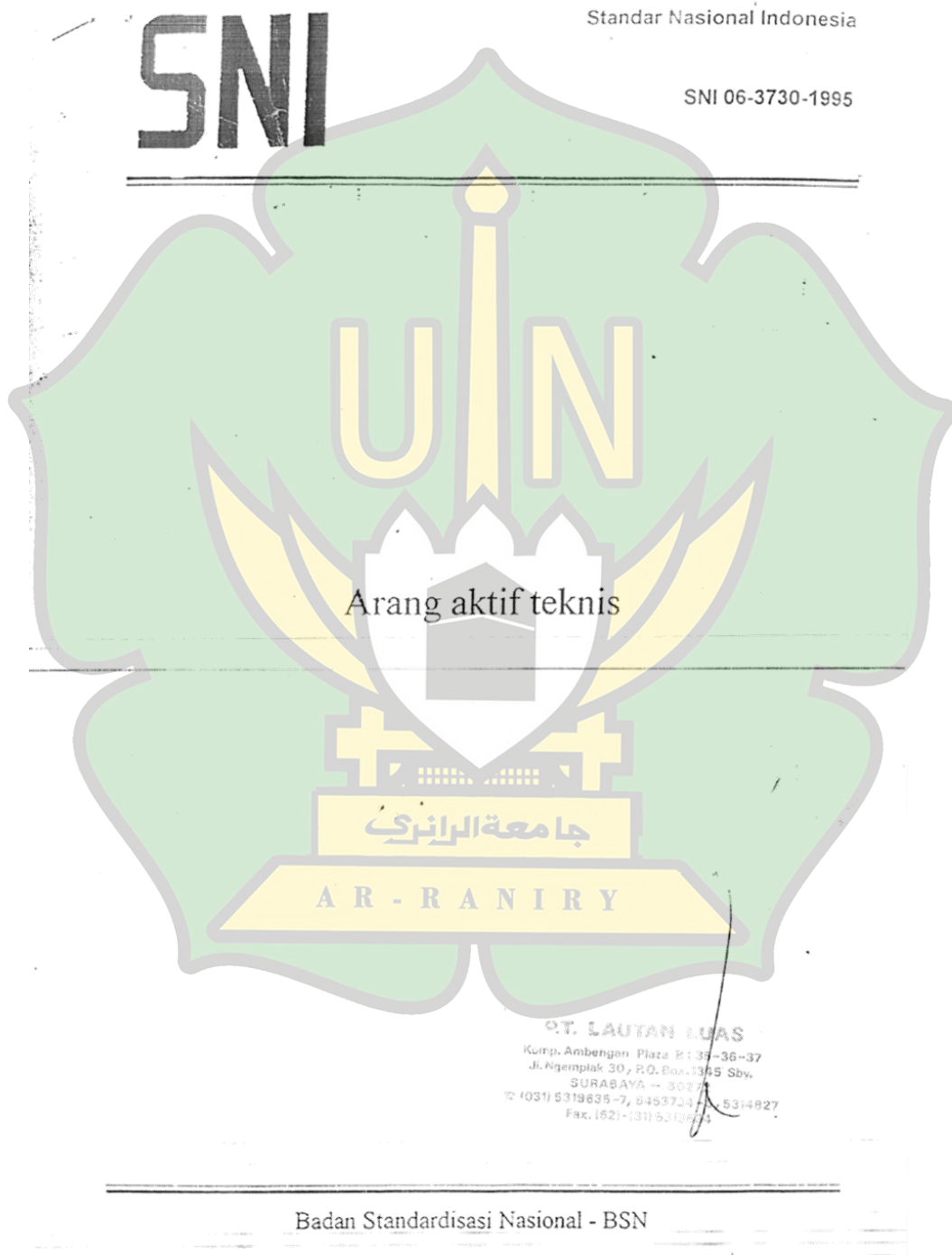
Gambar 3.5 Kertas saring yang Akan ditimbang



Gambar 3.6 Proses pengecekan Nilai COD

## LAMPIRAN C

### Standar Nasional Indonesia



## ARANG AKTIF TEKNIS

### 1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, cara pengemasan dan syarat penandaan arang aktif teknis.

### 2. DEFINISI

Arang aktif teknis adalah arang yang telah diaktifkan sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap warna, bau, zat-zat beracun dan zat-zat kimia lainnya yang tidak digunakan untuk bahan baku obat.

### 3. SYARAT MUTU

Syarat mutu arang aktif teknis seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel  
Syarat Mutu Arang Aktif Teknis

No.	Uraian	Satuan	persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1.	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C,%	-	maks. 15	maks. 25
2.	Air, %	-	maks. 4,4	maks. 15
3.	Abu, %	-	maks. 2,5	maks. 10
4.	Bagian yang tidak terarang	-	Tidak ter-nyata	Tidak ter-nyata
5.	Daya serap terhadap I <sub>2</sub>	mg/g	min. 750	min. 750
6.	Karbon aktif murni, %	-	min. 80	min. 65
7.	Daya serap terhadap benzena, %	-	min. 25	-
8.	Daya serap terhadap biru metilena	ml/g	min. 60	min.120
9.	Kerapatan jenis curah	g/ml	0,45-0,55	0,30-0,35
10.	Lolos ukuran mesh 325%	-	-	min. 90
11.	Jarak mesh, %	-	90	-
12.	Kekerasan, %	-	80	-

PT LAYAN LUGAS

Arahmand Plaza B.135-36-3.

tercapai cawan dan isinya biarkan dingin, keluarkan dan dinginkan dalam desikator kemudian timbang.

Perhitungan :

Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C,% :

$$\frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

Dimana :

$W_1$  = Bobot contoh semula, gram

$W_2$  = Bobot contoh setelah pemanasan, gram

## 5.2. Air

### 5.2.1. Prinsip

Air menguap pada suhu di atas 100°C. Kehilangan bobot contoh setelah pemanasan pada 115°C dihitung sebagai air yang terdapat dalam contoh.

### 5.2.2. peralatan

- Setol timbang
- N e r a c a
- O v e n
- Desikator

### 5.2.3. prosedur

Timbang teliti 1 g contoh dalam botol timbang, yang telah diketahui bobotnya. Ratakan contoh kemudian masukkan ke dalam oven yang telah diatur suhunya (115° ± 5°C) selama 3 jam. Waktu pemanasan, tutup botol timbang dibuka. Dinginkan dalam desikator kemudian timbang sampai bobot tetap.

#### PT. LAUTAN LUMAS

Komp. Ambengan Plaza B : 35-36-37  
Jl. Ngemplak 30, P.O. Box. 1345 Sby.  
SURABAYA - 60272  
☎ (031) 5319835-7, 5459704-6, 5314827  
Fax. (031) 5319834

perhitungan:

$$\text{Kadar Air, \%} = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

Dimana:

$W_1$  = Kehilangan bobot contoh, gram.

$W_2$  = Bobot contoh, gram

### 5.3. Abu

#### 5.3.1. prinsip

Contoh diabukan pada suhu tinggi, sisa pengabuan dihitung sebagai abu dalam contoh.

#### 5.3.2. peralatan

- Neraca
- Desikator
- Oven
- Cawan platina
- Gegep
- Tanur

#### 5.3.3. prosedur

Timbangan 2-3 g contoh ke dalam cawan platina yang telah diketahui bobotnya. Abukan contoh pelan-pelan, setelah semua arang hilang, nyala diperbesar atau dipindahkan ke dalam tanur (800-900°C) selama 2 jam. Bila seluruh contoh telah menjadi abu, cawan dinginkan dalam desikator, timbang. Bila perlu diabukan kembali, timbang sampai bobot tetap.

perhitungan :

$$\text{Kadar Abu, \%} = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

#### **P.T. LAUTAN LUAS**

Komp. Ambengan Plaza B : 35-36-37  
Jl. Ngemplak 30, P.O. Box. 1345 Sby.  
SURABAYA - 60272  
☎ (031) 5319635-7, 5453734-5, 5319821  
FAX: (021)-(31) 5319639

Dimana:

$W_1$  = Sisa pijar, gram

$W_2$  = Bobot contoh, gram

#### 5.4. Bagian yang Tidak Terarang

##### 5.4.1. prinsip

Bagian yang tidak diperarang dapat dibedakan dari arang secara visual.

##### 5.4.2. prosedur

pemeriksaan dilakukan secara visual.

#### 5.5. Daya Serap terhadap Iodium

##### 5.5.1. prinsip

Arang mempunyai daya menyerap larutan  $I_2$ . Berkurangnya kepekatan 0,1 N larutan  $I_2$  diperhitungkan sehingga mendapatkan daya serap terhadap  $I_2$ .

##### 5.5.2. Pereaksi

- Larutan Iod 0,1 N
- Larutan natrium tio-sulfat 0,1 N
- Larutan kanji 1%

##### 5.5.2.1. Larutan Iod 0,1 N

Larutan 25,0 g KI dengan 30 ml air ke dalam labu ukur 1.000 ml, tambahkan 13 g  $I_2$  ke dalam larutan tadi kocok sampai larut. jadikan 1.000 ml volumenya dengan air. larutan disiapkan segera sebelum digunakan. Disimpan di tempat yang sejuk dan gelap. Larutan Iod ini hanya boleh dipergunakan sampai 10 hari.

Standarisasi:

Pipet 25 ml larutan dan titar dengan larutan natrium tio sulfat 0,1 N. Bila warna kuning dari larutan menjadi samar, tambah 1 ml laru-

### **Pengujian parameter TSS (SNI. 06.6989.3.2004)**

TSS dari sampel air limbah RPH akan dibaca dengan menggunakan metode gravimetri. Metode tersebut akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut: dengan (SNI.06.6989.3.2004)

- a. Dilakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Dibasahi saringan dengan sedikit air suling.
- b. Diaduk sampel dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh sampel yang lebih homogen.
- c. Pipet sampel dengan volume tertentu, pada waktu sampel diaduk dengan pengaduk magnetik.
- d. Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, dibiarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. sampel dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e. Dipindahkan kertas saring dengan penuh hati-hati dari peralatan penyaringan dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Apabila digunakan cawan Gooch maka dipindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f. Dikeringkan dalam oven minimal selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan suhu 105°C, didinginkan dalam desikator guna untuk menyeimbangkan suhu kemudian ditimbang.
- g. Diulangi tahapan pada pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan dilakukan penimbangan sampai dengan diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

### **Pengujian parameter COD (SNI. 06-6989.73.2009)**

Cara pengujian parameter COD ditunjukkan sesuai (SNI. 06.6989.73.2009) ditunjukkan sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan pereaksi asam sulfat



- Dilarutkan 10,12 g serbuk atau kristal  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ke dalam 1000 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, kemudian aduk hingga merata.
2. Pembuatan larutan baku kalium dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 0,01667 M (0,1 N)(digestion solution).
    - a) Dilarutkan 4,903 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang telah dikeringkan pada suhu  $150^\circ\text{C}$  selama 2 jam ke dalam 500 mL air bebas organik.
    - b) Ditambahkan 167 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan 33,3 g  $\text{HgSO}_4$ .
    - c) Dilarutkan dan didinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
  3. Pembuatan larutan indikator ferroin  
Dilarutkan 1485g 1,10 phenanthroline monohidrat dan 695 mg  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dalam air bebas organik dan diencerkan sampai 100 mL.
  4. Pembuatan larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,05 M
    - a) Dilarutkan 19,6 g  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dalam 300 mL air bebas organik.
    - b) Ditambahkan 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat.
    - c) Didinginkan dan tepatkan sampai 1000 mL.
  5. Pembuatan larutan asam sulfat ( $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ )  
Ditambahkan 10 ml asam sulfat untuk setiap mg  $\text{NO}_2\text{-N}$  yang ada dalam contoh uji.
  6. Pembuatan larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat ( $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$ , KHP) ~COD 500 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ 
    - a) KHP digerus perlahan, lalu dikeringkan sampai berat konstan pada suhu  $110^\circ\text{C}$ .
    - b) Dilarutkan 425 mg KHP ke dalam air bebas organik sampai 1000 mL.
    - c) Disimpan dalam kondisi dingin pada temperatur  $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  dan dapat digunakan sampai 1 minggu selama tidak ada pertumbuhan mikroba
  7. Prosedur kerja pengujian COD
    - a) Pipet volume contoh uji dan tambahkan digestion solution dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat ke dalam tabung atau

- ampul.
- b) Ditutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen
  - c) Diletakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$ , lakukan digestion selama 2 jam
  - d) Didinginkan perlahan-lahan contoh uji yang sudah direfluks sampai suhu ruang. Saat pendinginan sesekali tutup contoh uji dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas
  - e) Dipindahkan secara kuantitatif contoh uji dari tube atau ampul ke dalam Erlenmeyer untuk titrasi.
  - f) Ditambahkan indikator ferroin 0,05 mL - 0,1 mL atau 1 - 2 tetes dan aduk dengan pengaduk magnetik sambil dititrasi dengan larutan baku FAS 0,05 M sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat kemerahan, catat volume larutan FAS yang digunakan Dilakukan langkah (a) sampai dengan (f) terhadap air bebas organik sebagai blanko. Catat volume larutan FAS yang digunakan.



LAMPIRAN XLV  
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 5 TAHUN 2014  
TENTANG  
BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN  
RUMAH PEMOTONGAN HEWAN

Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak dan Lemak	mg/L	15
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	25
pH	-	6 - 9

Volume air limbah paling tinggi untuk sapi, kerbau dan kuda: 1.5 m<sup>3</sup>/ekor/hari  
Volume air limbah paling tinggi untuk kambing dan domba: 0.15 m<sup>3</sup>/ekor/hari  
Volume air limbah paling tinggi untuk babi: 0.65 m<sup>3</sup>/ekor/hari

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
REPUBLIK INDONESIA,

BALTHASAR KAMBUAYA

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y



**Air dan air limbah – Bagian 59:  
Metoda pengambilan contoh air limbah**

#### 4 Peralatan

##### 4.1 Alat pengambil contoh

###### 4.1.1 Persyaratan alat pengambil contoh

Alat pengambil contoh harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

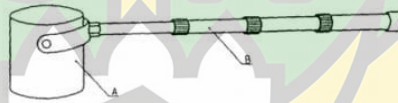
- terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat contoh;
- mudah dicuci dari bekas contoh sebelumnya;
- contoh mudah dipindahkan ke dalam botol penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya;
- mudah dan aman di bawa;
- kapasitas alat tergantung dari tujuan pengujian.

###### 4.1.2 Jenis alat pengambil contoh

- Alat pengambil contoh sederhana

Alat pengambil contoh sederhana dapat berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali atau gayung plastik yang bertangkai panjang.

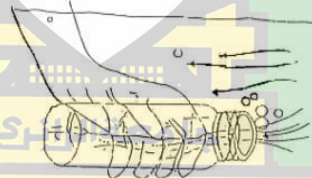
**CATATAN** Dalam praktiknya, alat sederhana ini paling sering digunakan dan dipakai untuk mengambil air permukaan atau air sungai kecil yang relatif dangkal.



**Keterangan gambar:**

- adalah pengambil contoh terbuat dari polietilen
- adalah *handle* (tipe teleskopi yang terbuat dari aluminium atau stanlestit)

**Gambar 1** Contoh alat pengambil contoh gayung bertangkai panjang



**Gambar 2** Contoh botol biasa secara langsung