

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI AMPAS TEH DAN
KULIT PISANG SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT
TIMBAL (Pb)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

MUTIA ZILDA

NIM. 180702035

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM – BANDA ACEH
2022 M / 1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI AMPAS TEH DAN KULIT
PISANG SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)**

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:

Mutia Zilda

NIM. 180702035

Mahasiswa Prog Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Banda Aceh, 09 Juni 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Arief Rahman, M.T

NIDN. 2010038901


جامعة الرانيري

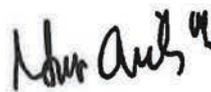

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc

NIDN. 2002028301

A R - R A N I R Y

Mengetahui,

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



Dr. Eng. Nur Aida, M. Si

NIDN. 201606780

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI AMPAS TEH DAN KULIT PISANG SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)

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: Sabtu, 16 Juli 2022
17 Dzulhijjah 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi:
Ketua, Sekretaris,


Arief Rahnun, M.T.
NIDN. 2010038901


Teuku Muhammad Ashari, M. Sc.
NIDN. 2002028301

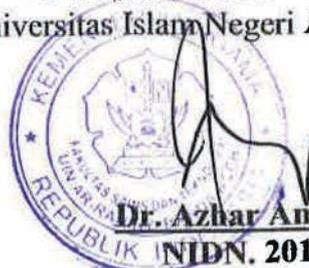
Penguji I,

Penguji II,


Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN. 2023018901


Mulvadi Abdul Wahid, M.Sc
NIDN. 2015118002

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




Dr. Azhar Amsal, M. Pd
NIDN. 201606802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutia Zilda

NIM : 180702035

Prog Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Judul Skripsi : Pemanfaatan Arang Aktif Dari Ampas Teh Dan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

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

Banda Aceh, 16 Juni 2022

Yang Menyatakan




MUTIA ZILDA
NIM. 1807020

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI AMPAS TEH DAN KULIT
PISANG SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)**

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:

Mutia Zilda

NIM. 180702035

Mahasiswa Prog Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Banda Aceh, 09 Juni 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Arief Rahman, M.T

NIDN. 2010038901


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc

NIDN. 2002028301

AR - RANIRY

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Eng. Nur Aida, M. Si

NIDN. 201606780

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI AMPAS TEH DAN KULIT PISANG SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)

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: Sabtu, 16 Juli 2022
17 Dzulhijjah 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi:

Ketua,

Sekretaris,


Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901


Teuku Muhammad Ashari, M. Sc.
NIDN. 2002028301

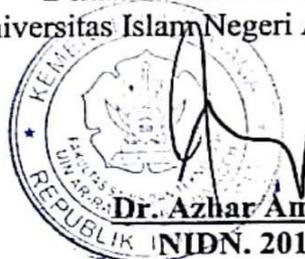
Penguji I,

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. Azhar Amsal, M. Pd
NIDN. 201606802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutia Zilda

NIM : 180702035

Prog Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Judul Skripsi : Pemanfaatan Arang Aktif Dari Ampas Teh Dan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

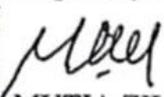
1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

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

Banda Aceh, 16 Juni 2022

Yang Menyatakan




MUTIA ZILDA
NIM. 1807020

ABSTRAK

Nama : Mutia Zilda
NIM : 180702035
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Arang Aktif dari Ampas Teh dan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb)
Tanggal Sidang : -
Jumlah Halaman : -
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Kata Kunci : Adsorben, Adsorpsi, Ampas Teh, Kulit Pisang, Timbal (Pb), Efektivitas, Kapasitas.

Keberadaan logam berat di lingkungan dengan jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, karena memiliki sifat toksisitas yang tinggi dan dapat mengganggu ekosistem yang ada di lingkungan. Timbal (Pb) merupakan logam berat dengan tingkat toksiknya cukup tinggi serta dapat menyebabkan kerugian pada suatu lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben ampas teh, kulit pisang dan kombinasi dari keduanya terhadap adsorpsi Pb dengan harapan mampu menjadi salah satu solusi pada pencemaran lingkungan. Metode yang digunakan dalam proses pengolahan pada limbah cair industri salah satunya yaitu metode adsorpsi. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ampas teh dan kulit pisang. Ampas teh dan kulit pisang dapat dijadikan adsorben karena terkandung biomassa yang mampu untuk menyerap kadar timbal (Pb). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu massa adsorben ampas teh dan kulit pisang antara nya 0,5 g, 1 g, 1,5 g, dan 2 g, sedangkan pada kombinasi adsorben dari ampas teh dan kulit pisang rasio massa yang digunakan yaitu 0,5 g:0,5 g, 1 g:1,5 g, dan 1,5 g:1 g dengan kecepatan 90 rpm dan waktu pengadukan 30 menit. Hasil pada penelitian ini menunjukkan pada massa adsorben ampas teh 2 g ditetapkan sebagai massa optimum dalam menurunkan konsentrasi awal 10 mg/L Pb yang teradsorpsi sebanyak 9,908 mg/L dalam 1 liter larutan. Pada massa adsorben kulit pisang 2 g ditetapkan sebagai massa optimum dalam menurunkan konsentrasi awal 10 mg/L Pb yang teradsorpsi sebanyak 9,965 mg/L dalam 1 liter larutan, dan pada massa adsorben kombinasi ampas teh dan kulit pisang 1 g:1,5 g ditetapkan sebagai massa optimum dalam menurunkan konsentrasi awal 10 mg/L Pb yang teradsorpsi sebanyak 9,988 mg/L

dalam 1 liter larutan. Efektivitas adsorpsi dari adsorben ampas teh paling tinggi yaitu 99,08% dengan kapasitas adsorpsi yaitu 4,954 mg/g, kulit pisang memiliki efektivitas adsorpsi paling tinggi yaitu 99,65% dengan kapasitas adsorpsi 4,982 mg/g, dan kombinasi dari keduanya memiliki efektivitas adsorpsi paling tinggi yaitu 99,88% dengan kapasitas adsorpsi 3,995 mg/g.

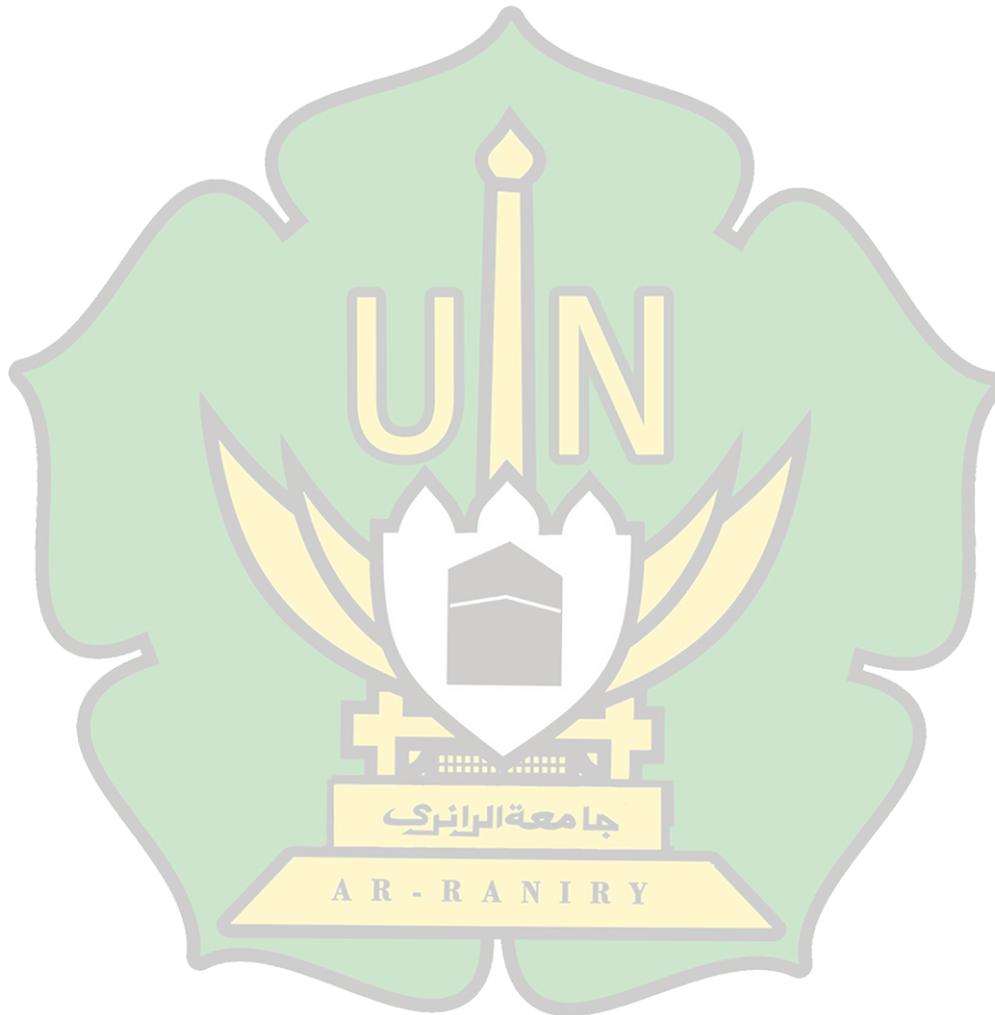


ABSTRACT

Name : Mutia Zilda
Student ID Number : 180702035
Department : Enviromental Engineering
Title : Utilization of Activated Charcoal from Tea Dregs and I Peel as an Adsorbent for Heavy Metal Lead (Pb)
Date of Session : -
Number Of Page : -
Advisor I : Arief Rahman, M.T
Advisor II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Keywords : Adsorption, Adsorbent, tea dregs, banana peel, Lead (Pb), Effectiveness, Capacity

The presence of heavy metals in the environment in excessive amounts can cause environmental pollution, because they have high toxicity and can disrupt the ecosystem in the environment. Lead (Pb) is a heavy metal with a high level of toxicity and can cause harm to the environment. This study aims to determine the adsorbent ability of tea dregs, banana peel and a combination of the two on Pb adsorption in the hope of being able to become a solution to environmental pollution. One of the methods used in the processing of industrial wastewater is the adsorption method. The adsorbents used in this study were tea dregs and banana peels. Tea dregs and banana peels can be used as adsorbents because they contain biomass that is able to absorb lead (Pb) levels. The variables used in this study were the mass of the adsorbent of tea dregs and banana peels between 0.5 g, 1 g, 1.5 g, and 2 g, while in the combination of adsorbents from tea pulp and banana peel the mass ratio used was 0, 5 g: 0.5 g, 1 g: 1.5 g, and 1.5 g: 1 g with a speed of 90 rpm and a stirring time of 30 minutes. The results of this study showed that the adsorbent mass of tea dregs of 2 g was determined as the optimum mass in reducing the initial concentration of 10 mg/L Pb which was adsorbed as much as 9.908 mg/L in 1 liter of solution. The adsorbent mass of banana peel 2 g was determined as the optimum mass in reducing the initial concentration of 10 mg/L Pb which was adsorbed as much as 9.965 mg/L in 1 liter of solution, and at the mass of the adsorbent the combination of tea dregs and banana peel 1 g: 1.5 g was determined. as the optimum mass in reducing the initial concentration of 10 mg/L Pb which was adsorbed as much as 9.988 mg/L in 1 liter of solution. The highest adsorption effectiveness of tea pulp adsorbent is

99.08% with adsorption capacity of 4.954 mg/g, banana peel has the highest adsorption effectiveness of 99.65% with adsorption capacity of 4.982 mg/g, and the combination of the two has the highest adsorption effectiveness. high that is 99.88% with adsorption capacity of 3.995 mg/g.



KATA PENGANTAR



Kami panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan dan karunianya, Shalawat berserta salam kepada Baginda Nabi Besar Muhammad SAW yang merupakan utusan yang diutus pertama kali untuk memperbaiki akhlak dan pikiran manusia dan. Dengan berkat dan karunia yang Allah berikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan sebagai bukti dalam penulisan ini dengan judul **“Pemanfaatan Arang Aktif dari Ampas Teh dan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb)”** dan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan tugas akhir, Program Strata-1 (S1) Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Selama proses persiapan pembuatan tugas akhir ini, penulis telah mendapat banyak bantuan dan bimbingan bahkan dukungan dari berbagai pihak. Dengan hati tulus dan ikhlas, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih serta penghargaan yang tak terhingga sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak M.Azis dan Ibu Erlinda, selaku kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan segala dukungan serta untaian do'anya selama ini.
2. Bapak Dr. Azhar Amsal, M. Pd, Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. Selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc Selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Bapak Aulia Rohendi , S.T., M.Sc Selaku Pembimbing Akademik yang telah berkenan mengarahkan dan membimbing saya.
6. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan tugas akhir.

7. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan tugas akhir.
8. Seluruh Staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan
9. Zata Ismah, Nadhira, Bintang Ramadhan, Fenna Fahyra, Cut Hidayatul Munar, Putri Fazillah, Riski Rahmayanti, Mawaddah, dan Zurriyati Iklima, yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memenuhi syarat perkuliahan di semester ini dan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak terutamanya pada perkembangan ilmu pada program studi Teknik Lingkungan dan penulis juga masih menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Kritik dan saran sangat dibutuhkan penulis agar dapat menyempurnakan penulisan tugas akhir ini.

Banda Aceh, 4 Agustus 2021

Penulis,

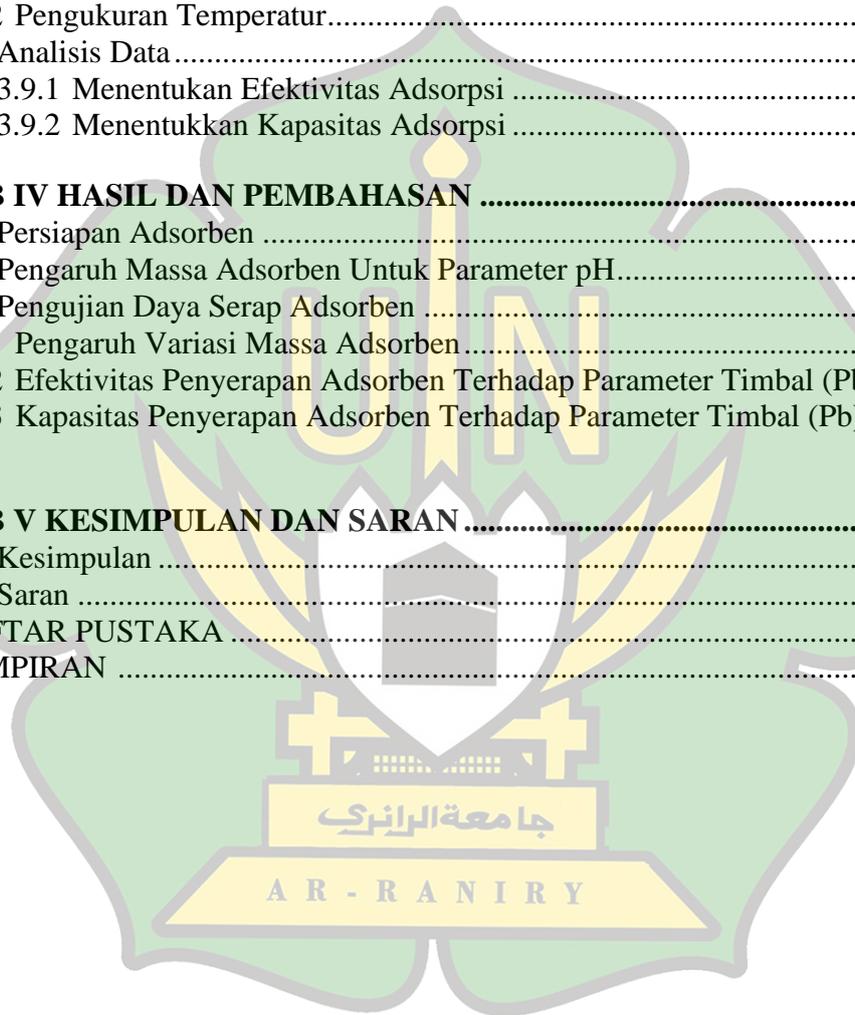
جامعة الرانيري Mutia Zilda

A R - R A N I R Y

DAFTAR ISI

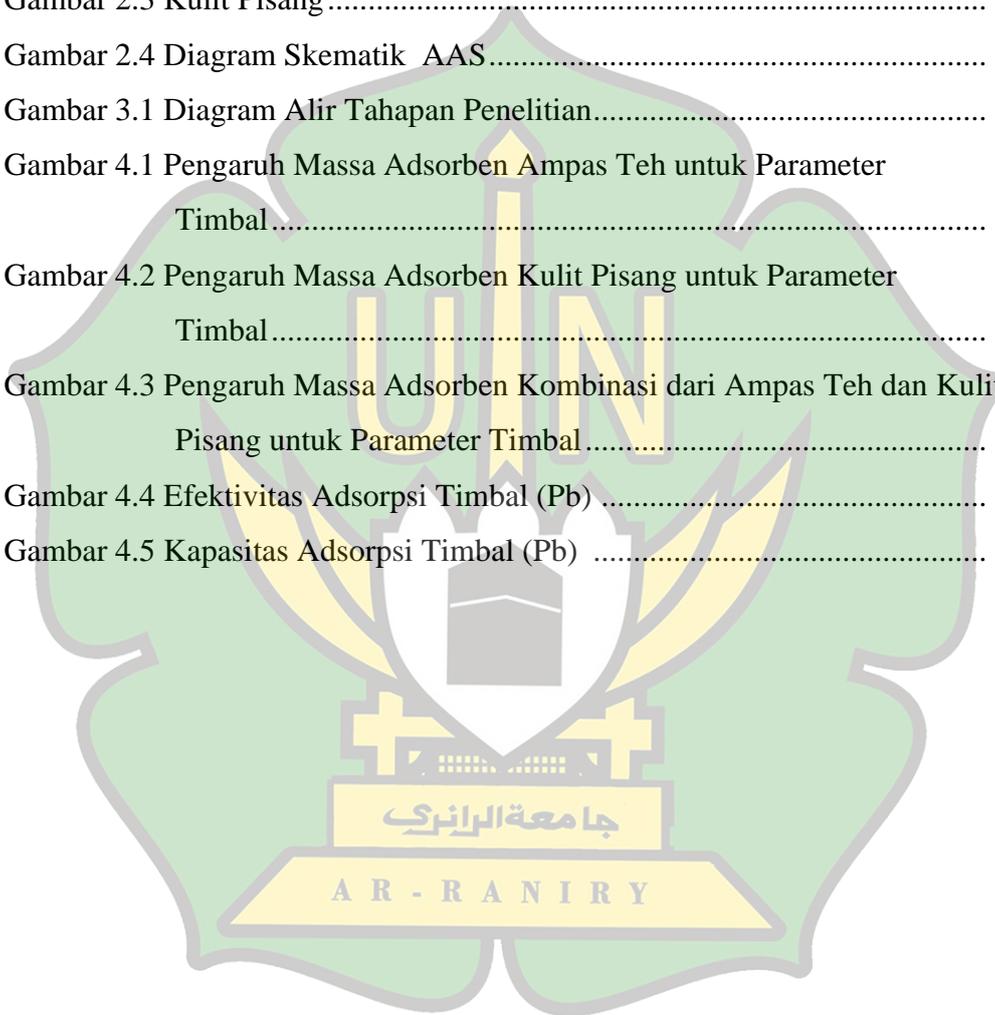
	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Timbal (Pb)	6
2.1.1. Definisi Timbal.....	6
2.1.2. Sifat dan Kegunaan Timbal.....	7
2.1.3. Timbal dalam Lingkungan	7
2.1.4. Toksisitas Timbal	7
2.1.5. Gejala dan Tanda-Tanda Akibat Terpapar Timbal	9
2.2 Adsorpsi	9
2.2.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi.....	10
2.3 Adsorben	12
2.4 Arang Aktif	13
2.4.1 Klasifikasi Arang Aktif.....	14
2.4.2 Syarat Mutu Arang Aktif	16
2.5 Ampas Teh	16
2.6 Kulit Pisang.....	18
2.7 <i>Atomic Adsorption Spectrometry (AAS)</i>	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Tahapan Umum Penelitian.....	21
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	23
3.2.1 Waktu	23
3.2.2 Lokasi Penelitian	23
3.3 Alat dan Bahan.....	23
3.3.1 Alat	23
3.3.2 Bahan	23
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.4.1 Pembuatan Arang Aktif Ampas Teh	24
3.4.2 Pembuatan Arang Aktif Kulit Pisang	24
3.5 Analisis Karakteristik Arang Aktif	24
3.5.1 Kadar Air	25
3.5.2 Kadar Abu	25
3.5.3 Rendemen	25

3.6	Pembuatan Larutan Timbal Pb.....	26
3.7	Proses Adsorpsi.....	26
3.7.1	Proses Adsorpsi dengan Arang Aktif Ampas Teh.....	26
3.7.2	Proses Adsorpsi dengan Arang Aktif Kulit Pisang.....	26
3.7.3	Proses Adsorpsi dengan Kombinasi Arang Aktif Ampas Teh dan Kulit Pisang.....	26
3.8	Analisis Laboratorium	27
3.8.1	Pengukuran derajat keasaman (pH).....	27
3.8.2	Pengukuran Temperatur.....	27
3.9	Analisis Data	28
3.9.1	Menentukan Efektivitas Adsorpsi	28
3.9.2	Menentukan Kapasitas Adsorpsi	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Persiapan Adsorben	29
4.2	Pengaruh Massa Adsorben Untuk Parameter pH.....	32
4.3	Pengujian Daya Serap Adsorben	34
4.3.1	Pengaruh Variasi Massa Adsorben.....	34
4.3.2	Efektivitas Penyerapan Adsorben Terhadap Parameter Timbal (Pb).....	39
4.3.3	Kapasitas Penyerapan Adsorben Terhadap Parameter Timbal (Pb).....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		46
LAMPIRAN		51



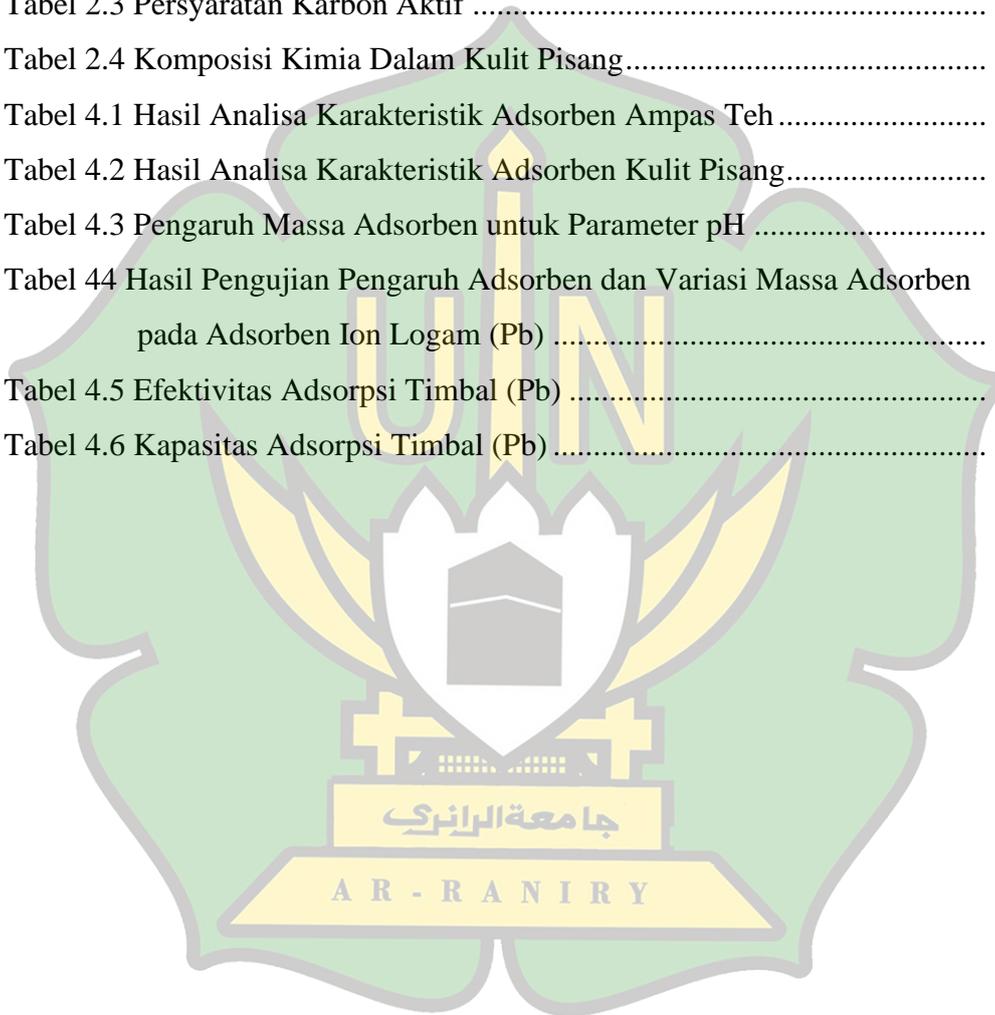
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sumber Kontaminan dan Alir Pajanan Pb dalam Lingkungan	8
Gambar 2.2 Ampas Teh	17
Gambar 2.3 Kulit Pisang.....	19
Gambar 2.4 Diagram Skematik AAS.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	22
Gambar 4.1 Pengaruh Massa Adsorben Ampas Teh untuk Parameter Timbal.....	36
Gambar 4.2 Pengaruh Massa Adsorben Kulit Pisang untuk Parameter Timbal.....	37
Gambar 4.3 Pengaruh Massa Adsorben Kombinasi dari Ampas Teh dan Kulit Pisang untuk Parameter Timbal.....	38
Gambar 4.4 Efektivitas Adsorpsi Timbal (Pb)	41
Gambar 4.5 Kapasitas Adsorpsi Timbal (Pb)	43



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penggolongan Adsorben Berdasarkan Kemampuan Menyerap.....	13
Tabel 2.2 Penggolongan Adsorben Berdasarkan Ukuran Pori.....	16
Tabel 2.3 Persyaratan Karbon Aktif	16
Tabel 2.4 Komposisi Kimia Dalam Kulit Pisang.....	19
Tabel 4.1 Hasil Analisa Karakteristik Adsorben Ampas Teh.....	30
Tabel 4.2 Hasil Analisa Karakteristik Adsorben Kulit Pisang.....	31
Tabel 4.3 Pengaruh Massa Adsorben untuk Parameter pH	32
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pengaruh Adsorben dan Variasi Massa Adsorben pada Adsorben Ion Logam (Pb)	35
Tabel 4.5 Efektivitas Adsorpsi Timbal (Pb)	40
Tabel 4.6 Kapasitas Adsorpsi Timbal (Pb).....	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah logam berat dihasilkan dari limbah pabrik yang tidak diolah. Jumlah logam berat yang berlebihan di lingkungan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena sangat beracun dan dapat merusak ekosistem di lingkungan (Wijaya dkk 2020). Timbal (Pb) merupakan logam berat yang sangat beracun dan dapat berbahaya bagi lingkungan. Timbal (Pb) yang terakumulasi dalam tubuh manusia dari makanan dan minuman dapat mempengaruhi saraf, ginjal, otak, sistem reproduksi, dan sistem hemolitik (Nafi'ah, 2016).

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah logam berat, diantaranya seperti presipitasi, koagulasi, elektrokoagulasi, elektrolisis, oksidasi kimiawi, dan adsorpsi. Menurut Haura dkk (2017) metode yang sering digunakan dalam proses pengolahan pada limbah cair industri yaitu metode adsorpsi. Metode adsorpsi adalah cara yang diterapkan untuk mengolah air yang telah tercemar dengan logam berat. Kelebihan penggunaan metode adsorpsi yaitu harganya yang relatif terjangkau, proses pengoperasiannya tergolong mudah, berbentuk sederhana dan lebih ekonomis dalam pengolahan air dan limbah (Apriliani, 2010). Pada proses adsorpsi, pemilihan adsorben menjadi salah satu faktor yang penting, agar hasil yang didapatkan maksimal.

Menurut Wibowo dkk, (2017) beberapa adsorben yang digunakan dalam metode adsorpsi antara lain zeolit, arang aktif dan bentonit. Arang aktif dapat dimanfaatkan sebagai penjerap karena memiliki kapasitas yang cukup besar dalam proses penyerapan (Syauqiah dkk, 2011). Daya serap yang dimiliki arang aktif biasanya ditentukan oleh seberapa luas permukaan partikelnya, daya serap dapat meningkat apabila arang tersebut diaktivasi menggunakan bahan-bahan kimia seperti HCl, HNO₃, dan lainnya, ataupun dapat dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu 500 °C - 900 °C. Arang yang diaktifkan akan mengalami perubahan

sifat fisika dan kimia. Arang aktif dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon, baik bahan organik maupun anorganik dengan pemanasan pada suhu tinggi (Alfiany dkk, 2013).

Beberapa limbah dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif salah satunya limbah ampas teh. Teh merupakan minuman yang populer di Indonesia khususnya di Aceh, banyaknya peminat teh menghasilkan limbah ampas teh, yang belum banyak dimanfaatkan. Menurut Badan Pusat Statistik (2021), jumlah produksi teh terus meningkat dari tahun 2019-2021 dengan angka 129,832 ton, 128,016 ton, dan 129,529 ton. Ampas daun teh apabila dikeringkan akan memiliki tingkat penyerapan ion logam yang sangat tinggi, karena tingginya kandungan selulosa, tanin, dan lignin didalamnya (Gusti, 2010). Karena terkandungnya selulosa pada ampas teh, membuat ampas teh memiliki potensi besar untuk dijadikan sebagai adsorben, gugus OH yang terikat pada selulosa apabila dipanaskan pada suhu tinggi, kandungan atom-atom oksigen dan hidrogen akan hilang, sehingga yang tersisa hanya atom karbon yang terletak pada setiap bagian (Fernianti, 2018). Ampas teh banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak, dan dapat dijadikan material dalam pembuatan arang aktif (Azzahra dan Taufik, 2020). Efektivitas biosorben ampas daun teh terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh Jeyaseelan dan Gupta (2016) yang memanfaatkan biosorben dari ampas teh hijau tanpa perlakuan untuk menurunkan konsentrasi Cr (IV) pada limbah cair sebesar 99%. Kini telah banyak dikembangkan inovasi pada proses pembuatan biosorben, dengan memodifikasi zat kimia seperti yang telah dilakukan oleh Pratama (2017) yang bertujuan untuk menyerap logam berat seperti Fe dan Cu pada air Sungai Mahakam dengan efektifitas adsorpsi dari logam Fe yaitu sebesar 94,25% dan Cu sebesar 72,34%.

Adsorben lain yang mampu menurunkan kadar dari logam berat di dalam air, yaitu kulit pisang. Menurut data Badan Pusat Statistik (2019), produksi pisang di Indonesia terus melonjak tiap tahunnya, pada tahun 2019 produksi pisang mencapai angka 7,280,658 ton. Faktor utama melonjaknya produksi pisang yaitu salah satunya pada bidang kuliner, terutama pada makanan yang berbahan pokok pisang, banyak diminati oleh masyarakat, khususnya di Aceh. Menurut Gloria

(2018), limbah kulit pisang sangat berpotensi sebagai adsorben karena memiliki kandungan senyawa pektin, selulosa, lignin, dan hemiselulosa di dalamnya, yang turut serta dalam memodifikasi struktur dari arang aktif kulit pisang. Kulit pisang yang belum diolah termasuk sebagai limbah organik (Jubilate dkk, 2016), senyawa organik yang terdapat pada kulit pisang mampu menghasilkan nilai kalor yang baik. Dengan adanya kandungan dalam limbah kulit pisang tersebut, maka limbah kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai produk dengan daya guna tinggi. Salah satu pemanfaatan limbah kulit pisang yaitu dapat dijadikan sebagai adsorben. Efektivitas adsorpsi pada biosorben kulit pisang telah terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh Alifaturrahma yang bertujuan untuk menyisihkan logam Cu pada limbah cair dengan efektifitas penyisihan logam Cu yaitu sebesar 81,78%. Efektivitas adsorpsi pada kulit pisang juga telah terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh Jubilate dkk (2016) yang memanfaatkan biosorben dari kulit pisang kepok untuk menyerap Fe (II) pada air tanah yaitu sebesar 88,47%.

Penelitian ini mengkombinasi adsorben ampas teh dan kulit pisang. Efektivitas penyerapan kombinasi pada biosorben juga telah terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh Roni dkk (2021) yang memanfaatkan kombinasi dari sekam padi dan kulit pisang kepok untuk adsorpsi kadar besi pada pengolahan air sungai dengan persentase adsorpsi sebesar 100%. Efektivitas adsorpsi kombinasi pada biosorben juga telah terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh Suwazan dan Nurhidayanti (2021) yang memanfaatkan kombinasi dari kitosan dan ampas teh sebagai adsorben alami dalam mengadsorpsi timbal pada limbah cair dengan persentase adsorpsi 90,6%.

Berdasarkan uraian-uraian diatas, maka peneliti ingin melakukan penelitian mengenai penurunan kadar timbal (Pb) menggunakan adsorben ampas teh, kulit pisang, dan kombinasi keduanya pada limbah cair. Kombinasi adsorben ampas teh dan kulit pisang diharapkan mampu melengkapi kelemahan pada masing-masing adsorben sehingga ikatan antara adsorbat dengan adsorben akan semakin kuat. Penggunaan kombinasi ampas teh dan kulit pisang diharapkan dapat menjadi alternatif bahan dasar pembuatan arang aktif dan diharapkan dapat membantu mengurangi kuantitas ampas teh dan kulit pisang yang tidak terpakai

lagi dengan cara memaksimalkan kegunaannya sebagai adsorben ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah disebutkan di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan adsorben ampas teh, kulit pisang dan kombinasi keduanya terhadap adsorpsi Pb dalam larutan?
2. Bagaimana pengaruh rasio massa dari kombinasi adsorben ampas teh dan kulit pisang terhadap adsorpsi Pb dalam larutan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, dapat diketahui bahwa tujuan pelaksanaan penelitian untuk:

1. Mengetahui terkait kemampuan adsorben ampas teh, kulit pisang dan kombinasi keduanya terhadap adsorpsi kadar Pb dalam larutan.
2. Mengetahui terkait pengaruh rasio massa dari kombinasi adsorben ampas teh dan kulit pisang terhadap adsorpsi Pb dalam larutan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini ialah:

1. Bagi peneliti, pelaksanaan penelitian ini akan memberikan manfaat dalam penambahan pemahaman serta pengetahuan perihal adsorpsi logam berat menggunakan arang aktif, terutama dengan menggunakan kombinasi arang aktif ampas teh dan kulit pisang, sehingga dapat menurunkan kadar logam berat yang terdapat dalam limbah cair.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui bahwa logam berat dapat di adsorpsi menggunakan arang aktif sehingga tidak mencemari badan air dan tidak berbahaya bagi masyarakat.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Adsorbat pada penelitian ini adalah adsorbat sintesis ion Pb.
2. Efektivitas dan kapasitas adsorben dari ampas teh dan kulit pisang dipengaruhi oleh beberapa parameter konsentrasi larutan, waktu pengadukan, kecepatan pengadukan, dan massa adsorben. Namun, pada penelitian ini hanya menguji pengaruh variasi massa adsorben ampas teh dan kulit pisang terhadap efektivitas dan kapasitas adsorpsi kadar Pb dalam larutan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Timbal (Pb)

Logam berat merupakan suatu unsur yang berbahaya bagi makhluk hidup yang terkena paparan langsung. Dikarenakan unsur logam berat merupakan suatu unsur yang tidak dapat terurai (*Non degradable*) sehingga selalu ada di alam. Unsur logam berat juga memiliki daya racun yang tinggi sehingga mampu terakumulasi ke dalam tubuh makhluk hidup sehingga keberadaannya di lingkungan sangat tidak diharapkan. (Supriyanto dkk, 2013). Salah satu bahan pencemar yang berbahaya logam berat diantaranya Antimony (Sb), Arsenik (As), Cadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Merkuri (Hg), dan sebagainya, logam - logam tersebut bersifat toksik dan karsinogenik dalam jumlah yang melebihi ambang batas. Logam berat juga mampu merusak saraf, hati, tulang dan mengganggu fungsi normal dari enzim (Wulandari, 2017).

2.1.1. Definisi Timbal

Timbal merupakan unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dengan nomor atom 82, dengan berat atom 207,2 berbentuk padat pada suhu kamar, bertitik lebur 327,4 °C dan memiliki berat jenis sebesar 11,4/l (Gusnita, 2012). Timbal adalah salah satu diantara beberapa logam berat yang memiliki tingkat toksisitas yang tinggi dan merugikan lingkungan (Wulandari, 2017). Timbal (Pb) adalah logam berat yang terdapat di dalam kerak bumi. Biasanya keberadaan timbal berasal dari hasil aktivitas manusia, jumlahnya bisa mencapai 300 kali lebih banyak dibandingkan dengan Pb alami yang terdapat pada kerak bumi (Rahmi, 2017). Oleh sebab itu, jarang ditemukan dialam dalam keadaan bebas, melainkan dalam bentuk senyawa dengan molekul lain, misalnya seperti PbB_{r2} dan $PbCl_2$ (Gusnita, 2012). Penggunaan Pb terbesar yaitu pada bidang industri baterai kendaraan bermotor seperti timbal metalik dan komponen-komponennya. Penggunaan timbal biasanya digunakan pada bensin untuk

kendaraan, cat dan pestisida. Pencemaran Pb dapat terjadi di udara, air, dan bahkan tanah. Penyebaran logam timbal di bumi sebenarnya sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat di seluruh lapisan bumi yaitu berkisar 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi, jumlah timbal tergolong sedikit jika dibandingkan dengan logam berat lainnya yang ada di bumi (Rahmi, 2017).

2.1.2. Sifat dan Kegunaan Timbal

Sifat-sifat khusus yang dimiliki logam Pb, yaitu sebagai berikut:

1. Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri.
2. Logam yang tahan terhadap korosi atau karat sehingga logam timbal dapat digunakan sebagai bahan *coating*.
3. Penghantar listrik yang tidak baik
4. Logam yang lunak, sehingga dapat dibentuk dengan mudah, baik dipotong dengan pisau atau dibentuk dengan tangan.

Kegunaan timbal, yaitu:

1. Digunakan dalam baterai
2. Sebagai pewarnaan cat
3. Digunakan dalam pembuatan kabel, khususnya kabel telepon.
4. Sebagai pengkilap keramik dan bahan anti api. (Rahmi, 2017)

2.1.3. Timbal dalam Lingkungan

Seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia, seperti pertambangan, peleburan, penggunaan Pb dalam bahan bakar minyak, serta pembuatan produk lainnya, menyebabkan kandungan timbal di lapisan bumi meningkat dalam 300 tahun terakhir (NHMRC, 2009). Timbal biasanya masuk ke dalam lingkungan dan tubuh manusia dari berbagai macam sumber seperti bensin, pembuangan baterai mobil dan berbagai sumber lainnya. Di Negara berkembang seperti Indonesia, sumber utama kontak langsung dengan timbal, yaitu berasal dari bensin bertimbal.

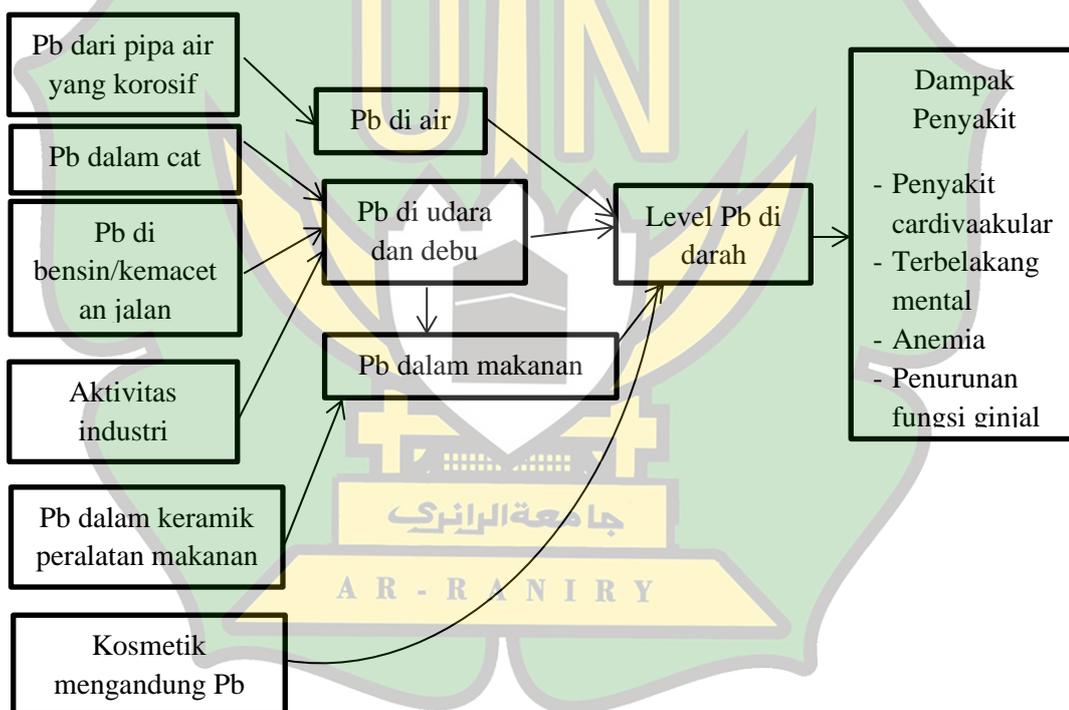
2.1.4. Toksisitas Timbal

Keracunan timbal dapat disebabkan oleh berbagai macam sumber yang terdapat kandungan timbal nya, seperti pigmen pada cat, asap dari pembakaran kayu yang dicat, baterai, percetakan, dan dari sumber lainnya. Pada makanan dan

minuman yang bersifat asam, seperti air buah apel, dan asinan mampu melarutkan timbal yang terdapat lapisan mangkuk. Sehingga makanan dan minuman yang sudah terkontaminasi dapat menyebabkan keracunan. Rata-rata sumber asupan Pb yaitu dari makanan yang dikonsumsi. (Palar, 2008).

Timbal (Pb) memiliki arti penting dalam dunia kesehatan karena sifat toksisitasnya. Adsorpsi yang terjadi didalam tubuh sangatlah lambat, sehingga menyebabkan akumulasi dan merupakan dasar keracunan yang progresif. Biasanya keracunan timbal menyebabkan kadar timbal yang tinggi pada, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, otak dan jantung (Rahmi, 2017).

Akumulasi timbal (Pb) dalam tubuh dapat dilihat pada gambar 2.1, berikut ini:



Gambar 2.1 Sumber Kontaminan dan Alur Pajanan Pb dalam Lingkungan

Gusnita, 2012

Kadar maksimum Pb yang masih dianggap aman dalam darah anak-anak sesuai dengan yang diperkenankan WHO dalam Depkes (2001) adalah 10 µg/dl darah. Sedangkan untuk orang dewasa adalah 10-25 µg/dl darah. Penimbunan timbal berpotensi menimbulkan dampak jangka panjang atau efek kronis. Timbal yang ditimbun dalam tulang seorang perempuan yang sedang mengandung,

dimobilisasi dan masuk ke dalam peredaran darah, lalu masuk ke janin dan pada gilirannya mengganggu kesehatan janin. Pada anak-anak paparan kronik timbal dapat menyebabkan anak menjadi hiperaktif dan penurunan kecerdasan. Setiap kenaikan kadar timbal dalam darah sebesar 10-20 $\mu\text{g}/\text{dl}$, dapat menurunkan IQ rata-rata sebesar 3 poin.

2.1.5. Gejala dan Tanda-Tanda Akibat Terpapar Timbal

Gejala dan tanda-tanda secara klinis akibat terpapar Pb yang timbul akan berbeda, yaitu sebagai berikut:

1. Terpapar secara akut

Timbal di udara yang terhirup manusia dapat menimbulkan gejala seperti kram perut, kolik dan gejala awal terpapar timbal yaitu sembelit, mual, muntah-muntah. Sedangkan gejala lanjutannya seperti sakit kepala, pikiran kacau, sering pingsan. Gejala pada anak-anak nafsu makan berkurang, sakit perut dan muntah, badan terasa kaku, badan terasa lemah, tidak bersemangat, sulit berbicara, mengalami gangguan otak, dan peka terhadap rangsangan.

2. Terpapar secara kronis

Keracunan Pb secara kronis berlangsung dengan lambat. Mudah merasa lelah, lesu dan iritabilitas yang merupakan gejala awal dari intoksikasi Pb secara kronis. Terpapar dosis rendah timbal sudah menimbulkan efek yang merugikan perkembangan dan fungsi dari sistem saraf pusat. Gejala lainnya terpapar timbal yaitu mengalami gangguan menstruasi, terganggunya sistem reproduksi serta aborsi spontan pada wanita (Agusti, 2019).

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses perpindahan massa pada suatu permukaan pori-pori dalam butiran adsorben. Perpindahan massa ini, terjadi melalui batas antara dua fasa yaitu, gas-padat, cair-padat. Proses yang terjadi selama adsorpsi berlangsung yaitu, sebagai berikut:

1. Perpindahan massa dari suatu cairan ke suatu permukaan butir,
2. Terjadinya difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori-pori,

3. Perpindahan massa dari cairan dalam pori kedalam dinding pori dan adsorpsi yang terjadi pada dinding pori.

Adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi pada permukaan dan gaya tarik-menarik pada permukaan. Sifat yang dimiliki pada masing-masing permukaan berbeda, tergantung susunan pada molekul-molekul zat. Setiap molekul pada interior dikelilingi oleh molekul-molekul lain, sehingga menyebabkan gaya tarik-menarik antar molekul sama besarnya, seimbang pada segala bagian. Sedangkan pada sisi lain, molekul di permukaan hanya memiliki gaya tarik ke arah dalam saja (Pratama, 2017). Adsorpsi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan zat pencemar dari air limbah. Mekanisme penjerapan (adsorpsi) dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

1. Penjerapan secara fisika (fisisorpsi)
2. Penjerapan secara kimia (kemisorpsi)

Pada proses penjerapan secara fisika, gaya yang mengikat adsorbat oleh suatu adsorben adalah gaya *van der waals*. Molekul terikat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relatif rendah, sekitar 20 kJ/mol. Pada proses penjerapan secara kimia, interaksi antara adsorbat dengan adsorben yaitu melalui pembentukan ikatan kimia. Adsorpsi kimia ini terjadi diawali dengan adanya adsorpsi fisik, yaitu suatu partikel-partikel adsorbat mendekati ke permukaan adsorben melalui gaya *van der waals* atau melalui ikatan hidrogen. Pada adsorpsi kimia partikel yang melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia atau ikatan kovalen dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat. Mekanisme proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai suatu proses dimana molekul meninggalkan larutan lalu menempel pada permukaan zat adsorben secara kimia maupun fisika (Syauqiah dkk, 2011).

2.2.1 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 di adsorpsi 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 penjerapannya 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

Menentukan 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 Adsorben

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau yang sering disebut dengan adsorben merupakan bahan yang berpori, dan proses adsorpsi terjadi pada dinding-dinding pori atau pada daerah tertentu didalam partikel tersebut. Pori-pori adsorben memiliki ukuran sangat kecil sehingga luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih besar dari permukaan luarnya. Adsorben yang jenuh dapat diperbarui agar bisa digunakan kembali pada proses adsorpsi. Syarat-syarat adsorben yang baik, yaitu sebagai berikut:

1. Mempunyai daya serap tinggi
2. Berupa zat padat yang memiliki luas permukaan besar
3. Tidak boleh larut dalam zat yang akan di adsorpsi
4. Tidak membuat reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan
5. Dapat diperbarui kembali
6. Tidak beracun
7. Tidak meninggalkan kotoran berupa gas yang memiliki bau
8. Mudah ditemukan dan harga terjangkau (Agung dan Sherviena, 2010).

Adsorben dapat dikelompokkan berdasarkan:

1. Berdasarkan sifatnya terhadap air
2. Berdasarkan jenis
3. Berdasarkan ukuran pori-pori

Berdasarkan sifatnya terhadap air, adsorben dibagi menjadi 2, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penggolongan Adsorben Berdasarkan Kemampuan Menyerap Air

Jenis	Penyusun	Struktur
Hidrofobik	Polimer karbon aktif	<i>Molecular sieve</i> karbon, silikat
Hidrofilik	Silika gel Alumina aktif	Zeolit; 3A (KA), 4A (NaA), 5a (CaA), 13X (NaX), <i>Mordenite</i> , <i>Chabizite</i> , dan lain-lainnya

Sumber: Jauhar dkk, 2007

Berdasarkan ukuran porinya, adsorben dapat dibagi menjadi 3, seperti ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penggolongan Adsorben Berdasarkan Ukuran Pori

Tipe	Diameter pori (ω)	Karakteristik
Mikropori	$\omega < 2$ nm	<i>Superimposed wall potentials</i>
Mesopori	$2 \text{ nm} < \omega < 50 \text{ nm}$	Kondensasi kapiler
Makropori	$\omega > 50$ nm	Efektif pada dinding tipis

Sumber: Jauhar dkk, 2007

Pada tipe mikropori, diameter yang dimiliki antar pori sangat kecil, sehingga terjadinya tarik-menarik antara dinding pembentuk pori yang saling berlawanan. Tarik-menarik menimbulkan energi potensial sehingga menghasilkan penyerap yang kuat. Sedangkan pada tipe makropori, adanya penyebaran molekul didalam partikel pori. Untuk adsorpsi fasa gas, molekul tidak mengisi adsorbat sampai fasa gas menjadi jenuh (Jauhar dkk, 2007).

2.4 Arang Aktif

Arang aktif adalah padatan yang memiliki pori dengan kandungan 85-95% karbon, yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon, dengan pemanasan bersuhu tinggi sehingga diperoleh luas permukaan yang sangat besar,

dimana ukuran permukaannya berkisar antara 300-2000 m²/gr. Luas permukaan pada struktur pori-pori karbon aktif dapat terus dikembangkan, struktur dalam pori-pori memberikan kemampuan karbon aktif menyerap gas-gas dan uap-uap dari gas, dan mampu menguraikan zat-zat dari liquida (Masriatini, 2015).

Menurut syauqiah dkk (2011), arang aktif merupakan arang yang diproses sedemikian rupa, sehingga memiliki daya serap yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Arang aktif secara umum digunakan sebagai adsorben dan memiliki kapasitas yang besar untuk mengadsorpsi molekul organik. Arang aktif mampu menyerap anion, kation, dan molekul dalam bentuk senyawa anorganik dan organik, baik larutan maupun gas. Arang aktif dapat dibedakan dengan arang biasa berdasarkan sifat pada permukaannya. Permukaan arang biasa masih ditutupi oleh deposit hidrokarbon yang menyebabkan terhambat keaktifannya, sedangkan permukaan pada arang aktif telah terbebas dari deposit, permukaannya yang luas dan pori-porinya telah terbuka, sehingga mempunyai daya serap yang tinggi. Untuk meningkatkan daya serap arang, arang tersebut harus diubah menjadi arang aktif terlebih dahulu melalui proses aktivasi (Lempang, 2014).

Pada umumnya, satu gram karbon aktif mempunyai luas permukaan seluas 500-1500 m² sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel yang halus, berukuran 0,01-0,0000001 mm. biasanya dalam jangka waktu 60 jam karbon aktif akan jenuh dan tidak aktif lagi, oleh sebab itu biasanya arang aktif akan dikemas dalam kemasan yang kedap udara. Sampai pada tahap tertentu, beberapa arang aktif dapat di reaktivasi kembali, akan tetapi arang aktif lebih disarankan untuk sekali pakai. Reaktivasi arang aktif sangat tergantung dari metode aktivasi sebelumnya (Govint, 2017).

2.4.1 Klasifikasi Arang Aktif

Arang aktif mempunyai banyak fungsi, pada proses pengolahan air yaitu sebagai penghilang polutan, seperti timbal, seng, krom, dan lain-lain. Karbon aktif juga berfungsi sebagai pemurnian gas seperti desulfurisasi, penyerap gas beracun, dan bau busuk. Ada dua bentuk karbon aktif yang diklasifikasikan berdasarkan sifat dan kegunaannya:

1. Bentuk serbuk (powder)

Bentuk serbuk adalah bubuk hitam yang biasanya digunakan untuk keperluan adsorbs dalam fase liquid untuk proses pemurnian larutan.

2. Bentuk butiran (granulat)

Bentuk butiran ini tidak hanya efektif untuk proses adsorpsi gas akan tetapi juga efektif untuk adsorpsi fase liquid.

Pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 proses, yaitu sebagai berikut:

1. Pengeringan

Pengeringan merupakan suatu proses yang bertujuan sebagai penghilang kandungan air didalam bahan baku karbon aktif, yang dapat dilakukan dengan cara pengeringan dibawah sinar matahari atau pengeringan dengan oven.

2. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran bahan baku yang akan menyebabkan terjadinya pemecahan material organik bahan baku dan pengotor. Sebagian unsur non karbon akan menghilang pada tahap ini. Pelepasan unsur-unsur yang *volatile* ini akan membentuk struktur pori-pori mulai terbuka.

3. Aktivasi

Proses ini dibedakan menjadi 2 bagian yaitu sebagai berikut:

1. Proses aktivasi secara fisika

Aktivasi secara fisika dilakukan dengan memasukkan bahan baku pada reaktor bersuhu tinggi ($600 - 1000^{\circ}\text{C}$) dan proses ini terjadi saat karbon bereaksi dengan uap air atau udara, yang akan menghasilkan oksida karbon yang tersebar pada permukaan karbon secara merata. Kemudian terbentuknya struktur pori pada dalam material karbon tersebut merupakan hasil kerja aktivator. Reaksi mula-mula pada karbon amorf dan kemudian menyebabkan pori yang tertutup akan terbuka. Proses oksidasi lebih jauh menyebabkan pori-pori terbentuk semakin banyak dalam material karbon.

2. Proses aktivasi secara kimia

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan pengisian bahan kimia seperti ZnCl_2 , CaCl_2 , H_2SO_4 , dan NaOH . Prinsip kerja aktivasi ini adalah pengikisan karbon

menggunakan bahan kimia untuk mengintensifkan proses aktivasi tersebut dapat dilakukan dengan pemanasan. Pada proses ini *activating* yang digunakan reagen sebagai bahan kimianya sebelum proses karbonisasi dilakukan, dengan demikian cara aktivasi ini lebih mudah untuk dilakukan. Mutu arang aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan baku, bahan pengaktif yang digunakan dan cara pembuatannya. Untuk menaikkan aktivasi daya adsorpsi arang banyak menggunakan bahan kimia. Bahan kimia yang baik untuk digunakan adalah $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCl_2 , HNO_3 , ZnCl_2 , H_2SO_4 , dan lain-lain. Aktivasi ini dilakukan dengan mencampur material karbon dengan reagen pengaktif, kemudian campuran tersebut dikeringkan dan dipanaskan (Masriatini, 2015).

2.4.2 Syarat Mutu Arang Aktif

Kualitas suatu karbon aktif yang dinilai berdasarkan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-370-1995, sebagai berikut:

Tabel 2.3 Persyaratan Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995

Jenis persyaratan	Parameter
Kadar air	Maks 15%
Kadar abu	Maks 10%
Kadar zat menguap	Maks 25%
Kadar karbon terikat	Min 65%
Daya serap terhadap iodium	Min 750 mg/g
Daya serap terhadap benzene	Min 25%

Sumber: Fasya dan Fadila, 2017

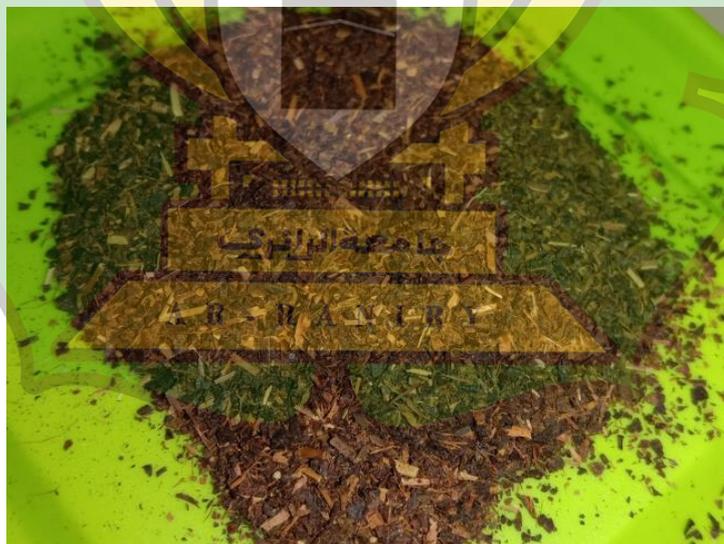
2.5 Ampas Teh

Teh merupakan suatu bahan minuman secara universal dikonsumsi oleh semua kalangan serta diberbagai Negara di Dunia. Seperti halnya dengan teh hitam yang diproduksi oleh lebih dari 75% Negara di dunia dan teh hijau diproduksi kurang lebih 22% Negara di dunia. Meskipun teh memiliki jenis yang

banyak, akan tetapi teh tersebut berasal dari satu jenis tanaman yang sama yaitu *Camellia Sinensis L.* Taksonomi tumbuhan teh yaitu sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan biji)
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i> (tumbuhan biji terbuka)
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i> (tumbuhan biji belah)
Sub Kelas	: <i>Dialypetalae</i>
Ordo (bangsa)	: <i>Guttiferales</i> (Clusiales)
Familia (suku)	: <i>Camelliaceae</i> (Theaceae)
Genus (Marga)	: <i>Camellia</i>
Spesies (jenis)	: <i>Camellia Sinensis</i>
Varietas	: <i>Assamica</i> (Abriagni, 2011)

Camellia Sinensis berasal dari Asia Selatan dan Asia Tenggara, namun sekarang telah dibudidayakan di seluruh dunia, baik di daerah kawasan tropis maupun subtropis. Tumbuhan ini memiliki ukuran pepohonan yang kecil, biasanya dipangkas untuk dibudidayakan dan dipanen daunnya (Abriagni, 2011).



Gambar 2.2 Ampas Teh

Ampas teh berasal dari limbah organik daun teh yang sudah diseduh. Ampas teh sering dibuang begitu saja ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu. Limbah ampas teh memiliki kandungan selulosa sekitar 90%, yaitu sekitar 33,54% dari berat keringnya. Sehingga, ampas teh banyak dimanfaatkan sebagai

pupuk, pakan ternak, bahan kosmetik alami, dan adsorben oleh masyarakat, karena bahannya yang murah, mudah didapat, dan ramah lingkungan (Azzahra, 2020). Karena terkandungnya selulosa pada ampas teh, membuat ampas teh memiliki potensi besar untuk dijadikan sebagai adsorben, gugus OH yang terikat pada selulosa apabila dipanaskan pada suhu tinggi, kandungan atom-atom oksigen dan hidrogen akan hilang, sehingga yang tersisa hanya atom karbon yang terletak pada setiap bagian (Fernianti, 2018).

2.6 Kulit Pisang

Tanaman pisang terdiri dari daun, batang, buah bonggol dan jantung pisang. Setiap bagian pada tanaman pisang memiliki macam-macam manfaat. Pisang memiliki manfaat sebagai sumber dari berbagai mineral dan vitamin, mineral dan vitamin yang terkandung dalam buah pisang antara lain seperti kalium, fosfor, magnesium, vitamin C, besi dan B kompleks. Pada bagian daun, daun pisang biasanya digunakan sebagai pembungkus makanan, penggunaan daun pisang sebagai pembungkus makanan agar memberikan cita rasa pada makanan tersebut. Tanaman pisang dalam taksonomi tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut: (Masriantini, 2015).

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Devisi	: <i>Spermathopyta</i>
Sub Devisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotylae</i>
Bunga	: <i>Mussaless</i>
Suki	: <i>Mussaceae</i>
Marga	: <i>Musa</i>
Jenis	: <i>Musa Pradisiacal</i>



Gambar 2.3 Kulit Pisang

Kulit pisang merupakan limbah buangan. Pada umumnya, kulit pisang tidak dimanfaatkan secara nyata akan tetapi hanya dibuang sebagai limbah organik dan pakan ternak. Kulit pisang tergolong kedalam salah satu limbah yang belum banyak dimanfaatkan (Masriantini,2015). Komponen yang terdapat pada kulit pisang yaitu air dan karbohidrat. Karbohidrat yang terkandung dalam limbah kulit pisang memiliki manfaat sebagai nutrisi pakan ternak. Selain itu, kulit bisa dapat digunakan sebagai bahan penstabil, dimana senyawa yang dimanfaatkan adalah selulosa dan pektin. Berikut adalah komposisi kimia yang terkandung dalam kulit pisang; (Govint, 2017)

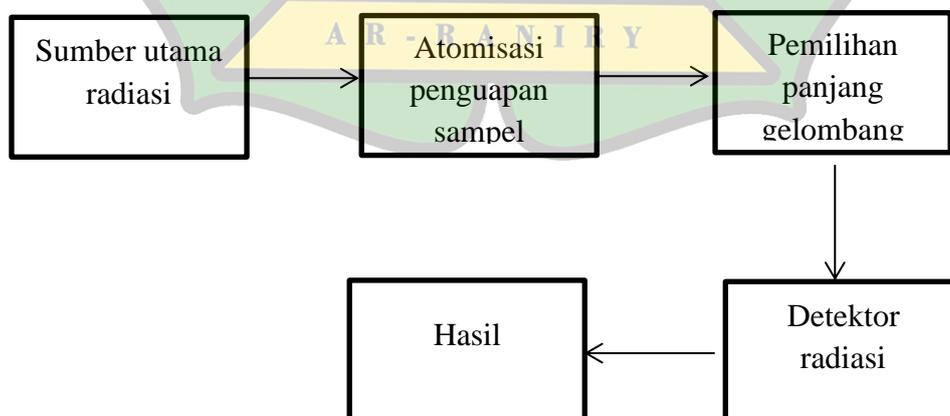
Tabel 2.4 Komposisi Kimia Dalam Kulit Pisang

No.	Senyawa	Kandungan (g/100 g berat kering)
1	Lemak	13.1
2	Pati	12.1
3	Protein	8.6
4	Serat total	50.3
5	Abu	15.3

Sumber: Govint, 2017

2.7 Atomic Adsorption Spectrometry (AAS)

Atomic adsorption spectrometry (AAS) merupakan salah satu metode spektrofotometri yang bisa digunakan untuk analisis kuantitatif logam-logam dalam jumlah renik. Alat ini sangat peka saat digunakan untuk analisa logam dalam kadar yang kecil (kurang dari 1 ppm) dan pelaksanaan menggunakan alat ini relatif lebih sederhana dapat digunakan untuk berbagai macam bentuk sampel baik berupa cairan atau material biologis (Dewa, 2012). Menurut saragih (2019) *Atomic adsorption spectrometry* (AAS) adalah metode yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu sampel dengan mengukur daya penyerapan radiasi pada uap atom yang dihasilkan dari sampel pada panjang gelombang yang spesifik dan karakteristik elemen dalam proses pertimbangan. Sumber cahaya AAS yaitu dari lampu katoda yang berasal dari elemen yang sedang diukur kemudian dilewatkan ke dalam nyala api yang berisi sampel yang teratomasi, kemudian radiasi tersebut diteruskan ke detector melalui monokromator. Chopper pada AAS berfungsi untuk membedakan radiasi yang berasal dari sumber radiasi, dan radiasi yang berasal dari nyala api. Kemudian detektor akan menolak arah serah arus (DC) dari emisi nyala dan hanya mengukur arus bolak-balik dari sumber radiasi atau sampel. Keuntungan utama dari metode ini, adalah pemisahan analit pra-konsentrasi menyebabkan peningkatan kapasitas pengukuran. Persyaratan utama untuk *Atomic adsorption spectrometry* (AAS), ditunjukkan secara skematik pada gambar 2.4:



Gambar 2.4 Diagram Skematik AAS.

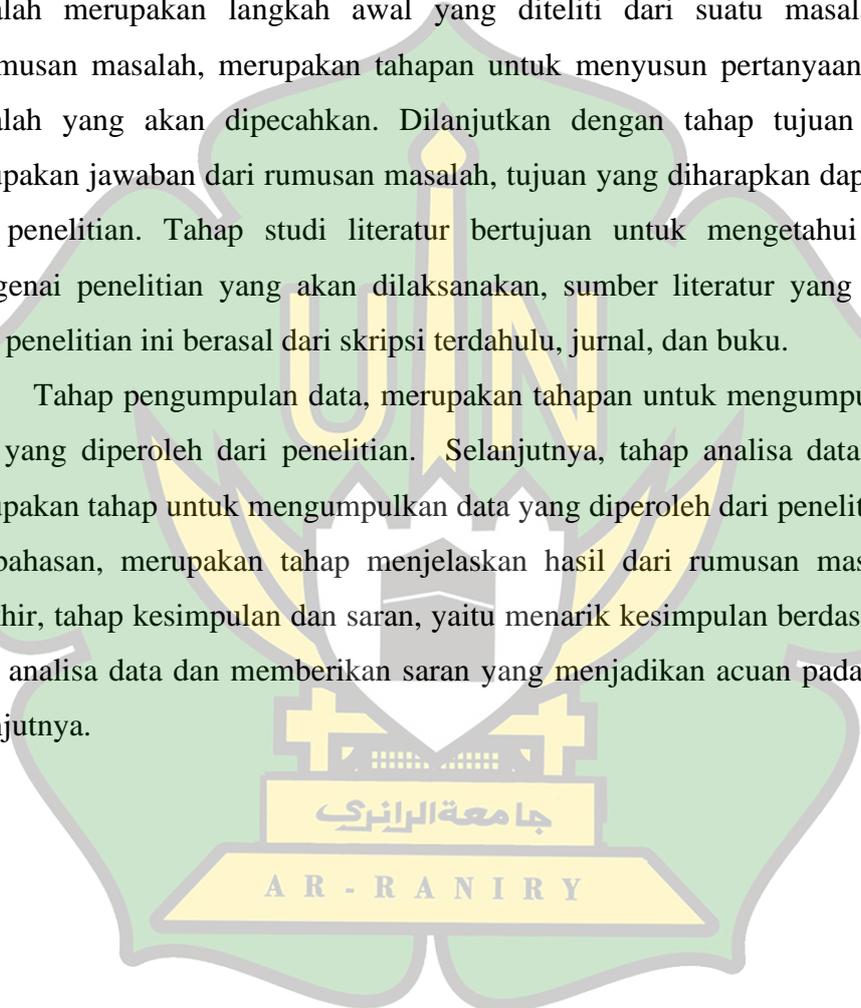
BAB III

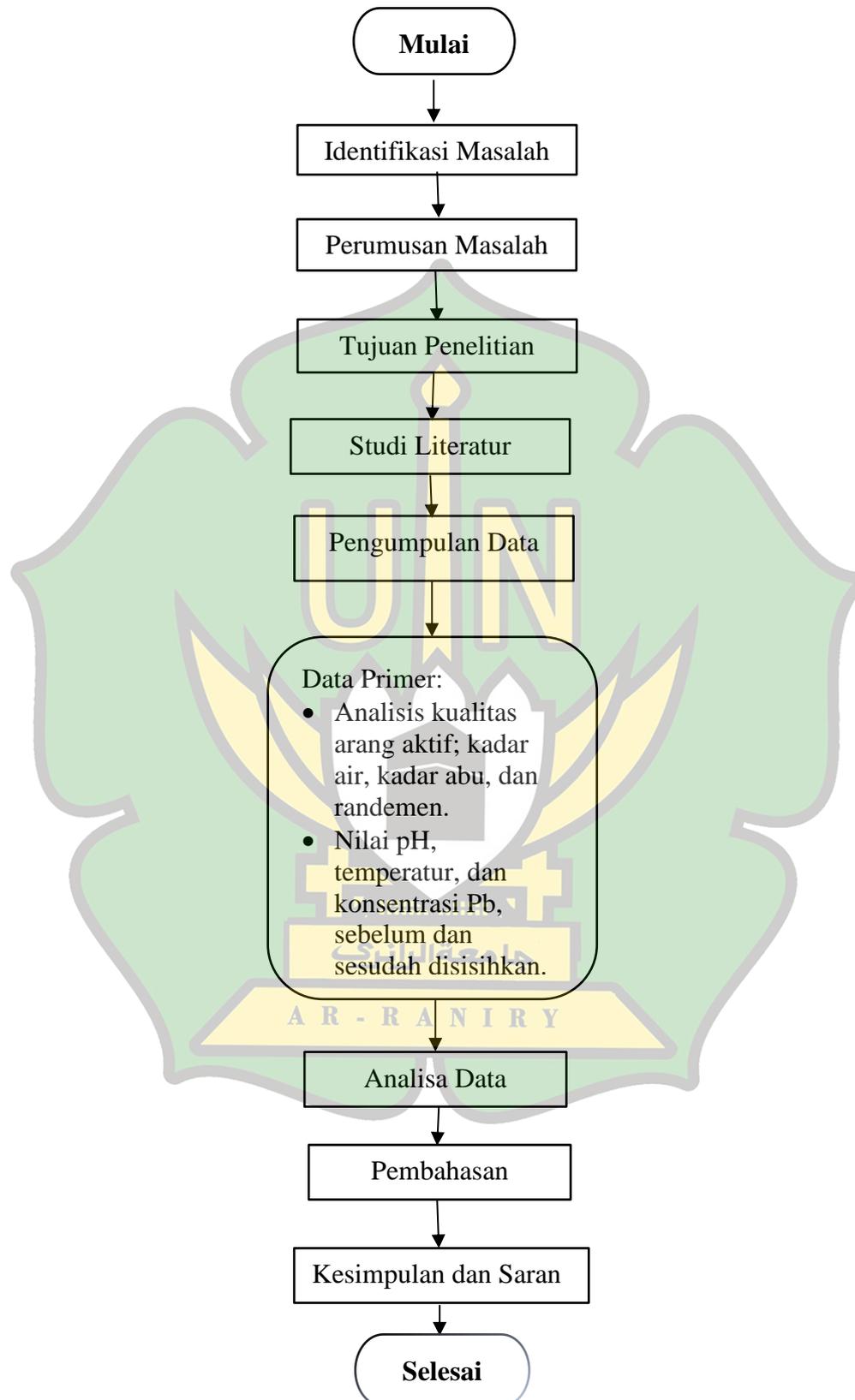
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Umum Penelitian

Secara umum, tahapan penelitian ini didahului oleh tahap identifikasi masalah merupakan langkah awal yang diteliti dari suatu masalah. Tahap perumusan masalah, merupakan tahapan untuk menyusun pertanyaan mengenai masalah yang akan dipecahkan. Dilanjutkan dengan tahap tujuan penelitian merupakan jawaban dari rumusan masalah, tujuan yang diharapkan dapat tercapai dari penelitian. Tahap studi literatur bertujuan untuk mengetahui informasi mengenai penelitian yang akan dilaksanakan, sumber literatur yang digunakan pada penelitian ini berasal dari skripsi terdahulu, jurnal, dan buku.

Tahap pengumpulan data, merupakan tahapan untuk mengumpulkan data-data yang diperoleh dari penelitian. Selanjutnya, tahap analisa data, tahap ini merupakan tahap untuk mengumpulkan data yang diperoleh dari penelitian. Tahap pembahasan, merupakan tahap menjelaskan hasil dari rumusan masalah. Dan terakhir, tahap kesimpulan dan saran, yaitu menarik kesimpulan berdasarkan dari hasil analisa data dan memberikan saran yang menjadikan acuan pada penelitian selanjutnya.





Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 2 bulan, yaitu dimulai dari bulan November sampai dengan Desember 2021.

3.2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan material adsorben dilaksanakan pada dua tempat yaitu:

- Lokasi pengambilan ampas teh, yaitu di warung kopi di daerah Lueng Bata
- Lokasi pengambilan kulit pisang, yaitu di penjual gorengan daerah Jeulingke

Lokasi penelitian dilaksanakan pada tiga tempat berdasarkan proses penelitian, yaitu pembuatan larutan standar Pb dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh. Pembuatan arang aktif, uji efektivitas dan kapasitas arang aktif dilaksanakan di Laboratorium Kimia Lingkungan Universitas Serambi Mekkah dan Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Analisa kandungan timbal Pb dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu pH meter, jar test, *muffle furnace*, gelas beaker 1000 mL, labu ukur, lumpang dan alu, timbangan analitik, ayakan 100 mesh, oven, pipet atau siphon, dan *Automatic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu ampas teh, kulit pisang, aquades, NaOH 0,1 N dan larutan timbal ($Pb(NO_3)_2$).

3.4 Prosedur Penelitian

Pada tahap ini perlu dilaksanakan beberapa langkah sebelum melalui proses adsorpsi. Terdapat proses persiapan yang merupakan proses pembuatan

arang aktif dari ampas teh dan kulit pisang, kemudian terdapat proses aktivasi secara kimia dan selanjutnya proses pengujian produk adsorben.

3.4.1 Pembuatan Arang Aktif Ampas Teh

Ampas teh sebanyak 1 kg dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 110 °C selama 2 jam. Setelah itu, arang aktif ampas teh diarangkan di dalam *muffle furnace* pada temperatur 500 °C selama 30 menit. Ampas teh yang sudah menjadi arang ditumbuk menggunakan lumpang dan alu, lalu diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh, kemudian diaktivasi dengan larutan NaOH 0,1 N selama 24 jam dan dibilas berulang kali dengan aquades sampai PH netral. Arang aktif dipanaskan kembali dalam oven selama 2 jam dengan temperatur 120 °C dan arang aktif ampas teh dimasukkan ke dalam desikator (Fernianti, 2018).

3.4.2 Pembuatan Arang Aktif Kulit Pisang

Sebanyak 1 kg kulit pisang dipotong kecil (± 5 mm), dikeringkan ke dalam oven selama 2 jam pada temperatur 105 °C. Kulit pisang diarangkan dalam *muffle furnace* pada temperatur 400 °C selama 30 menit agar menjadi arang. Setelah proses diarangkan selesai, arang kulit pisang didinginkan dalam desikator selama 1 jam. Kulit pisang yang sudah menjadi arang, ditumbuk menggunakan lumpang dan alu, kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Kulit pisang yang sudah menjadi arang diaktivasi dengan larutan NaOH 0,1 N selama 24 jam dan dibilas dengan aquades berulang kali hingga pH netral, kemudian disaring dan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 150 °C selama 45 menit, dan didinginkan dalam desikator selama 1 jam (Jubilate dkk, 2016).

3.5 Analisis Karakteristik Arang Aktif

Untuk mengetahui apakah arang aktif telah terbentuk dan berfungsi dengan baik, setelah mengalami beberapa proses, diketahui melalui karakteristik dengan penentuan kadar air, kadar abu dan rendemen

3.5.1 Kadar Air

Sebanyak 1 g arang aktif ditimbang. Dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah dikeringkan di dalam oven dan telah diketahui bobot tetapnya. Cawan porselin berisi sampel lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur 105 °C selama 3 jam dan kemudian di dinginkan. Disimpan dalam desikator dan ditimbang untuk mengetahui kadar airnya (Jubilate dkk, 2016).

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = bobot awal sebelum pemanasan (g)

b = bobot awal setelah pemanasan (g)

3.5.2 Kadar Abu

Sebanyak 2 g arang aktif di timbang dan dimasukkan kedalam cawan porselin yang telah ditimbang beratnya, kemudian cawan porselin yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam *muffle furnace* yang telah mencapai temperatur 600 °C, lalu dibiarkan selama 3 jam. Setelah adsorben menjadi abu, didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga dicapai berat konstan (Jubilate dkk, 2016).

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

Keterangan:

W_1 = bobot awal sampel (g)

W_2 = bobot akhir sampel (g)

3.5.3 Rendemen

Rendemen arang aktif dapat dihitung dengan cara membandingkan berat bahan baku dengan berat arang aktif setelah karbonisasi (Sari, 2019)

$$\text{Randemen (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat bahan baku yang terkarbonisasi (g)

b = berat arang yang dihasilkan (g)

3.6 Pembuatan Larutan Timbal Pb

Menurut SNI 6989.8-2009, pembuatan larutan standar Pb dilaksanakan dengan cara dilarutkan 0,16 g serbuk ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) kedalam gelas kimia 1000 mL, lalu ditambahkan aquades hingga batas tera dan dihomogenkan. Ditambahkan larutan asam nitrat (HNO_3) sebanyak 10 mL, sehingga menjadi larutan Pb 1000 ppm, selanjutnya di ambil 10 mL dari larutan Pb 1000 ppm dimasukkan kedalam gelas kimia 100 mL, lalu ditambahkan aquades sampai tanda batas sehingga didapatkan larutan Pb 100 ppm. Di ambil 10 mL dari larutan Pb 100 ppm lalu dimasukkan kedalam gelas kimia 100 mL dan terakhir ditambahkan aquades sampai tanda batas tera, dan didapatkan larutan standar Pb 10 ppm atau 10 mg/L.

3.7 Proses Adsorpsi

3.7.1 Proses Adsorpsi dengan Arang Aktif Ampas Teh

Disiapkan 4 sampel larutan Pb dengan konsentrasi 10 ppm dalam gelas beaker 1000 mL. Arang aktif ampas teh dengan variasi massa 0,5 g, 1 g, 1,5 g dan 2 g. Dilakukan pengadukan menggunakan jar test selama 30 menit dengan variasi kecepatan berkisar 90 rpm setelah tahap pengadukan, sampel didiamkan selama 2-3 jam dan kemudian sampel diambil sebanyak 100 mL menggunakan pipet atau siphon. Untuk dilaksanakan analisis kadar Pb yang sudah terserap oleh arang aktif dengan menggunakan AAS untuk menentukan kadar Pb.

3.7.2 Proses Adsorpsi dengan Arang Aktif Kulit Pisang

Disiapkan 4 sampel larutan Pb dengan konsentrasi 10 ppm dalam gelas beaker 1000 mL. Arang aktif kulit pisang dengan ukuran 0,5 g, 1 g, 1,5 g, 2 g. Dilakukan pengadukan menggunakan jar test selama 30 menit dengan variasi kecepatan berkisar 90 rpm setelah tahap pengadukan, sampel didiamkan selama 2-3 jam dan kemudian sampel diambil sebanyak 100 mL menggunakan pipet atau siphon. Untuk dilaksanakan analisis kadar Pb yang sudah terserap oleh arang aktif dengan menggunakan AAS untuk menentukan kadar Pb.

3.7.3 Proses Adsorpsi dengan Kombinasi Arang Aktif Ampas Teh dan Kulit Pisang

Disiapkan sampel 1000 ml larutan Pb dengan konsentrasi 10 ppm, lalu dimasukkan pada gelas beaker 1000 mL. Arang aktif ampas teh dan kulit pisang dimasukkan ke dalam sampel larutan Pb dengan variasi 0,5 g:0,5 g, 1,5 g:1 g dan 1 g:1,5 g. Setelah dilaksanakan pencampuran, diaduk menggunakan jar test dengan kecepatan pengadukan 90 rpm selama 30 menit setelah tahap pengadukan, sampel didiamkan selama 2-3 jam dan kemudian sampel diambil sebanyak 100 mL menggunakan pipet atau siphon. Untuk dilaksanakan analisis kadar Pb yang sudah terserap oleh arang aktif dengan menggunakan AAS untuk menentukan kadar Pb.

3.8 Analisis Laboratorium

3.8.1 Pengukuran derajat keasaman (pH)

Pengukuran pH dilaksanakan dua kali dalam penelitian ini, yaitu sebelum dan setelah penambahan adsorben pada larutan Pb. Prosedur pengukuran pH sesuai dengan SNI 06-6989.11-2004, yaitu sebagai berikut:

1. Dilaksanakan kalibrasi alat pH-meter dengan larutan penyangga sesuai dengan instruksi kerja alat setiap melakukan pengukuran.
2. Dikeringkan dengan kerta tisu dan dibilas elektroda dengan air suling.
3. Dibilas elektroda dengan contoh uji.
4. Dicelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan tetap.
5. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

3.8.2 Pengukuran Temperatur

Pengukuran temperatur dilaksanakan dua kali dalam penelitian ini, yaitu sebelum dan setelah penambahan adsorben pada larutan Pb. Prosedur pengukuran sesuai dengan SNI 06-6989.23-2005, yaitu sebagai berikut:

1. Termometer dicelupkan kedalam contoh uji dan biarkan selama 2 menit sampai dengan 5 menit sampai termometer menunjukkan nilai yang stabil.
2. Dicatat pembacaan skala termometer tanpa mengangkat lebih dahulu termometer dari air.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Menentukan Efektivitas Adsorpsi

Untuk menghitung efektivitas adsorpsi yaitu menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E_F (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

Keterangan:

E_F = efektivitas penurunan

Y_i = kandungan awal logam berat

Y_f = kandungan akhir logam berat

3.9.2 Menentukan Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \cdot V}{w}$$

Keterangan:

Q_e = kapasitas adsorpsi (mg/g)

C_i = konsentrasi awal (mg/l)

C_e = konsentrasi akhir (mg/l)

V = volume larutan yang digunakan (L)

w = massa adsorben (g)



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang pemanfaatan kombinasi arang aktif dari ampas teh dan kulit pisang sebagai adsorben logam berat Timbal (Pb), telah dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Pada penelitian ini diawali dengan pembuatan arang ampas teh dan kulit pisang dengan menggunakan metode karbonisasi, arang ampas teh dan kulit pisang yang telah menjadi karbon tersebut kemudian di aktivasi menggunakan aktivator NaOH 0,1N. Arang aktif ampas teh dan kulit pisang yang telah diaktivasi kemudian diaplikasikan pada penyerapan larutan Timbal (Pb) dengan menggunakan jar test dengan waktu pengadukan selama 30 menit dengan kecepatan 90 rpm.

4.1 Persiapan Adsorben

Persiapan adsorben ampas teh terdiri dari proses aktivasi dan pengujian kadar air dan kadar abu. Proses aktivasi pada ampas teh meliputi pencucian, pengeringan, penyaringan dan perendaman ampas teh menggunakan larutan aktivator NaOH 0,1 N. Tahap pertama, ampas teh sebanyak 1 kg dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 110 °C selama 2 jam. Ampas teh diarangkan di dalam *muffle furnace* pada temperatur 500 °C selama 30 menit kemudian ampas teh yang sudah menjadi arang ditumbuk menggunakan lumpang dan alu, dan diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Diaktivasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N selama 24 jam dan kemudian dibilas berulang kali dengan aquades hingga pH netral dan ampas teh yang sudah diaktivasi kembali di oven selama 2 jam dengan temperatur 120 °C selanjutnya arang aktif ampas teh dimasukkan kedalam desikator. Dilakukan pengujian kualitas arang aktif ampas teh, yaitu kadar abu dan kadar air yang bertujuan untuk mengetahui apakah arang aktif ampas teh telah sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Hasil dari pengujian kadar abu dan kadar air pada arang aktif ampas teh dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Hasil Analisa Karakteristik Adsorben Ampas Teh Berdasarkan SNI 06-3730-1995

Parameter	Standar Mutu Arang Aktif (SNI 06-3730-1995)	Hasil Analisa Arang Aktif (%)
Kadar air	Maksimum 15%	11,5
Kadar abu	Maksimum 10%	8,5
Rendemen	-	18,65

Dari hasil uji pada Tabel 4.1, menunjukkan bahwa kadar air arang aktif ampas teh pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu 11,5%, dengan maksimal kadar air yaitu 15% dan sudah layak digunakan sebagai adsorben. Menurut Saputri (2020) penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air dari adsorben. Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator. Terikatnya molekul air pada arang aktif ampas teh oleh aktivator yang mampu menyebabkan pori-pori arang aktif semakin besar. Kadar abu pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu 8,5% dengan maksimal kadar abu yaitu 10% dan sudah layak untuk digunakan sebagai adsorben. Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan sisa mineral dalam arang aktif yang tidak terbuang saat proses karbonisasi dan aktivasi (Imawati, 2015). Tinggi rendahnya kadar abu dipengaruhi oleh aktivator dalam melarutkan mineral-mineral organik yang terkandung dalam arang aktif. Kandungan kadar air dan kadar abu yang terdapat pada arang aktif ampas teh telah memenuhi SNI 06-3730-1995 tentang baku mutu arang aktif. Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui persentase dari jumlah arang aktif yang dihasilkan dari bahan awal ampas teh setelah melalui aktivasi dan karbonisasi. Suhu aktivasi, waktu aktivasi dan suhu pemanasan dengan suhu yang tinggi dapat menurunkan hasil persentase rendemen karena zat volatil dalam bahan banyak hilang.

Persiapan adsorben kulit pisang terdiri dari beberapa proses, yaitu proses aktivasi dan pengujian kadar air, kadar abu pada kulit pisang. Pada proses aktivasi meliputi pencucian, pengeringan, penyaringan dan perendaman kulit pisang

dengan larutan aktivator NaOH 0,1 N. Tahap pertama pada persiapan arang aktif kulit pisang yaitu sebanyak 1 kg kulit pisang dipotong kecil, lalu dikeringkan ke dalam oven selama 2 jam pada temperatur 105 °C. Kulit pisang diarangkan dalam *muffle furnace* pada temperatur 400 °C selama 30 menit agar menjadi arang. Setelah proses diarangkan selesai, arang aktif kulit pisang didinginkan dalam desikator selama 1 jam. Kulit pisang yang sudah menjadi arang ditumbuk menggunakan lumpang dan alu, kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Arang kulit pisang tersebut diaktivasi dengan larutan NaOH 0,1 N selama 24 jam dan dibilas dengan aquades berulang kali hingga pH netral. Di saring dan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 150 °C selama 45 menit. Di dinginkan dalam desikator selama 1 jam. Proses aktivasi selesai, selanjutnya dilakukan pengujian kualitas arang aktif kulit pisang, yaitu kadar abu dan kadar air yang bertujuan untuk mengetahui apakah arang aktif kulit pisang telah sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Hasil dari pengujian kadar abu dan kadar air pada arang aktif kulit pisang dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil Analisa Karakteristik Adsorben Kulit Pisang Berdasarkan SNI 06-3730-1995

Parameter	Standar Mutu Arang Aktif (SNI 06-3730-1995)	Hasil Analisa Arang Aktif (%)
	Kadar air	Maksimum 15%
Kadar abu	Maksimum 10%	9,5
Rendemen		31,45

Dari hasil uji pada Tabel 4.2, menunjukkan bahwa nilai kadar air arang aktif kulit pisang pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu 7,5%, dengan maksimal kadar air yaitu 15% dan sudah layak digunakan sebagai adsorben. Untuk kadar abu pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu 9,5% dengan maksimal kadar abu yaitu 10% dan sudah layak untuk digunakan sebagai adsorben.

4.2 Pengaruh Massa Adsorben Untuk Parameter pH

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter yang mampu mempengaruhi adsorpsi ion logam dalam suatu larutan. Penentuan pH larutan bertujuan untuk mengetahui kondisi larutan dalam adsorpsi Timbal (Pb) (Imawati dkk, 2015). Pada pengujian parameter pH pada penelitian ini, dengan konsentrasi larutan 10 mg/l, dengan kecepatan pengadukan 90 rpm dan waktu pengadukan yang digunakan selama 30 menit. Pengaruh massa adsorben untuk parameter pH dapat dilihat pada tabel 4.3, berikut ini:

Tabel 4.3 Pengaruh Massa Adsorben Untuk Parameter pH

Jenis Adsorben	Massa Adsorben (g)	pH Awal	pH Akhir
Ampas Teh	0,5	2	6,1
	1	2	6,8
	1,5	2	7,1
	2	2	7,2
Kulit Pisang	0,5	2	7,0
	1	2	7,2
	1,5	2	7,4
	2	2	7,5
Kombinasi Ampas Teh : Kulit Pisang	0,5:0,5	2	7,0
	1:1,5	2	7,2
	1,5:1	2	7,4

Berdasarkan tabel 4.3 terlihat bahwa dengan penambahan adsorben ampas teh, kulit pisang dan kombinasi adsorben ampas teh dengan kulit pisang, dapat meningkatkan parameter pH pada larutan Pb. Serbuk Timbal (II) Nitrat atau $Pb(NO_3)_2$ membentuk larutan yang bersifat sedikit asam. Nilai pH dari larutan timbal $Pb(NO_3)_2$ yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu 2, pH dengan nilai tersebut bersifat asam. pH menjadi faktor yang perlu diperhatikan karena menjadi salah satu faktor yang penting dalam proses adsorpsi. Penambahan massa adsorben menyebabkan kenaikan pH, kenaikan pH ini dikarenakan terjadinya ikatan kimia antara adsorben dengan adsorbat. Hal ini berhubungan dengan

protonasi atau deprotonasi permukaan sisi aktif dari sorben. pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben, dan derajat ionisasi yang dapat terserap dalam adsorpsi tersebut. Nilai pH juga dapat mempengaruhi kesetimbangan kimia, baik pada adsorbat maupun pada adsorben.

Dengan bertambahnya massa adsorben, pH ikut mengalami peningkatan, kenaikan pH disebabkan oleh terdapat reaksi pertukaran ion logam dalam gugus fungsi yang terkandung dalam adsorben. pH awal adsorben 2 yang dalam keadaan asam akan membentuk protonasi, ion H^{-} gugus-gugus yang terdapat dalam adsorben akan mengalami protonasi dan memiliki muatan positif yang sangat reaktif terhadap spesiasi dalam bentuk anion dan akibat hadirnya ion OH^{-} gugus-gugus adsorben mengalami deprotonasi dan menjadikan selulosa, selulosa tersebut bermuatan negatif sehingga menyebabkan kemampuan pengikat meningkat (Nurfriyanti dkk, 2017). pH asam pada adsorpsi Pb akan berkurang karena situs positif pada permukaan adsorben cenderung tinggi. Hal tersebut disebabkan pada kondisi asam, gugus fungsi yang terdapat pada adsorben terprotonasi, sehingga terjadinya pengikatan ion hidrogen (H^{+}) dan ion hidronium (H_3O^{+}) (Sarah dkk, 2016).

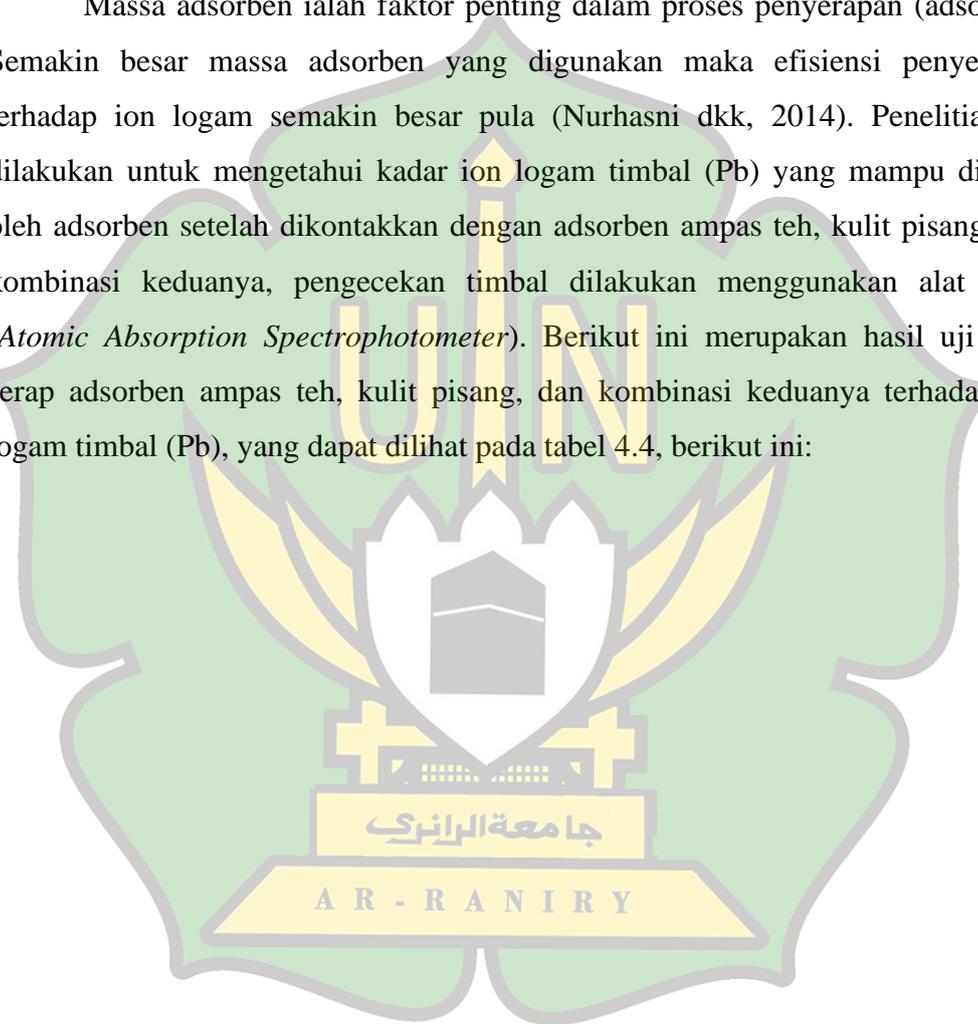
Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa semakin bertambah massa adsorben ampas teh, kulit pisang dan kombinasi keduanya mengalami kenaikan pH hingga mencapai pH netral, sehingga dapat dilihat bahwa adsorben baik dalam meningkatkan pH. Menurut Darmayanti dkk (2012) pada pH 7 jumlah timbal yang teradsorpsi cenderung meningkat hal ini disebabkan karena sudah mulai terbentuk spesies $Pb(OH)_2$ yang mengendap. Pengendapan akan mampu mempengaruhi interaksi adsorben dengan ion Pb dalam larutan, dimana semakin banyak ion Pb yang lebih dahulu mengendap maka ion Pb di dalam larutan semakin berkurang, sehingga ion Pb yang terserap oleh adsorben juga semakin berkurang, karena kurangnya ion Pb yang tersisa di dalam larutan, maka serapan yang terukur akan meningkat. Berdasarkan data tersebut massa adsorben ampas teh dapat meningkatkan pH hingga batas optimum yaitu 2 g dengan nilai pH 7,2. Pada massa adsorben kulit pisang yang dapat meningkatkan pH hingga batas optimum yaitu 2 g dengan nilai pH 7,5 dan untuk kombinasi ampas teh dan kulit

pisang didapatkan massa adsorben yang dapat meningkatkan pH hingga optimum yaitu dengan perbandingan massa 1,5 g:1 g dengan nilai pH 7,4.

4.3 Pengujian Daya Serap Adsorben

4.3.1 Pengaruh Variasi Massa Adsorben

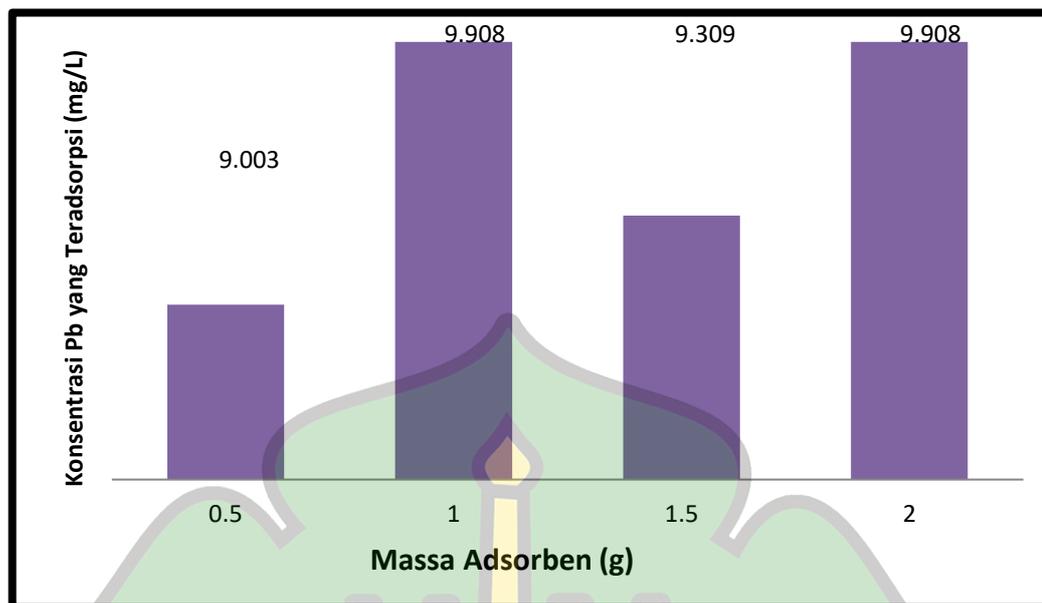
Massa adsorben ialah faktor penting dalam proses penyerapan (adsorpsi). Semakin besar massa adsorben yang digunakan maka efisiensi penyerapan terhadap ion logam semakin besar pula (Nurhasni dkk, 2014). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar ion logam timbal (Pb) yang mampu diserap oleh adsorben setelah dikontakkan dengan adsorben ampas teh, kulit pisang, dan kombinasi keduanya, pengecekan timbal dilakukan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Berikut ini merupakan hasil uji daya serap adsorben ampas teh, kulit pisang, dan kombinasi keduanya terhadap ion logam timbal (Pb), yang dapat dilihat pada tabel 4.4, berikut ini:



Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pengaruh Adsorben dan Variasi Massa Adsorben pada Adsorpsi Ion Logam (Pb)

Jenis Adsorben	Kecepatan Pengadukan : 90 rpm			
	Waktu Pengadukan : 30 menit			
	Massa Adsorben (g)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Konsentrasi Pb yang Teradsorpsi (mg/L)
Ampas The	0,5	10	0,997	9,003
	1	10	0,092	9,908
	1,5	10	0,691	9,309
	2	10	0,092	9,908
Kulit Pisang	0,5	10	0,276	9,724
	1	10	0,432	9,568
	1,5	10	0,061	9,939
	2	10	0,035	9,965
Kombinasi Ampas Teh : Kulit Pisang	0,5:0,5	10	0,018	9,982
	1:1,5	10	0,012	9,988
	1,5:1	10	0,021	9,979

Berdasarkan tabel 4.4 terlihat bahwa hasil kemampuan adsorben terhadap ion logam timbal (Pb) mengalami peningkatan dan penurunan adsorben. Menurut Nurafriyanti dkk (2017) peningkatan penyerapan adsorben terjadi karena semakin banyak adsorben maka semakin banyak gugus aktif yang tersedia, dan penurunan penyerapan adsorben terjadi karena ion logam dan selulosa arang aktif telah mencapai titik jenuh sehingga adsorben tidak bisa lagi menyerap ion logam Pb.

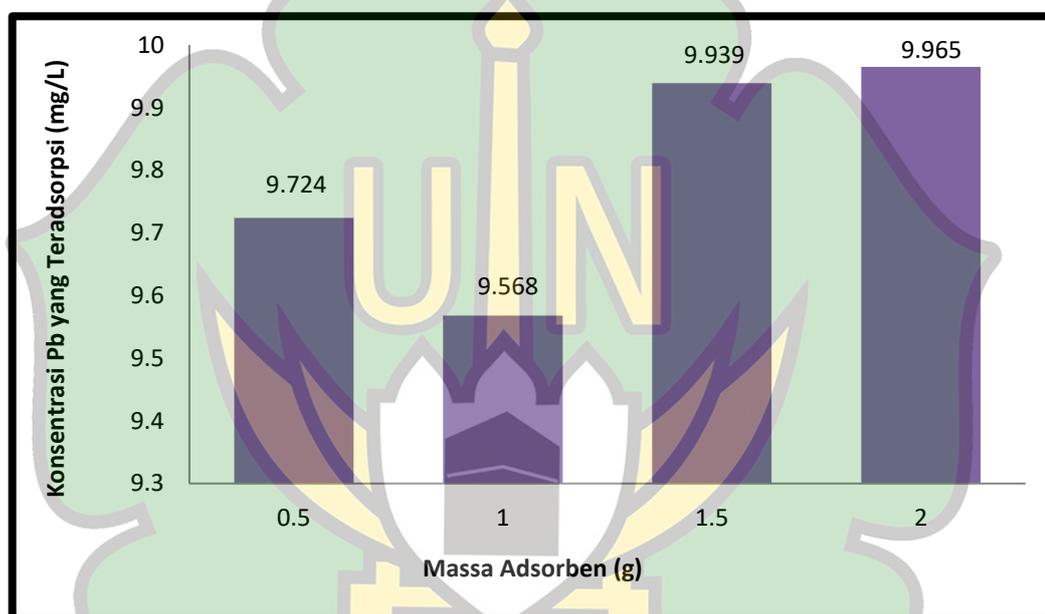


Gambar 4.1 Pengaruh Massa Adsorben Ampas Teh Untuk Parameter Timbal

Menurut Alifturrahma, semakin banyak jumlah adsorben yang ditambahkan maka akan semakin besar pula persen penyisihannya dan semakin bertambah massa adsorben dapat menambah luas permukaan adsorbennya. Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa, adsorpsi mengalami peningkatan dan penurunan di setiap bertambahnya massa adsorben yang sudah divariasikan dengan penetapan ukuran lolos 100 mesh dengan waktu kontak 30 menit, dan kecepatan pengadukan 90 rpm, dengan konsentrasi limbah timbal yaitu 10 mg/l. Peningkatan dan penurunan persen adsorpsi dipengaruhi oleh banyaknya adsorben yang digunakan pada penelitian. Semakin berat massa adsorben maka jumlah pori untuk mengadsorpsi logam juga akan semakin meningkat. Hal tersebut membuktikan bahwa banyaknya jumlah pori yang tersedia memberikan banyak ruang oleh adsorben untuk mengadsorpsi ion logam sehingga berakibat terhadap peningkatan daya adsorpsi (Jubilate dkk, 2016).

Peningkatan adsorpsi terjadi dikarenakan bertambahnya jumlah adsorben yang berinteraksi dengan logam Pb. Terjadinya peningkatan adsorpsi karena kerapatan sel adsorben dalam larutan sehingga menghasilkan interaksi yang cukup baik antara pusat aktif dinding sel adsorben dengan logam timbal. Namun, kenaikan massa tidak selalu berbanding lurus dengan penyerapan logam seperti

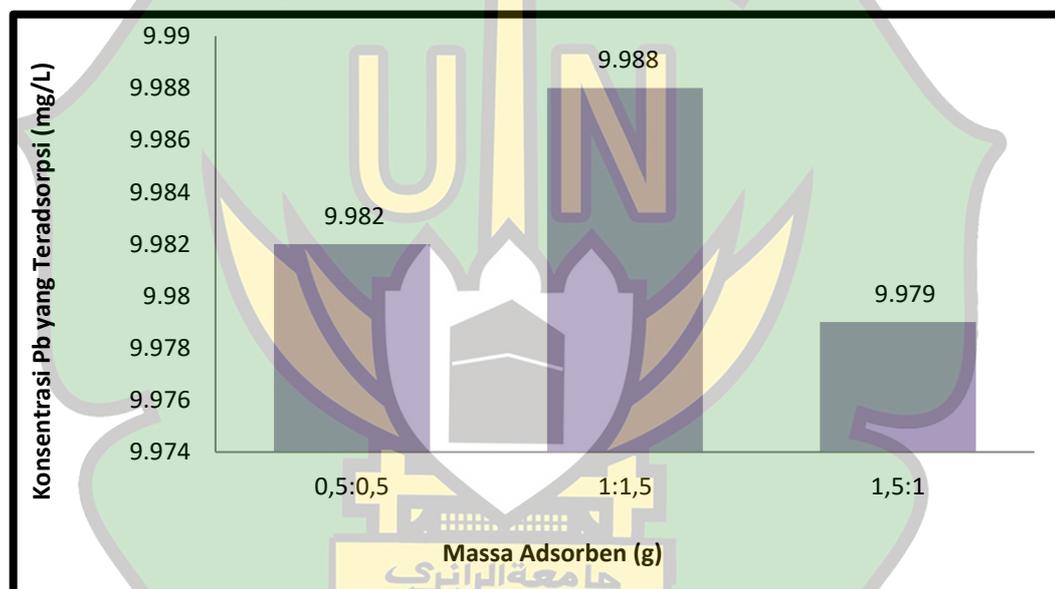
pada massa 1,5 g mengalami penurunan dibandingkan dengan massa 1 g hal tersebut dikarenakan penurunan massa Pb teradsorpsi disebabkan konsentrasi timbal (Pb) yang terserap pada permukaan ampas teh lebih besar dibandingkan konsentrasi Pb yang tersisa dalam larutan. Perbedaan konsentrasi menyebabkan ion Pb yang sudah terikat pada ampas teh akan lepas kembali ke dalam larutan. Berdasarkan hasil uji menunjukkan bahwa massa adsorben ampas teh 2 g ditetapkan sebagai massa optimum dalam menurunkan konsentrasi awal 10 mg/L Pb yang teradsorpsi sebanyak 9,908 mg/L dalam 1 liter larutan.



Gambar 4.2 Pengaruh Massa Adsorben Kulit Pisang Terhadap Parameter Timbal

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa, penyisihan yang terjadi bervariasi, penetapan ukuran lolos 100 mesh dengan waktu kontak 30 menit, dan kecepatan pengadukan 90 rpm, dengan konsentrasi limbah timbal yaitu 10 mg/L. Semakin tinggi massa adsorben maka kapasitas adsorpsi akan semakin menurun. Penurunan kapasitas adsorpsi disebabkan oleh adanya sisi aktif adsorben yang belum semuanya berkaitan dengan adsorbat (Takarani dkk, 2019). Seperti pada massa adsorben 0,5 g Pb yang teradsorpsi yaitu 9,724 dan pada massa adsorben 1 g mengalami penurunan Pb yang teradsorpsi yaitu 9,568. Hal tersebut kemungkinan karena adsorben mulai jenuh sehingga adsorbat tersebut mengalami pelepasan yang berada di adsorben dan kandungan logam yang berada di adsorben kulit

pisang terlepas sehingga kadar Pb semakin bertambah. Pada massa 1,5 g dengan Pb yang teradsorpsi yaitu 9,939 dan pada massa adsorben 2 g dengan Pb yang teradsorpsi yaitu 9,965 mengalami peningkatan, hal tersebut menunjukkan bahwa massa adsorben kulit pisang berpengaruh terhadap proses adsorpsi, karena semakin bertambah massa adsorben kulit pisang maka semakin meningkat pula Pb yang teradsorpsi dan konsentrasi Pb dalam larutan ikut menurun sehingga mencapai kesetimbangan. Berdasarkan hasil uji menunjukkan bahwa massa adsorben kulit pisang 2 g ditetapkan sebagai massa optimum dalam menurunkan konsesntrasi awal 10 mg/L Pb yang teradsorpsi sebanyak 9,965 mg/L dalam 1 liter larutan.



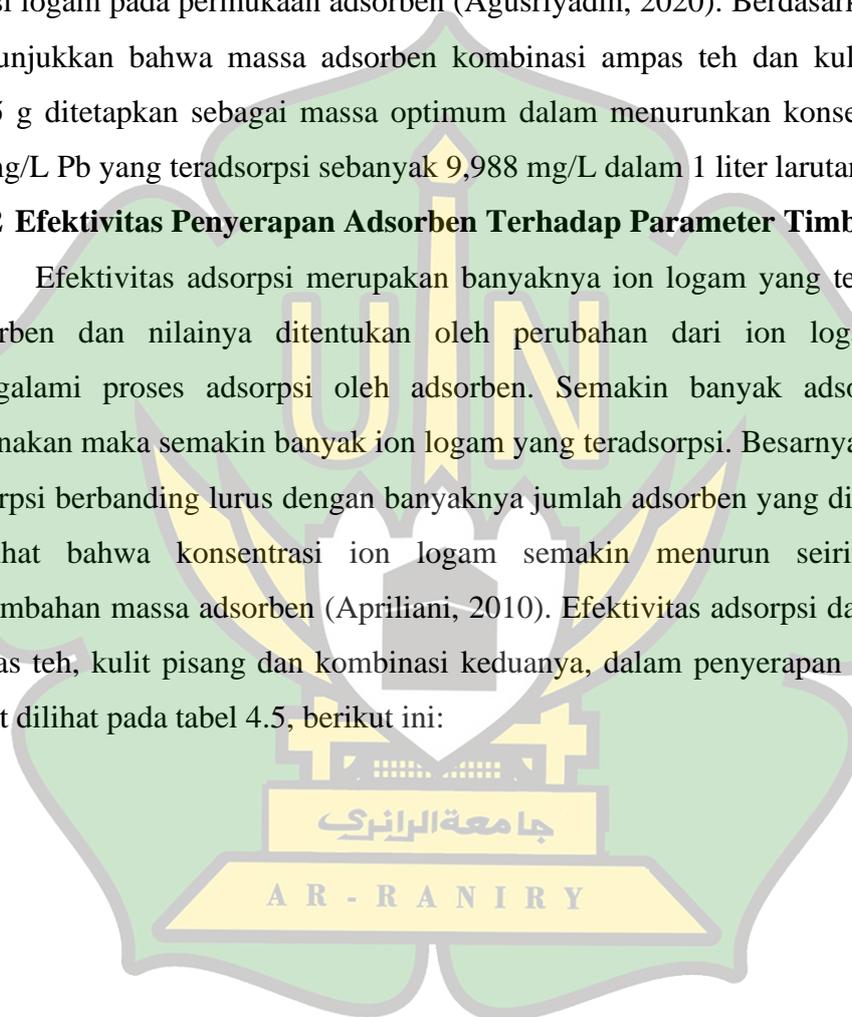
Gambar 4.3 Pengaruh Massa Adsorben Kombinasi dari Ampas Teh dan Kulit Pisang Untuk Parameter Timbal

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa, kombinasi adsorben pada rasio massa 0,5 g:0,5 g dengan Pb yang teradsorpsi yaitu 9,982 mengalami peningkatan pada massa 1 g:1,5 g dengan Pb yang teradsorpsi 9,988, karena semakin bertambah adsorben maka Pb yang teradsorpsi mengalami peningkatan. Meningkatnya Pb yang teradsorpsi berhubungan dengan bertambahnya situs aktif yang tersedia pada permukaan adsorben. Semakin banyak situs aktif yang tersedia, akan membuat kontak antar adsorben dan adsorbat semakin besar.

Sehingga terjadi peningkatan Pb yang teradsorpsi. Sedangkan pada massa 1,5 g:1 g mengalami penurunan karena massa yang besar menyediakan banyak situs aktif adsorpsi dan selama proses adsorpsi banyak situs aktif yang tidak terpakai. Massa yang besar dapat menyebabkan penumpukan partikel adsorben yang dapat mengakibatkan penurunan luas permukaan total adsorben dan peningkatan jarak difusi logam pada permukaan adsorben (Agusriyadin, 2020). Berdasarkan hasil uji menunjukkan bahwa massa adsorben kombinasi ampas teh dan kulit pisang 1 g:1,5 g ditetapkan sebagai massa optimum dalam menurunkan konsentrasi awal 10 mg/L Pb yang teradsorpsi sebanyak 9,988 mg/L dalam 1 liter larutan.

4.3.2 Efektivitas Penyerapan Adsorben Terhadap Parameter Timbal (Pb)

Efektivitas adsorpsi merupakan banyaknya ion logam yang terserap oleh adsorben dan nilainya ditentukan oleh perubahan dari ion logam setelah mengalami proses adsorpsi oleh adsorben. Semakin banyak adsorben yang digunakan maka semakin banyak ion logam yang teradsorpsi. Besarnya efektivitas adsorpsi berbanding lurus dengan banyaknya jumlah adsorben yang ditambahkan. Terlihat bahwa konsentrasi ion logam semakin menurun seiring dengan penambahan massa adsorben (Apriliani, 2010). Efektivitas adsorpsi dari adsorben ampas teh, kulit pisang dan kombinasi keduanya, dalam penyerapan timbal (Pb) dapat dilihat pada tabel 4.5, berikut ini:

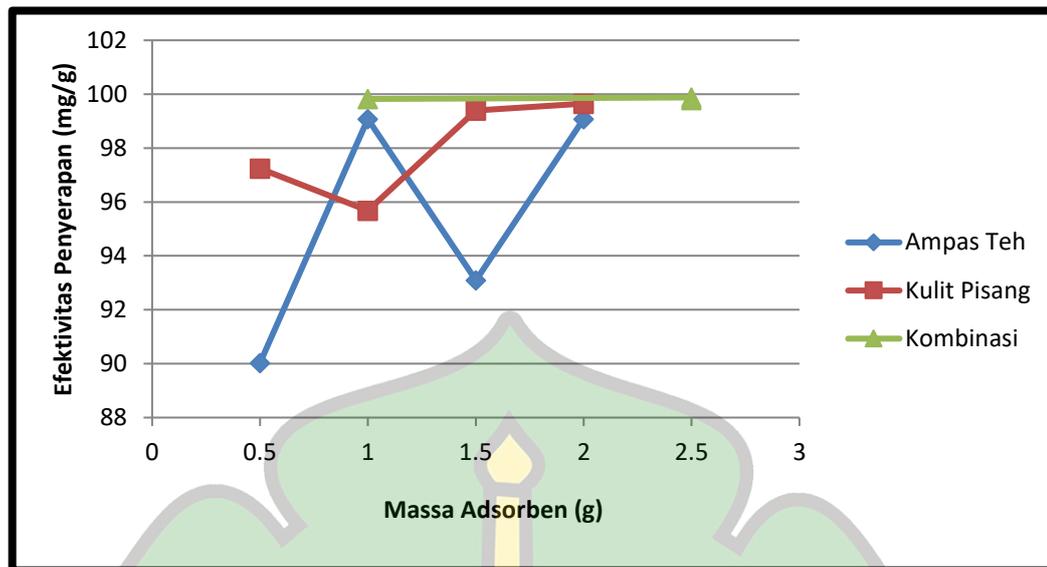


Tabel 4.5 Efektivitas Adsorpsi Timbal (Pb)

Jenis Adsorben	Massa Adsorben (g)	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Efektivitas Adsorpsi (%)
Ampas Teh	0,5	10	0,997	90,03
	1	10	0,092	99,08
	1,5	10	0,691	93,09
	2	10	0,092	99,08
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				95,32
Kulit Pisang	0,5	10	0,276	97,24
	1	10	0,432	95,68
	1,5	10	0,061	99,39
	2	10	0,035	99,65
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				97,99
Kombinasi Ampas Teh :Kulit Pisang	0,5:0,5	10	0,018	99,82
	1:1,5	10	0,012	99,88
	1,5:1	10	0,021	99,79
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				99,83

Sebagai contoh, untuk perhitungan efektivitas penyerapan Pb dengan massa adsorben ampas teh 0,5 gram, konsentrasi awal 10 mg/l sebagai Y_i dan konsentrasi akhir 0,997 sebagai Y_f , dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 E_f(\%) &= \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \\
 &= \frac{10 - 0,9997}{10} \times 100 \\
 &= 99,08\%
 \end{aligned}$$



Gambar 4.4 Efektivitas Adsorpsi Timbal (Pb)

Berdasarkan Tabel dan Gambar diatas dapat dilihat bahwa, efektivitas adsorpsi optimum menurut jenis adsorben, pada adsorben ampas teh adsorpsi optimum terjadi pada massa adsorben 2 g, dengan tingkat efektivitas 99,08 %. Untuk adsorben kulit pisang, penyerapan maksimum terjadi pada massa adsorben 2 g dengan tingkat efektivitas yaitu 99,65% dan pada kombinasi ampas teh dan kulit pisang, penyerapan maksimum terjadi pada massa adsorben 1 gram ampas teh:1,5 gram kulit pisang dengan tingkat efektivitas yaitu 99,88%. Pada efektivitas massa adsorben akan mempengaruhi pada proses adsorpsi, yaitu seiring bertambahnya massa adsorben terjadinya penurunan nilai efektivitas, yang disebabkan oleh adanya batas kemampuan pada penyerap dan adsorben akan jenuh apabila semua pori-pori telah terisi penuh dalam proses adsorpsi logam berat.

4.3.3 Kapasitas Penyerapan Adsorben Terhadap Parameter Timbal (Pb)

Kapasitas adsorpsi merupakan kapasitas dari adsorben dalam menyerap adsorbat. Kapasitas adsorpsi bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerap adsorben terhadap adsorbat. Satuan yang digunakan pada kapasitas adsorpsi yaitu mg/g (Nurafriyanti dkk, 2017). Kapasitas adsorpsi dapat berkaitan dengan kemampuan daya serap adsorben terhadap zat yang akan diserap. Kapasitas

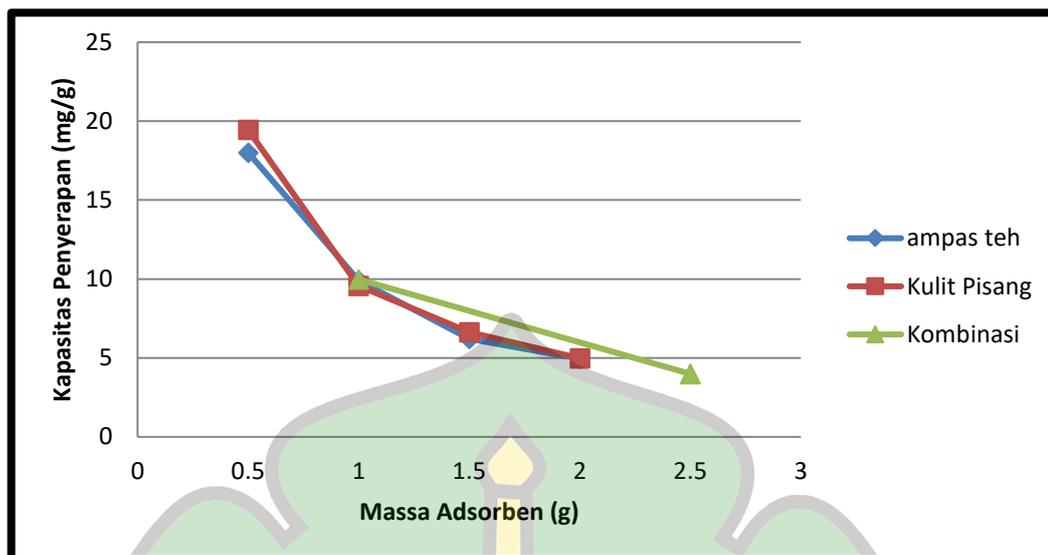
adsorpsi dari adsorben ampas teh, kulit pisang dan kombinasi keduanya, dalam penyerapan timbal (Pb) dapat dilihat pada tabel 4.6, berikut ini:

Tabel 4.6 Kapasitas Adsorpsi Timbal (Pb)

Jenis Adsorben	Massa Adsorben (gr)	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
Ampas Teh	0,5	10	0,997	18,01
	1	10	0,092	9,91
	1,5	10	0,691	6,21
	2	10	0,092	4,95
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				9,77
Kulit Pisang	0,5	10	0,276	19,45
	1	10	0,432	9,57
	1,5	10	0,061	6,63
	2	10	0,035	4,98
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				10,15
Kombinasi Ampas Teh :Kulit Pisang	0,5:0,5	10	0,018	9,98
	1:1,5	10	0,012	3,99
	1,5:1	10	0,021	3,98
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				5,99

Sebagai contoh, untuk perhitungan kapasitas penyerapan Pb dengan ampas teh 0,5 gram, dalam volume larutan 1 liter sebagai v , konsentrasi awal 10 mg/l sebagai C_i dan konsentrasi akhir 18,01 mg/l sebagai C_f , dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_e &= \left(\frac{C_i - C_f \cdot v}{w} \right) \\
 &= \left(\frac{10 - 0,9997 \cdot 1}{0,5} \right) \\
 &= 18,006
 \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Kapasitas Adsorpsi Timbal (Pb)

Berdasarkan Tabel dan Gambar diatas dilihat bahwa, besarnya kapasitas dari penyerapan logam timbal (Pb) pada masing-masing massa adsorben. Pada adsorben ampas teh dengan volume larutan 1 liter, kapasitas penyerapan tertinggi yaitu pada massa adsorben 0,5 g yaitu dengan kapasitas penyerapan sebesar 18,01 mg/g, sedangkan kapasitas penyerapan terendah yaitu pada massa adsorben 2 g dengan kapasitas penyerapan yaitu 4,95 mg/g. Pada adsorben kulit pisang, kapasitas penyerapan tertinggi yaitu pada massa adsorben 0,5 g dengan kapasitas penyerapan sebesar 19,45 mg/g, sedangkan kapasitas penyerapan terendah terjadi pada massa adsorben 2 g, dengan kapasitas penyerapan yaitu 4,98 mg/g dan untuk kombinasi ampas teh dan kulit pisang, kapasitas penyerapan adsorben tertinggi yaitu pada massa adsorben 0,5 : 0,5 dengan kapasitas penyerapan sebesar 9,98 mg/g, sedangkan kapasitas penyerapan terendah terjadi pada massa adsorben 1,5 : 1 yaitu dengan kapasitas adsorben 3,99 mg/g.

Pada massa adsorben yang rendah maka kapasitas penyerapan akan meningkat, sedangkan pada massa adsorben yang tinggi, kapasitas penyerapan akan mengalami penurunan, hal ini dikarenakan meningkatnya jumlah massa adsorben maka akan menambah jumlah partikel dan luas permukaan adsorben akan semakin besar, sehingga meningkatkan nilai efektivitas, akan tetapi

bertambahnya nilai efektivitas penyerapan mampu menyebabkan penurunan kapasitas, dikarenakan kapasitas adsorpsi akan menyebabkan desorpsi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka kesimpulan pada penelitian ini, adalah:

1. Penggunaan adsorben ampas teh dapat menghasilkan efektivitas penurunan logam Pb tertinggi pada massa adsorben 1 g dan 2 g, adsorben kulit pisang yang adsorpsi Pb tertinggi pada massa adsorben 2 g, sedangkan untuk kombinasi adsorben ampas teh dan kulit pisang pada massa adsorben 1 g:1,5 g memiliki efektivitas adsorpsi paling tinggi
2. Dari rasio massa kombinasi adsorben ampas teh dan kulit pisang, diperoleh hasil optimum kombinasi adsorben yaitu pada perbandingan massa 1 gr:1,5 gr dengan efektivitas yaitu 99,88% dan kapasitas penyerapan yaitu 3,99 mg/g.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, adapun saran untuk penelitian lebih lanjut adalah:

1. Bagi peneliti selanjutnya mengenai pemanfaatan kombinasi adsorben ampas teh dan kulit pisang dapat dilakukan kembali dengan penambahan variabel bebas, seperti variasi massa lainnya, variasi pengadukan, variasi kecepatan pengadukan, dan variasi konsentrasi larutan.
2. Bagi peneliti selanjutnya perlu dilakukan penelitian menggunakan aktivator lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

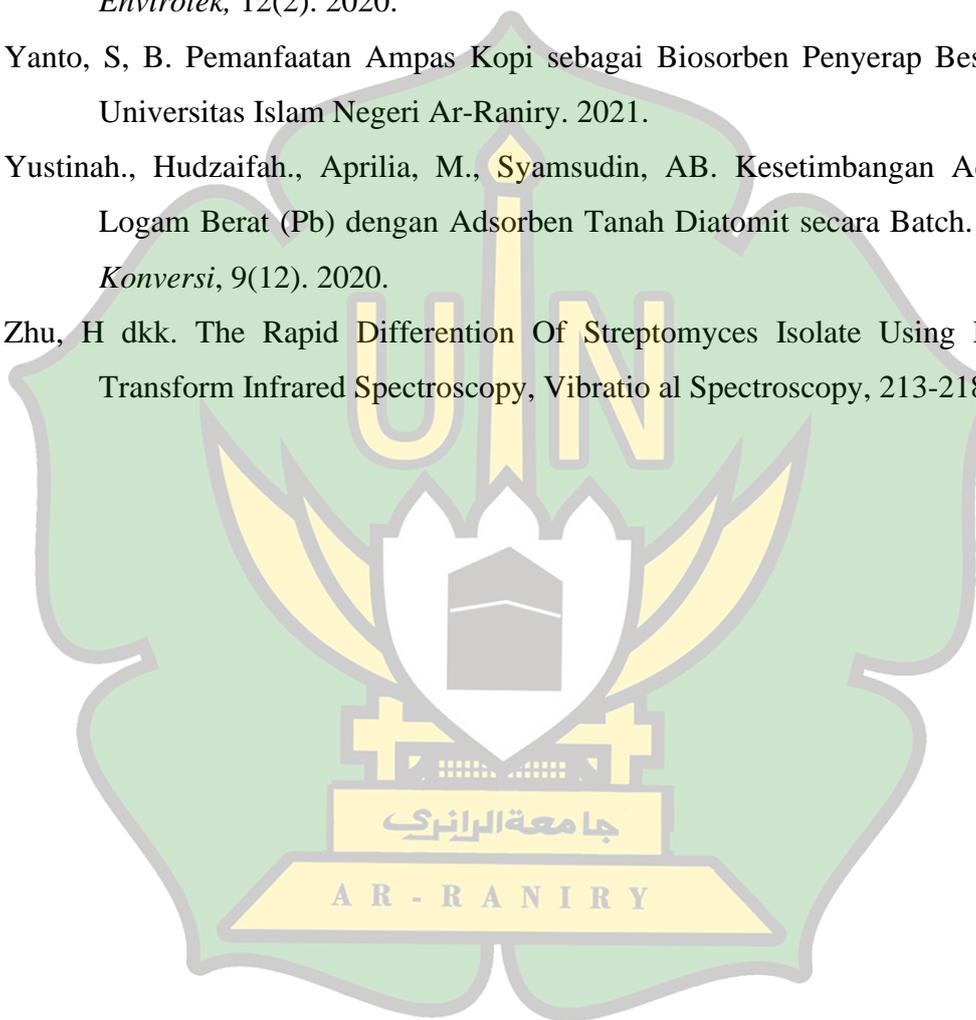
- Abriagni, D. Optimasi Adsorpsi Krom (IV) dengan Ampas Daun Teh (*Camellia Sinensis L*) Menggunakan Metode Spektrofotometri. Universitas Negeri Semarang. 2011.
- Abuenkens., N,N, Zyaykina. Adsorbents and Adsorption Processes For Pollution Control. *Journal Pollution Control Technologies*, 2, 8-17. 2006.
- Agusriyadin. Karakterisasi, Kinetika, dan Isoterm Adsorpsi Limbah Ampas Kelapa sebagai Adsorben Ion Cu (II). *Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 6(2). 2020
- Agusti, A, N. (2019) Analisis Logam Timbal dan Tembaga Terhadap Daya Serap Rumput Laut *Graciluria sp* sebagai Adsorben. Universitas Islam Negeri Ar-RAniry.
- Alfiany, H., Bahri, S., Nurakhirawati. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung sebagai Adsorben Logam Pb dengan beberapa Aktivator Asam. *Journal Natural Science*, 2(3). 2013.
- Apriliani, A. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. 2010.
- Azizah, S,N., Suwandi., Fitriyanti, N. Analisis Kemampuan Berbagai Jenis Kulit Pisang dalam Mereduksi Kandungan Fe dan Mn dari Air Tanah di Telkom University. *Jurnal e-Proccrding of Engineering*, 6(1). 2019.
- Azzahra, R, F., Taufik, M. Bioadsorben Berbahan Dasar Limbah Ampas Teh (*Camellia Sinensis*) sebagai Agent Penyerap Logam Berat Fe dan Pb Pada Air Sungai. *Jurnal Kinetika*, 11(1). 2020.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. Produksi Pisang Menurut Provinsi. 2019
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. Produksi Teh Menurut Provinsi. 2021.
- Basse. Compost Engineering. London:An Arbour Science. 2000

- Bokau, N, S. Sintesis Membran Kitosan Termodifikasi Silika Abu Sekam Padi untuk Proses Dekolorisasi. Universitas Negeri Semarang. 2019.
- Cahyaningrum, P, U. daya Adsorpsi Adsorben Kulit Salak Termodifikasi terhadap Ion Tembaga (II). Universitas Negeri Yogyakarta, 2016.
- Darmayanti., Rahman, N., Supriada. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Kepok berdasarkan Variasi pH. *Jurnal Akademika Kimia*, 194). 2021.
- Dwi, R. Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi yang Di Mobilisasi dengan 3-Trime-Toksisilil-I-Propantiol. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 4(2), 150-167. 2010.
- Dewa, R, M. Adsorpsi Fluidisasi Logam Cu (II) Menggunakan Kitosan-Urea dengan Penambahan Karbo Simetil Selulosa (CMC) dan Glutaraldehyd. Universitas Airlangga. 2012.
- Fajriah, H, N. Pemanfaatan Daun Ketapang (*Terminalia Cattapa L.*) sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb) dalam Air Menggunakan Aktivator Asam Sitrat ($C_6H_8O_7$).
- Fasya, A,Z., Fadila, N. Pemanfaatan Arang Sekam Padi sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2017.
- Fernianti, D. Karbonisasi Ampas Teh yang Sudah di Seduh dan Aktifasi Menggunakan Asam Sulfat (H_2SO_4). *Jurnal distilasi*, 3(2), 10-15. 2018.
- Gloria. Limbah Kulit Pisang Mampu Turunkan Konsentrasi Logam Berat di Sungai. 2018. <https://www.ugm.ac.id/id/berita/16593-limbah-kulit-pisang-mampu-turunkan-konsentrasi-logam-berat-di-sungai>
- Govint, A, M. Efektivitas Sekam Padi dan Kulit Pisang Kepok sebagai Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali di Desa Paya Lombana Kecamatan Tebing Tinggi Kabupaten Serdang Bedagai. Universitas Sumatera Utara. 2017.
- Gusti, D, R., Wuntu, A. Adsorpsi Ion Tembaga (II) Menggunakan Ampas Daun Teh sebagai adsorben. *Jurnal ChemProg*, 3(2). 2010.

- Istirahayu, D.N. Pengaruh Penggunaan Ampas Teh dalam Ransum terhadap Persentase Karkas, Giblet, Limpa dan Ternak Abdominal Broiler. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. 1993.
- Haura, U., Razi, F., Meliana, H. Karakterisasi Adsorben dari Kulit Manggis dan Kinerjanya pada Adsorpsi Logam Pb(II) dan Cr(VI). *Jurnal Biopropal Industri*, 8(1). 2017
- Haqiqi, E, R. Studi Awal Kemampuan Adsorpsi Komposit Kulit Telur Ayam dengan Sekam Padi sebagai Adsorben *Metil Orange*. *Jurnal CHEESA*, 1(1). 2018.
- Jauhar, M, K., Eclotha, P., Haryo, P, W. Produksi Logam Isopropil Alkohol Murni untuk Aditif Bensin yang Ramah Lingkungan sebagai Wujud Pemanfaatan Produk Samping pada Industri Gas Alam. Institut Teknologi Bandung. 2007.
- Jubilate, F., Zaharah T, A., Syahbanu, I. Pengaruh Aktivasi Arang Dari Limbah Kulit Pisang Kepok sebagai Adsorben Besi (II) pada Air Tanah. *Jurnal JKK*, 5(4), 14-21. 2016.
- Lempong, M. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknis Eboni*, 11(2), 65-80. 2014.
- Masriantini, R. Karbon Aktif dari Limbah Kulit Pisang sebagai Adsorben pada Limbah Tenun Songket. *Jurnal Media Teknik*, 12(11). 2015.
- Maulana, I., Irayani, A., Nashrianto, H. Pemanfaatan Ampas Teh sebagai Adsorben Ion Kalsium (Ca^{2+}) dan Ion Magnesium (Mg^{2+}) dalam Air
- Nurafriyanti., Prihatini, N, S., Syaunqiah, I. Pengaruh Variasi pH dan Berat Adsorben dalam Pengurangan Konsentrasi Cr Total pada Limbah Artifisial menggunakan Adsorben Ampas Daun Teh. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1). 2017.
- Nurhasni., Hendrawati., Saniyyah, N. Sekam Padi Untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. *Valensi*, 4(1). 2014
- Palar, H. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. 2008.

- Panjaitan, F. Pemanfaatan Karbon Aktif dari Ampas Teh sebagai Adsorben pada Proses Adsorpsi β -Karoten yang Terkandung dalam Minyak Kelapa Sawit Mentah (Crude Palm Oil). Universitas Sumatera Utara. 2017.
- Pratama, D, A., Nooe, A, M, A., Sanjaya, A, S. Efektivitas Ampas Teh sebagai Adsorben Alternatif Logam Fe dan Cu pada Air Sungai Mahakam. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(3), 131-138. 2017.
- Rizna, R., Sajidah. Pemanfaatan Adsorben Alami (Biosorben) untuk Mengurangi Kadar Timbal (Pb) dalam Limbah Cair. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 2017.
- Sangandita, K, R, K, D., Utami, B. Efektivitas Sekam Padi dan *Bagasse Fly Ash* sebagai Adsorben Logam Cr pada Sistem Batch. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 4(2), 85-97. 2019
- Sarah, F., Ibnu, K., dan Muhammad, N. (2016). Uji Daya Serap Serbuk Gergaji Kayu Merbau (*Intsia sp*) Terhadap Logam Timbal (II). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia (JIMK)*, 1(4), 105-114.
- Supriyanto, B., Nurulita, U., Mifbakhuddin. Efektivitas Variasi Dosis dan Lama Waktu Kontak Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Penurunan Timbal (Pb) pada Air Sungai. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 8(2). 2013.
- 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.
- Takarani, P., Novita, S, F., Fathoni, R. Pengaruh Massa dan Waktu Adsorben Selulosa dari Kulit Jagung terhadap Konsentrasi Penyerapan. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknologi*. 2019
- Wibowo, N., Setiawan, J., Ismadji, S. Modifikasi Gugus Aktif suatu Karbon Aktif dan Karakterisasinya. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 3(1). 2017
- Wijaya, B.A., Trihadiningrum, Y., Andy. Pencemran meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Driyorejo hingga Karang Pilang. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). 2020
- Widayanto. Wahyu., Astiana, S., Raymond, J. Efek Toksik Logam.

- Wulandari., Winda, T. Pemanfaatan Ampas Tebu sebagai Alternatif Adsorbenn Pb (II) (*Utilization Of Sugarcane Bagasee As Pb (II) Adsorbent*). *Jurnal Kesehatan Baku Tunas Husada*, 17(2). 2017.
- Yanuarita, D., Pratiwi, A, S., Saragih, S, M, R. Pemanfaatan Kulit Pisang sebagai Media Penyerapan Logam pada Limbah Cair (Review Jurnal). *Jurnal Envirotek*, 12(2). 2020.
- Yanto, S, B. Pemanfaatan Ampas Kopi sebagai Biosorben Penyerap Besi (Fe). Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. 2021.
- Yustinah., Hudzaifah., Aprilia, M., Syamsudin, AB. Keseimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) dengan Adsorben Tanah Diatomit secara Batch. *Jurnal Konversi*, 9(12). 2020.
- Zhu, H dkk. The Rapid Differentiation Of Streptomyces Isolate Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy, *Vibratio al Spectroscopy*, 213-218. 2006



LAMPIRAN A Hasil Perhitungan

Lampiran A.1 Rendemen, Kadar Air, dan Kadar Abu

1. Kadar Air

- Adsorben Ampas Teh

Diketahui:

$$W_1 = \text{Berat cawan kosong} = 63,59 \text{ g}$$

$$W_2 = \text{Berat cawan kosong} + \text{sampel awal} = 65,59 \text{ g}$$

$$W_3 = \text{Berat cawan kosong} + \text{sampel akhir} = 65,36 \text{ g}$$

$$\text{Kadar air} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{65,59 - 65,36}{65,59 - 63,59} \times 100\% \\ &= 11,5\% \end{aligned}$$

- Adsorben Kulit Pisang

Diketahui:

$$W_1 = \text{Berat cawan kosong} = 62,70 \text{ g}$$

$$W_2 = \text{Berat cawan kosong} + \text{sampel awal} = 64,70 \text{ g}$$

$$W_3 = \text{Berat cawan kosong} + \text{sampel akhir} = 64,55 \text{ g}$$

$$\text{Kadar air} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{64,70 - 64,55}{64,70 - 62,70} \times 100\% \\ &= 7,5\% \end{aligned}$$

2. Kadar Abu

- Adsorben Ampas Teh

Diketahui:

$$a = \text{Berat abu} = 0,176 \text{ g}$$

$$b = \text{Berat arang aktif kering disaat awal} = 2 \text{ g}$$

$$\text{Kadar abu} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{0,176}{2} \times 100\% \\ &= 8,5\% \end{aligned}$$

- Adsorben Kulit Pisang

a = Berat abu = 0,192 g

b = Berat arang aktif kering disaat awal = 2 g

$$\text{Kadar abu} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{0,192}{2} \times 100\% \\ &= 9,5\% \end{aligned}$$

3. Rendemen

- Adsorben Ampas Teh

Diketahui:

a = Berat bahan baku yang dikarbonisasi = 1 kg = 1000 g

b = Berat arang yang dihasilkan = 186,5 g

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{186,5}{1000} \times 100\% \\ &= 18,65\% \end{aligned}$$

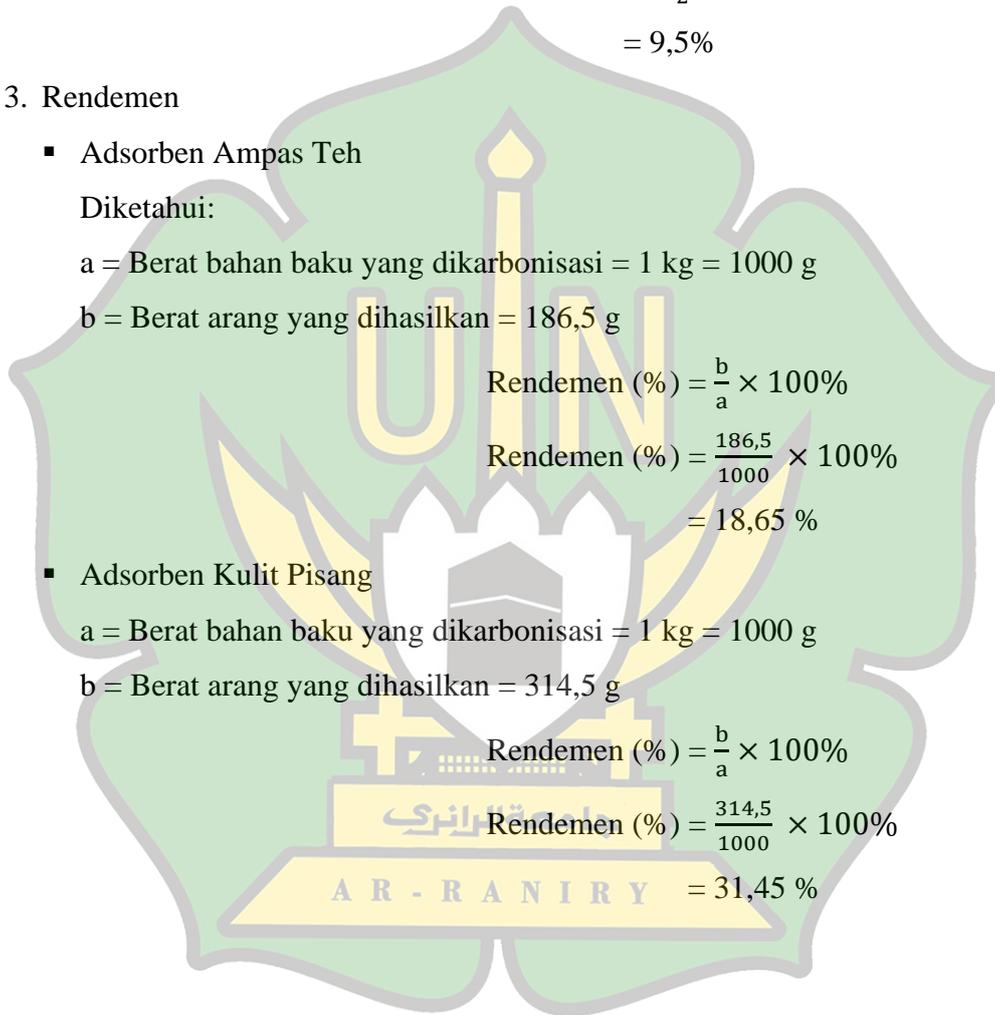
- Adsorben Kulit Pisang

a = Berat bahan baku yang dikarbonisasi = 1 kg = 1000 g

b = Berat arang yang dihasilkan = 314,5 g

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{314,5}{1000} \times 100\% \\ &= 31,45\% \end{aligned}$$



Lampiran A.2 Perhitungan Efektivitas Penyerapan Adsorben Ampas Teh

1. Massa Adsorben 0,5 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,997 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,997}{10} \times 100$$
$$= 90,03\%$$

2. Massa Adsorben 1 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,092 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,092}{10} \times 100$$
$$= 99,08\%$$

3. Massa Adsorben 1,5 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,691 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,691}{10} \times 100$$
$$= 93,09\%$$

4. Massa Adsorben 2 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,092 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,092}{10} \times 100$$

= 99,08%



Lampiran A.3 Perhitungan Efektivitas Penyerapan Adsorben Kulit Pisang

1. Massa Adsorben 0,5 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,276 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,276}{10} \times 100$$
$$= 97,24\%$$

2. Massa Adsorben 1 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,432 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,432}{10} \times 100$$
$$= 95,68\%$$

3. Massa Adsorben 1,5 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,061 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,061}{10} \times 100$$
$$= 99,39\%$$

4. Massa adsorben 2 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,035 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,035}{10} \times 100$$

= 99,65%



Lampiran A.4 Perhitungan Efektivitas Penyerapan Kombinasi dari Adsorben Ampas Teh : Kulit Pisang

1. Rasio Massa Adsorben 0,5 g:0,5 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,018 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,018}{10} \times 100$$
$$= 99,82\%$$

2. Rasio Massa Adsorben 1 g:1,5 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,012 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,012}{10} \times 100$$
$$= 99,88\%$$

3. Rasio Massa Adsorben 1,5 g:1 g

Diketahui:

Y_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

Y_f = Kandungan akhir logam berat = 0,021 mg/L

$$E_f (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

$$E_f (\%) = \frac{10 - 0,021}{10} \times 100$$
$$= 99,79\%$$

Lampiran A.5 Perhitungan Kapasitas Penyerapan Adsorben Ampas Teh

1. Massa Adsorben 0,5 g

Diketahui:

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,997 mg/L

V = 1 L

w = 0,5 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$
$$Q_e = \frac{(10 - 0,997) \times 1}{0,5}$$
$$= 18,006 \text{ mg/g}$$

2. Massa Adsorben 1 g

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,092 mg/L

V = 1 L

w = 1 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$
$$Q_e = \frac{(10 - 0,092) \times 1}{1}$$
$$= 9,908 \text{ mg/g}$$

3. Massa Adsorben 1,5 g

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,691 mg/L

V = 1 L

w = 1,5 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$
$$Q_e = \frac{(10 - 0,691) \times 1}{1,5}$$
$$= 6,206 \text{ mg/g}$$

4. Massa Adsorben 2 g

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,092 mg/L

$V = 1$ L

$w = 2$ g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0,092) \times 1}{2}$$

$$= 4,954 \text{ mg/g}$$



Lampiran A.6 Perhitungan Kapasitas Penyerapan Adsorben Kulit Pisang

1. Massa Adsorben 0,5 g

Diketahui:

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,0276 mg/L

V = 1 L

w = 0,5 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0,0276) \times 1}{0,5}$$
$$= 19,448 \text{ mg/g}$$

2. Massa Adsorben 1 g

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,432 mg/L

V = 1 L

w = 1 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0,432) \times 1}{1}$$
$$= 9,568 \text{ mg/g}$$

3. Massa Adsorben 1,5 g

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,061 mg/L

V = 1 L

w = 1,5 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0,061) \times 1}{1,5}$$
$$= 6,626 \text{ mg/g}$$

4. Massa Adsorben 2 g

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,035 mg/L

$V = 1$ L

$w = 2$ g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0,035) \times 1}{2}$$

$$= 4,982 \text{ mg/g}$$



Lampiran A.7 Perhitungan Kapasitas Penyerapan Kombinasi dari Adsorben

Ampas Teh : Kulit Pisang

1. Rasio Massa Adsorben 0,5 g:0,5 g

Diketahui:

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,018 mg/L

$V = 1$ L

$w = 0,5$ g:0,5 g = 1 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0,018) \times 1}{1}$$
$$= 9,982 \text{ mg/g}$$

2. Rasio Massa Adsorben 1 g:1,5 g

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,012 mg/L

$V = 1$ L

$w = 1$ g:1,5 g = 2,5 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0,012) \times 1}{2,5}$$
$$= 3,995 \text{ mg/g}$$

3. Rasio Massa Adsorben 1,5 g:1 g

C_i = Kandungan awal logam berat = 10 mg/L

C_e = Kandungan akhir logam berat = 0,021 mg/L

$V = 1$ L

$w = 1,5$ g:1 g = 2,5 g

$$Q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0,021) \times 1}{2,5}$$
$$= 3,992 \text{ mg/g}$$

LAMPIRAN B

FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Proses Pembuatan Adsorben



Gambar 1.1 kulit pisang dipotong kecil dan dicuci



Gambar 1.2 ampas teh dan kulit pisang di keringkan menggunakan oven



Gambar 1.3 ampas teh dan kulit pisang di haluskan menggunakan lumpang dan alu



Gambar 1.4 ampas teh dan kulit pisang di ayak menggunakan ayakan 100 mesh



Gambar 1.5 Adsorben direndam menggunakan larutan NaOH 0,1 N



Gambar 1.6 Adsorben disaring dan dibilas menggunakan aquades



Gambar 1.7 proses penimbangan massa adsorben



Gambar 1.8 proses pengadukan adsorben menggunakan jar test



Gambar 1.9 proses pengecekan pH



LAMPIRAN C

HASIL UJI LARUTAN TIMBAL(Pb)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: itpkl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 001/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Mutia Zilda
 Alamat Pelanggan : Desa Santan, Kec. Ingin Jaya-Aceh Besar
 Tanggal di Terima : 3 Januari 2022
 Jenis Contoh Uji : Air
 Tanggal di Analisa : 3 Januari 2022
 Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
 Baku Mutu : Lampiran Vi Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Teh 0,5 gram	mg/l	0,03	0,997	
2.	Teh 1 gram	mg/l	0,03	0,092	
3.	Teh 1,5 gram	mg/l	0,03	0,691	
4.	Teh 2 gram	mg/l	0,03	0,092	
5.	Pisang 0,5 gram	mg/l	0,03	0,276	
6.	Pisang 1 gram	mg/l	0,03	0,432	
7.	Pisang 1,5 gram	mg/l	0,03	0,061	
8.	Pisang 2 gram	mg/l	0,03	0,035	
9.	Kombi (T:P) 0,5:0,5	mg/l	0,03	0,018	
10.	Kombi (T:P) 1:1,5	mg/l	0,03	0,012	
11.	Kombi (T:P) 1,5:1	mg/l	0,03	0,021	

Keterangan:

* Baku Mutu Air Kelas II: merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

A R - R A

Darussalam, 3 Januari 2022
Ketua

Dr. E.U. Mulyawan, S.T., M.Eng.
NIP: 196912101998021001