

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN CINCAU HIJAU (*Premna oblongifolia*
Merr) SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN
KANDUNGAN TIMBAL (Pb) PADA AIR**

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



**ARIKO VEGA MUNANDHAR
17513124**

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

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN CINCAU HIJAU (*Premna oblongifolia Merr*) SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN TIMBAL (Pb) PADA AIR

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



ARIKO VEGA MUNANDHAR
17513124

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Eko Siswono, ST., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 13 Desember 2021

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswono, ST., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 13 Desember 2021

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN CINCAU HIJAU (*Premna oblongifolia Merr*) SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN TIMBAL (Pb) PADA AIR

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Rabu
Tanggal : 17 November 2021

Disusun Oleh:

ARIKO VEGA MUNANDHAR
17513124

Tim Penguji :

Eko Siswoyo, ST., M.Sc.ES., Ph.D.

()

Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.

()

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

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 4 November 2021

Yang membuat pernyataan,



Ariko Vega Munandhar

NIM: 17513124

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala yang senantiasa melimpahkan karunia rezeki, rahmat, taufik, hidayah dan segala nikmat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul Pemanfaatan Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr*) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kandungan Timbal (Pb) Pada Air. Penyusunan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Penulisan dan penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, bimbingan dan dorongan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada;

1. Allah SWT yang telah memberikan segala bentuk kebaikan, kemudahan dan petunjuk-Nya yang membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini
2. Bapak Eko Siswoyo, S.T, M.Sc.ES, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia beserta dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng dan Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc selaku *reviewer* yang telah memberikan masukan selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Amdullah Amdan dan Ibu Rika Azmi selaku orang tua tercinta yang selalu memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Bapak/Ibu dosen dan staff di Program lingkungan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu penulis selama masa studi dan penyusunan tugas akhir.
6. Teman-teman di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia khususnya angkatan 2017.

yang telah banyak membantu, menemani, dan mendukung penyusunan tugas akhir serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari banyak kelemahan dan kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 4 November 2021



Ariko Vega Munandhar





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

ARIKO VEGA MUNANDHAR. Pemanfaatan Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr*) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kandungan Timbal (Pb) Pada Air. Dibimbing oleh EKO SISWOYO, S.T., M.Sc.ES., Ph.D

Logam berat timbal (Pb) dapat ditemukan pada seluruh sistem biologis dan benda mati di lingkungan. Timbal yang terdapat pada badan air memiliki bilangan oksidasi Pb^{2+} . Keberadaan timbal pada air dapat menyebabkan permasalahan Kesehatan dan lingkungan. Proses adsorpsi merupakan salah satu cara menyisihkan logam berat timbal (Pb) pada air. Penelitian dilakukan dengan menggunakan adsorben daun cincau hijau yang termodifikasi kedalam bentuk agar. Proses adsorpsi dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan variasi massa untuk mengetahui massa optimum adsorben serta kajian literatur terhadap kondisi optimum untuk pH, waktu kontak dan Konsentrasi larutan logam berat timbal (Pb). Penelitian bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum dalam proses adsorpsi logam berat timbal (Pb) pada air dengan menggunakan daun cincau serta membuktikan kemampuan adsorben daun cincau hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun cincau hijau termodifikasi agar memiliki kandungan gugus fungsi yang dapat mengikat logam berat timbal (Pb) serta persentase penyisihan pada massa optimum 4 gram, kondisi pH 5,8 -7, waktu kontak selama 60-12- menit dan konsentrasi larutan timbal 10-50 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian, daun cincau hijau dapat dijadikan sebagai adsorben untuk penyisihan logam berat timbal (Pb) pada air dengan persentase penyisihan sebesar 70,14%.

Kata kunci: Adsorpsi , Daun Cincau Hijau , Logam berat timbal (Pb)

ABSTRACT

Ariko Vega Munandhar. Utilization Of Green Grass Jelly (*Premna oblongifolia Merr*) As Adsorbent To Reduce Lead (Pb) In Water. Supervised by EKO SISWOYO, S.T., M.Sc.ES., Ph.D

Heavy metal lead (Pb) can be found in all biological systems and inanimate objects in the environment. Lead in water has an oxidation number of Pb^{2+} . The presence of lead in water can cause health and environmental problems. Adsorption is a process to remove heavy metal lead (Pb) in water. The research was conducted using green grass jelly leaf as an adsorbent which was modified into jelly form. The adsorption process was carried out on a laboratory scale using mass variations to determine the optimum mass of the adsorbent and literature studies on the optimum conditions for pH, contact time and concentration of lead (Pb) heavy metal solution. The purpose of the study was to determine the optimum conditions in the adsorption process of heavy metal lead (Pb) in water using grass jelly leaves and to prove the adsorbent ability of green grass jelly leaves. The results showed that modified green grass jelly leaves in the form of jelly contained functional groups that could bind the heavy metal lead (Pb) and the optimum condition at mass of 4 grams, pH 5,8-7 conditions, contact time 60-120 minutes, lead solution concentration 10-50 mg/L. Based on the research results, green grass jelly leaves can be used as an adsorbent for the removal of heavy metal lead (Pb) in water with a removal percentage of 70.14%.

Keywords: Adsorption, Green Grass Jelly, heavy metal lead (Pb)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang lingkup.....	4
1.5 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Adsorpsi.....	6
2.2 Logam Berat timbal (Pb).....	7
2.3 Cincau Hijau (<i>Premna oblongifolia</i> Merr).....	8
2.4 Penelitian Penggunaan Biosorben.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu dan Lokasi Lokasi Penelitian.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Prosedur Penelitian.....	13
3.6 Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.8 Analisis data.....	16
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN DAN ANALISA DATA.....	17
4.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Adsorben Cincau Hijau.....	17
4.2 Kondisi Optimum dan Persentase Penyisihan Proses Adsorpsi.....	19

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	37
RIWAYAT HIDUP.....	47





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu	10
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	13
Tabel 4.1 Hasil Uji FTIR Sebelum dan sesudah Proses Adsorpsi	18
Tabel 4.2 Data Primer dan Sekunder Variasi pH	21
Tabel 4.3 Data Primer dan Sekunder Variasi Waktu Kontak	23
Tabel 4.4 Data Primer dan Sekunder Variasi Konsentrasi Logam Timbal (Pb) ...	24





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Pektin	9
Gambar 3.1 Diagram Penelitian.....	13
Gambar 3.2 Diagram Pembuatan Adsorben.....	14
Gambar 3.3 Diagram Karakterisasi Adsorben	15
Gambar 3.4 Diagram Penentuan Massa Optimum.....	15
Gambar 4.1 Grafik Uji FTIR Sebelum dan sesudah Proses Adsorpsi	17
Gambar 4.2 Hasil Uji Variasi Massa	19



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Perhitungan	37
Lampiran 2 Karakterisasi FTIR	40
Lampiran 3 Dokumentasi	45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu komponen terpenting yang diperlukan bagi manusia dan makhluk hidup. Oleh sebab itu, pemeliharaan sumber daya air diperlukan sehingga kuantitas dan kualitas sumber air bersih tetap terjaga (Effendi, 2003). Logam berat termasuk kedalam salah satu polutan yang dapat mempengaruhi kualitas air. Keberadaan logam berat tersebut sangat berbahaya. Kegiatan industri yang melakukan pembuangan limbah ke lingkungan tanpa adanya pengolahan dapat menyebabkan permasalahan lingkungan. Timbal memiliki sifat racun apabila kandungannya berlebihan di lingkungan. Oleh sebab itu diperlukan batasan kandungan timbal sesuai dalam Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang menyebutkan bahwa baku mutu timbal pada suatu air yaitu 0,5 mg/L untuk air golongan IV dan 0,03 mg/L untuk air golongan I, II, dan III serta.

Keberadaan logam berat timbal (Pb) dapat ditemukan pada seluruh sistem biologis dan benda mati di lingkungan. Timbal yang terdapat pada badan air memiliki bilangan oksidasi Pb^{2+} yang dapat berasal dari aktivitas pertambangan dan industri. Keberadaan Logam berat timbal (Pb) di daratan dan atmosfer dapat diakibatkan dari penggunaan bahan bakar bertimbal yang kemudian masuk secara alami pada badan air. Batuan kapur yang memiliki kandungan timbal merupakan sumber timbal alami yang dapat mencemari badan air (Rukaesih, 2004). Timbal (Pb) dapat masuk ke badan air melalui proses kristalisasi di udara yang yang terbentuk dari penggunaan bahan bakar bermotor dengan bantuan hujan. Selain itu dapat juga diakibatkan proses korosifikasi bahan perairan akibat dari aktivitas manusia (Budiastuti, Raharjo, & Dewanti, 2016). Dapat disimpulkan bahwa keberadaan logam berat timbal (Pb) sangat mudah ditemukan pada lingkungan dan bersifat sangat beracun.

Dengan kandungan logam berat yang melebihi baku mutu, maka dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada organ tubuh manusia seperti tulang, otak, hati dan ginjal (Palar, 2012). Masuknya timbal ke dalam tubuh manusia dapat

menyebabkan peningkatan risiko anemia dan penurunan hemoglobin bila konsentrasi timbal dalam darah melebihi 20 µg/dl (Liu, McCauley, Yuan, Shen, & Pinto-Martin, 2011). Selain itu adanya kandungan logam berat pada badan air dapat mempengaruhi organisme di dalamnya sebagaimana pada ikan nila yang terpapar timbal (Pb) sebesar 25,06 mg/l menyebabkan fusi lamela, edema, nekrosis dan hyperplasia lamella sekunder pada insang (Yolanda, et al., 2017)

Pengurangan kandungan logam berat di lingkungan dapat dilakukan dengan berbagai metode. Adsorpsi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan. Kelebihan dari penggunaan metode adsorpsi yaitu efektifitas dalam penggunaan, prosesnya sederhana, efisiensi yang tinggi dan tidak memberikan efek samping. (Safrianti, Wahyuni, & Zahara, 2012) Penggunaan bahan-bahan biologis sebagai adsorben dapat dilakukan dalam proses pengolahan air yang mengandung logam berat. Keuntungan dengan penggunaan bahan biologis tersebut yaitu biaya yang murah, minimalisasi pembentukan lumpur, efisiensi tinggi pada larutan encer dan kemudahan dalam proses regenerasinya (Ashraf, Maah, & Yusoff, 2010). Salah satu adsorben dari bahan biologis yang dapat digunakan yaitu cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) yang merupakan bahan makanan yang telah dikenal dan digunakan sebagai bahan baku pembuatan minuman. Dalam daun cincau hijau terdapat suatu serat yang merupakan polisakarida pembentuk gel yaitu pektin (Hapsari, 2015).

Penyerapan logam berat menggunakan adsorben bahan alami dapat dilakukan akibat adanya gugus aktif yang terdapat pada bahan tersebut seperti gugus hidroksil pada polisakarida, gugus amino, sulfhydryl dan karboksil pada protein, gugus amino dan fosfat pada asam nukleat serta gugus acetamido pada kitin. Gugus tersebut dapat mengikat logam pada biomassa (Ahalya, Ramachandra, & Kanamadi, 2003). Pektin termasuk kedalam senyawa polimer yang terbentuk asam dari D-galakturonat yang dihubungkan oleh suatu ikatan 1,4 glikosidik. Oleh karena itu dengan adanya gugus hidroksil pada polisakarida dalam senyawa pektin maka pektin memiliki kemampuan dalam penyerapan logam berat (Mata, Blazquez, Ballester, Gonzalez, & Munnoz, 2009)).

Penggunaan pektin sebagai adsorben logam berat telah banyak dilakukan. Pemanfaatan senyawa pektin dalam jeruk siam memiliki kemampuan penyerapan

logam berat tembaga sebesar 26,1% dengan menggunakan dosis pektin sebesar 0,5 gram pada waktu kontak selama 1 jam (Ina, Indah, Yulianti, & Pranata, 2013). Penggunaan Pektin yang berasal dari daun cincau hijau hasil isolasi dapat menyerap kadar logam berat besi (Fe) sebesar 24,733 mg/g dengan serapan 82,57% pada kondisi pH optimum yaitu 7, waktu kontak 120 menit dan massa adsorben 20 mg (Puspita, Ali, & Rhusmana, 2018).

Penelitian dilakukan untuk menurunkan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dengan memanfaatkan proses adsorpsi oleh daun cincau hijau yang termodifikasi kedalam bentuk agar sehingga pemisahan adsorben dengan sampel air mudah dilakukan. Pembentukan cincau hijau menjadi bentuk agar dapat terjadi akibat adanya kandungan polisakarida. Dalam proses pembentukan cincau hijau berbentuk agar dilakukan penambahan tepung tapioka sehingga terbentuk agar yang cukup padat. Tepung tapioka berasal dari penggilingan singkong yang memiliki kandungan pati murni sehingga memiliki kemampuan pembentukan gel serta kekenyalan (Indirianti, Kumalasari, Ekafitri, & Darmajana, 2013). Data yang didapat pada penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan metode alternatif dan pengembangan material biosorben yang terjangkau, mudah didapat dan ramah lingkungan dalam menurunkan konsentrasi logam timbal (Pb).

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut:

- 1). Bagaimana karakteristik gugus fungsi adsorben cincau hijau termodifikasi sebelum dan sesudah proses adsorpsi logam berat timbal (Pb)?
- 2). Bagaimana kondisi massa optimum dalam proses adsorpsi logam berat timbal (Pb) pada air dengan menggunakan adsorben daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) termodifikasi dan kondisi pH, waktu kontak dan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dengan adsorben yang memiliki karakteristik serupa?
- 3). Berapa persentase penyisihan logam berat timbal (Pb) oleh daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) termodifikasi dan adsorben yang memiliki karakteristik serupa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukanya penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1). Untuk mengetahui karakteristik gugus fungsi adsorben cincau hijau termodifikasi sebelum dan sesudah proses adsorpsi logam berat timbal (Pb)
- 2). Untuk mengetahui kondisi optimum (massa, pH, waktu kontak dan konsentrasi adsorbat) dalam proses adsorpsi logam berat timbal (Pb) pada air dengan menggunakan adsorben daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) termodifikasi dan Adsorben yang memiliki karaktersitik serupa
- 3). Untuk mengetahui persentase penyisihan logam berat timbal (Pb) oleh daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) termodifikasi dan Adsorben yang memiliki karaktersitik serupa.

1.4 Ruang lingkup

Penelitian dilakukan dengan memperhatikan ruang lingkup sebagai berikut

- 1). Penelitian dilaksanakan di laboratorium kualitas air jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km 14,5.
- 2). Penelitian menggunakan adsorben cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) termodifikasi.
- 3). Sampel yang digunakan adalah larutan sintetis yang mengandung logam berat timbal (Pb)
- 4). Variabel yang diamati pada laboratorium dalam penelitian yaitu massa cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) dalam proses adsropsi logam berat timbal (Pb)
- 5). Variabel yang menggunakan data sekunder dengan literatur terkait yaitu pH, waktu kontak dan konsentrasi logam berat timbal (Pb)
- 6). Uji kadar logam berat timbal (Pb) mengacu kepada SNI 06-6989.8-2009 tentang cara uji timbal (Pb) dengan spektrofotometri serapan atom (SSA)-nyala dan uji pH mengacu pada SNI 06.6989.11:2004 tentang cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut

1). Bagi Peneliti

Memberikan referensi terhadap penelitian lanjutan terkait pemanfaatan cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) sebagai adsorben logam berat

2). Bagi masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat terkait potensi cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) sebagai adsorben dalam penyisihan kadar logam berat timbal (Pb)

3). Bagi Pemerintah

Memberikan informasi, pertimbangan dan pengambilan keputusan terhadap pengolahan air yang terkena dampak Logam berat timbal (Pb) dengan menggunakan adsorben cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses keterikatan suatu zat pada permukaan zat lain. Proses tersebut dapat terjadi pada berbagai fase seperti gas-cair, cair-padatan, cair-cair, dan gas-padatan (Cecen & Ozgur, 2011). Dalam proses suatu adsorpsi terdapat adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah zat yang memiliki kemampuan untuk menyerap komponen tertentu pada kondisi fluida. Sedangkan adsorbat merupakan suatu zat yang dapat diserap oleh adsorben (Giyatmi, Kamal, & Melati, 2008). Proses adsorpsi dapat terjadi jika suatu zat dikontakan dengan molekul adsorbat, sehingga diantara molekul terjadi gaya kohesi dan gaya ikatan hidrogen. Gaya yang tidak seimbang dapat menyebabkan perubahan konsentrasi suatu molekul pada permukaan adsorbat. (Ginting, 2008)

Dalam Proses adsorpsi terdapat dua jenis proses yaitu adsorpsi secara kimia dan fisika (Shofa, 2012)

1. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia dapat terjadi akibat pembentukan suatu ikatan kimia antara permukaan adsorben dan molekul adsorbat. Ikatan kimia yang terbentuk dapat berupa ikatan kovalen/ion. Adsorpsi kimia diawali dengan adanya adsorpsi fisik melalui gaya *van der waals* yang kemudian adsorbat tersebut melekat pada permukaan adsorben sehingga membentuk ikatan kimia

2. Adsorpsi Fisika

Gaya *van der waals* pada permukaan adsorben dan molekul adsorbat menyebabkan terjadinya proses adsorpsi fisika. gaya tarik menarik antara permukaan adsorben dengan molekul relatif lemah pada adsorpsi fisika hal tersebut disebabkan gaya yang terjadi antara molekul pada permukaan padatan dengan molekul fluida pada lebih kecil dari pada gaya antar molekul fluida. Kondisi adsorbat pada adsorpsi fisika tidak terikat dengan kuat pada permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bebas bergerak dari permukaan adsorben ke permukaan adsorben lainnya. Proses adsorpsi fisika digunakan dalam penentuan luas permukaan adsorben suatu ukuran pori.

Kapasitas adsorpsi merupakan kemampuan suatu zat (adsorben) dalam menyerap suatu adsorbat (Deviyanti & Heriwati, 2014). Adsorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut.

1. pH

Kondisi pH berpengaruh dalam proses ionisasi gugus fungsional yang terdapat permukaan adsorben. Senyawa organik yang memiliki kondisi basa dapat lebih mudah di adsorpsi pada kondisi pH tinggi, sedangkan senyawa organik yang memiliki kondisi asam dapat lebih mudah diadsorpsi pada kondisi pH rendah

2. Temperatur

Peningkatan laju adsorpsi dapat terjadi akibat adanya peningkatan temperatur. Laju adsorpsi akan meningkat dengan terjadinya peningkatan temperatur. Adsorpsi merupakan proses eksotermik sehingga pada temperatur tinggi derajat adsorpsi turun dan pada temperatur rendah derajat adsorpsi akan meningkat.

3. Waktu Kontak

Waktu kontak antara molekul adsorbat dengan permukaan berpengaruh dalam proses adsorpsi. Proses Adsorpsi ion yang terjadi berbanding lurus dengan waktu yang dikontakan. waktu kontak yang lebih lama akan mempengaruhi penempelan adsorbat pada adsorben (Hasrianti, 2012).

2.2 Logam Berat timbal (Pb)

Logam berat Timbal (Pb) adalah suatu padatan logam berwarna putih abu-abu keperakan-putih yang lembut dan memiliki titik didih 1740°C serta titik leleh $327,43^{\circ}\text{C}$. Timbal sangat lunak dan mudah ditempa, mudah dicairkan, dicetak, digulung dan diekstrusi (NPI, 2018) Logam berat timbal (Pb) dikelompokkan sebagai senyawa yang beracun dan bersifat karsinogen bagi manusia. logam berat timbal (Pb) mempengaruhi tubuh manusia melalui jalur oral dan pernapasan (Ghasemidehkordi, et al., 2018).

Logam berat timbal memiliki sifat akumulatif pada manusia sehingga berpengaruh pada kesehatan manusia. Akumulasi tersebut dapat menyebabkan sistem organ penting seperti sistem reproduksi, sistem pembentukan darah, sistem saraf, jantung, ginjal serta hati. Selain itu logam berat timbal dapat menyebabkan

permasalahan anemia dan tekanan darah tinggi akibat akumulasi logam berat timbal dalam darah (Amaral , et al., 2010)

Timbal terbagi menjadi dua jenis yaitu anorganik dan organik. Timbal anorganik adalah bentuk timbal yang cukup banyak ditemukan. Timbal jenis ini biasanya terdapat pada debu, mainan anak-anak, cat, kosmetik, tanah, dan produk lainnya. Warna dari timbal anorganik sangat bervariasi yang bergantung bentuk kimianya sedangkan Timbal organik merupakan jenis timbal yang sangat berbahaya. Hal ini dikarenakan timbal organik dapat diserap melalui kulit dan sangat beracun. (ATSDR, 2007)

2.3 Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr)

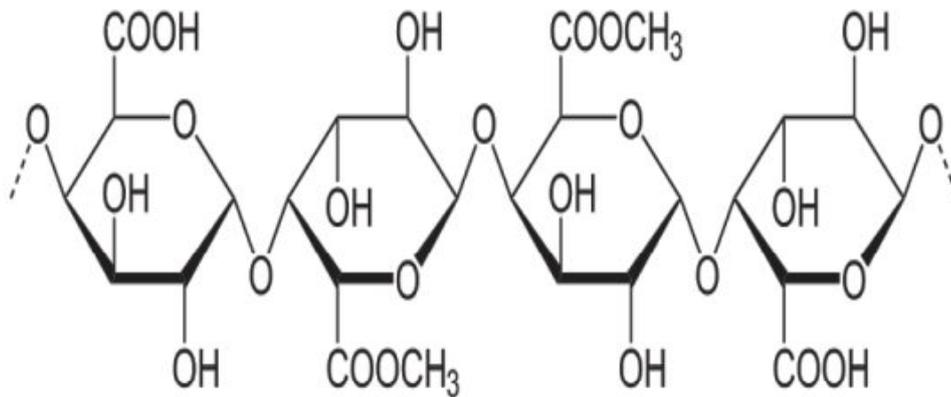
Cincau merupakan tanaman asli Indonesia yang memiliki nama lain diantaranya tahulu, juju, camcao, dan kepleng (Rachmawati, Andito, & Munahara, 2010). Cincau hijau pohon (*Premna oblongifolia* Merr) telah dikenal oleh masyarakat sebagai bahan makanan dan minuman tradisional. Tanaman cincau hijau pohon (*Premna oblongifolia* Merr) termasuk kedalam jenis tanaman tingkat tinggi. Hal tersebut terlihat dari karakteristik yang menghasilkan biji (*Spermatophyta*), berbunga (*Angiospermae*) dan berbiji belah (*Dicotyledonae*) serta suku jati-jatian (*Verbenaceae*). Taksonomi tanaman cincau hijau pohon (*Premna oblongifolia* Merr) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Subdivisio : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledonae*
Ordo : *Lamiales*
Famili : *Verbenaceae*
Genus : *Premna*
Spesies : *Prema oblongifolia* Merr

(Pitojo, 2008)

Cincau hijau (*Premna oblongifolia* Merr) dapat dijadikan adsorben karena memiliki kandungan pektin. Dalam Daun cincau hijau terdapat suatu serat yang disebut pektin. Pektin merupakan polisakarida pembentuk gel (Hapsari, 2015). Pektin adalah polimer dari asam D-galakturonat yang terhubung dengan 1,4

glikosidik dan terkandung pada bagian lamella tengah dinding sel suatu tumbuhan (Wong, Abbas, Liang, & Azhar, 2008). Struktur asam D-galakturonat memiliki kesamaan dengan struktur D-galaktosa, perbedaan yang terlihat terletak pada gugus alkohol primer C6 yang memiliki gugus pada suatu polimer pektin terjadi esterifikasi oleh beberapa gugus karboksilat dengan metil sehingga menjadi gugus metoksil hingga 8,0 - 11,0 (Sarandi, Alhusna, & Pandia, 2015). Struktur kimia suatu pektin dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**
Reference source not found.



Gambar 2. 1 Struktur Kimia Pektin

(Sumber : Puspita, et al., 2018)

Adsorpsi logam berat yang dilakukan dengan penggunaan bahan biologis dapat terjadi karena adanya gugus aktif. Gugus aktif tersebut seperti gugus hidroksil pada polisakarida, gugus acetamido pada kitin, gugus amido, sulphhydryl dan karboksil pada protein serta gugus amino dan fosfat pada asam nukleat. Gugus aktif tersebut dapat mengikat dan logam pada biomassa. Dengan adanya kandungan pektin pada cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) yang merupakan polisakarida yang memiliki gugus aktif, maka pektin dapat digunakan sebagai adsorben.

2.4 Penelitian Penggunaan Biosorben

Penelitian dengan menggunakan bahan alami sebagai media adsorben dalam menyisihkan logam berat telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian mengenai pemanfaatan cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan timbal (Pb) pada air akan mengacu pada penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Sumber
1	Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr (VI)) Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salak	adsorpsi dilakukan dengan variasi massa karbon aktif yaitu 0,3, 0,6 dan 0,9 gram pada pH 2. Hasil optimum yang diperoleh pada massa adsorben 0,3 gram sebesar 34,83% pada massa adsorben 0,6 gram sebesar , 55,16% serta pada massa adsorben 0,9 gram sebesar 69,45%.	(Utama, Kristianto, & Andreas, 2016)
2	Pemanfaatan Pektin Dari Daun Cincau Hijau (<i>Premna oblongifolia Merr</i>) Sebagai Biosorben Logam Fe	Pektin pektin memiliki daya serap terhadap logam Fe sebesar 24,733 mg/g dan % serapan 82,57% pada kondisi optimum H 7, waktu kontak 120 menit dan massa biosorben 20 m	(Puspita, Ali, & Rhusmana, 2018)
3	Pemanfaatan Pektin Kulit Buah Jeruk Siam (<i>Citrus Nobilis Var. Microcarpa</i>) Sebagai Adsorben Logam Tembaga (Cu)	Dengan waktu kontak selama 60 menit kemampuan pektin kulit Jeruk Siam dalam penyisihan tembaga sebesar 26,61 % dengan berat pektin 0,5.	(Ina, Indah, Yulianti, & Pranata, 2013))
4	Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>) sebagai Biosorben Ion Timbal(II)	Adsorpsi logam timbal(II) dilakukan dengan waktu adsorpsi optimum 45 menit. kulit pisang kepok memiliki persentase pernyisihan sebesar 41.779%.	(Wardani & Wulandari, 2018))



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Lokasi Penelitian

Penelitian terhadap adsorben dilaksanakan di di laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian dimulai pada bulan Juni 2021 hingga Agustus 2021.

3.2 Alat dan Bahan

- Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:
 - 1). Timbangan Analitik
 - 2). Gelas beaker 1000 ml
 - 3). Labu Erlenmayer 100 ml
 - 4). Pipet Volume 10 ml
 - 5). Karet Hisap
 - 6). *Stopwatch*
 - 7). *Orbital Shaker*
 - 8). pH meter
 - 9). *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*
 - 10). *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*
- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :
 - 1). Daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*)
 - 2). Tepung Tapioka
 - 3). Larutan induk logam timbal (Pb)
 - 4). Larutan HNO₃
 - 5). Larutan NaOH
 - 6). Aquades

3.3 Prosedur Penelitian

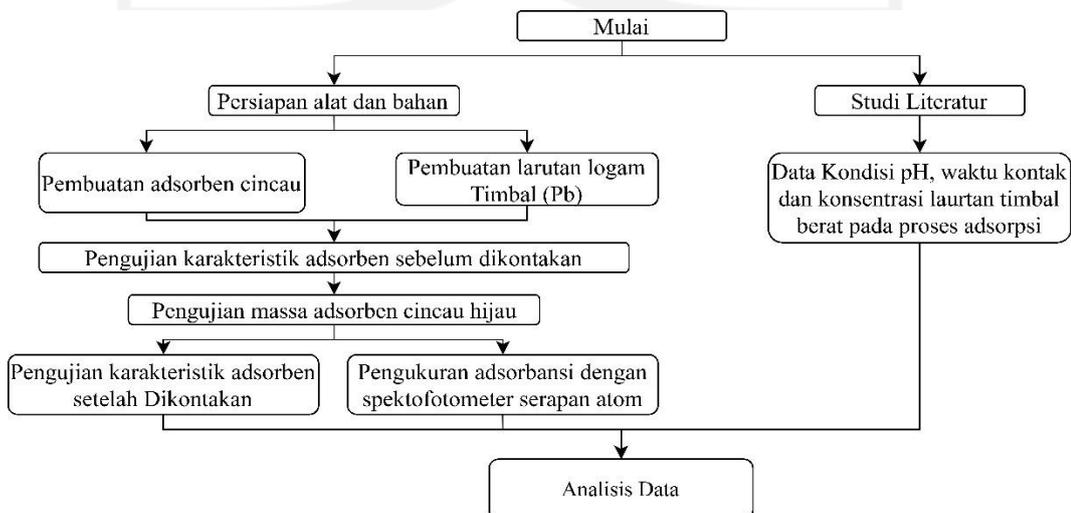
Penelitian dilakukan dengan metode pengumpulan data dan metode pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan dengan pengujian laboratorium dan studi literatur. Data yang digunakan dalam penelitian terdiri dari dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan yaitu massa adsorben dan karakteristik gugus fungsi yang dilakukan dengan pengujian di laboratorium. Sedangkan data sekunder adalah data mengenai pH, waktu kontak, dan konsentrasi larutan logam timbal (Pb). Pengujian kadar logam timbal (Pb) berpedoman pada SNI 06-6989.8-2009 mengenai Cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.

Variable yang digunakan dalam penelitian terbagi menjadi dua jenis variabel yaitu variabel bebas (*Independent Variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*) yang dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel		Satuan	Nilai				
Variabel bebas (<i>Independent Variable</i>)	Massa Adsorben	Gram	1	2	3	4	5
	Waktu Kontak	Menit	Data Sekunder				
	pH		Data Sekunder				
	Konsentrasi Timbal	mg/L	Data Sekunder				
Variabel terikat (<i>dependent variable</i>)	Kecepatan Pengadukan	Rpm	100				
	Volume Larutan	mL	50				

Tahapan penelitian secara umum mengenai pemanfaatan pemanfaatan cinau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan timbal (Pb) pada air dijelaskan dalam Gambar 3.1 berikut ini

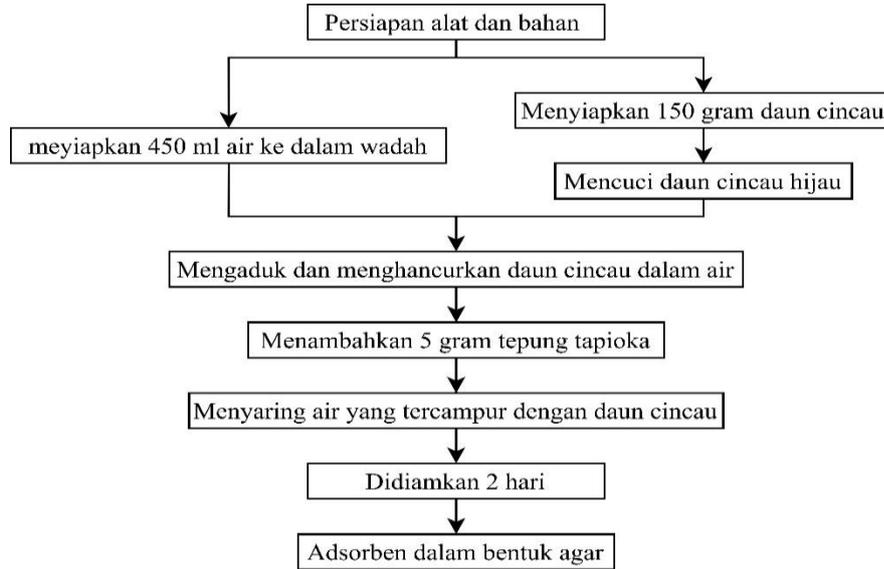


Gambar 3.1 Diagram Penelitian

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Pembuatan Adsorben dari cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*)

Proses pembuatan adsorben dari cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) dilakukan dengan pencampuran antara daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) dengan air. Proses pembuatan adsorben dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Diagram Pembuatan Adsorben

3.6.2 Pembuatan Larutan Logam Timbal (Pb)

Sampel yang digunakan yaitu larutan sintesis yang dibuat dari $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Pembuatan larutan logam timbal (Pb) dilakukan dengan melarutkan 1,598 gram $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ kedalam 1000 ml aquades sehingga didapat larutan timbal (Pb) 1000 mg/L. Kemudian sampel diawetkan dengan mengkondisikan pH menjadi kurang dari 2 dengan menggunakan HNO_3 . Proses Pembuatan Larutan Logam Timbal (Pb) 1000 mg/L. Konsentrasi larutan logam timbal (Pb) yang digunakan pada penelitian sebagai sampel yaitu 10 pembuatan sampel dilakukan melalui proses pengenceran.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

V_1 = Volume larutan induk (ml)

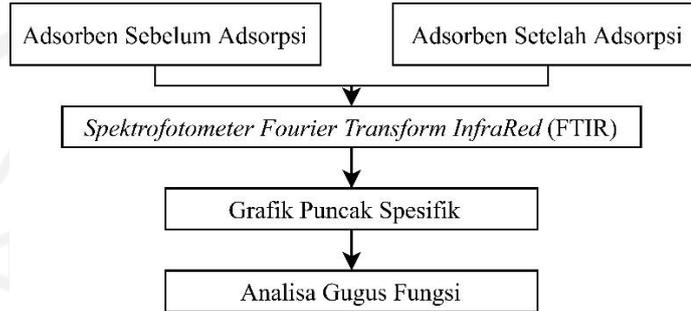
M_1 = Konsentrasi larutan induk (ppm)

V_2 = Volume larutan yang diencerkan (ml)

M_2 = Konsentrasi larutan yang diencerkan (ppm)

3.6.3 Karakterisasi Adsorben Sebelum dan Setelah Proses Adsorpsi

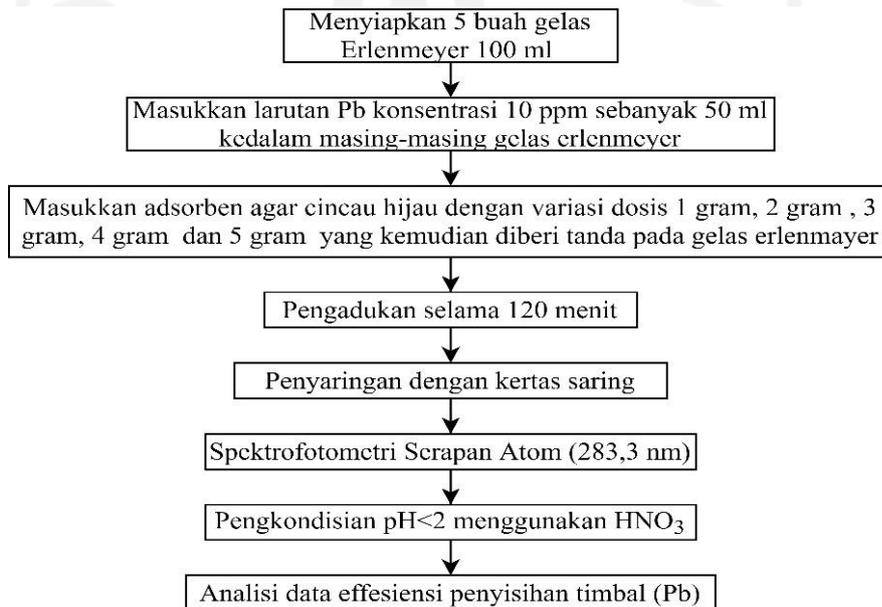
Untuk mengetahui keadaan awal pada suatu adsorben maka dilakukan Uji karakteristik terhadap adsorben sebelum dan setelah proses Adsorpsi. Uji karakteristik adsorben dilakukan dengan menggunakan *Spektrofotometer Fourier Transform InfraRed (FTIR)* yang bertujuan untuk mendapatkan data mengenai gugus fungsi pada adsorben.



Gambar 3.3 Diagram Karakterisasi Adsorben

3.6.4 Penentuan Massa Optimum

Penentuan massa optimum adsorben dilakukan dengan menambahkan adsorben dengan variasi massa 1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram dan 5 gram pada larutan logam timbal (Pb) konsentrasi 10 mg/L sebanyak 50 ml. perlakuan sampel dilakukan pada kondisi Ekuilibrium dengan pH 6-7, waktu kontak 120 menit dan kecepatan pengadukan 100 rpm. Proses penentuan massa optimum dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Diagram Penentuan Massa Optimum

3.6.5 Penentuan pH, Waktu Kontak dan Konsentrasi Timbal logam (Pb) Optimum

Penentuan Kondisi optimum terkait pH, waktu kontak dan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dilakukan dengan studi literatur terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait adsorben yang memiliki karakteristik gugus fungsi yang serupa dengan daun cincau hijau.

3.8 Analisis data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui persentase penyisihan logam berat timbal (Pb) pada air oleh adsorben daun cincau hijau. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Persentase penyisihan (\%)} = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100 \%$$

Dimana:

C_0 : Konsentrasi awal (mg/L)

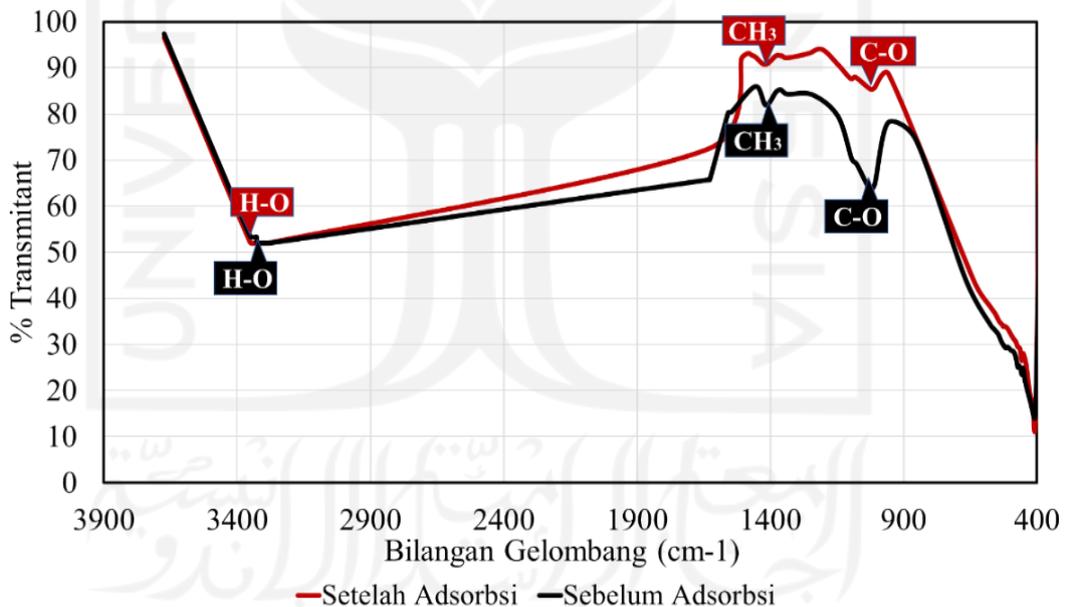
C : Konsentrasi Akhir (mg/L)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN DAN ANALISA DATA

4.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Adsorben Cincou Hijau

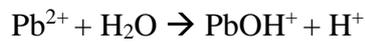
Karakterisasi adsorben cincou hijau dilakukan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) singga dapat diketahui gugus fungsi yang terdapat pada suatu permukaan adsorben. Pengujian menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menghasilkan suatu grafik antara panjang gelombang dan persentase trasmittant atau jumlah cayaha yang dipantulkan. Pentuan gugus fungsi dilakukan dengan menganalisis suatu puncak spesifik yang terletak pada panjang gelombang tertentu dalam grafik. Puncak spesifik dari grafik tersebut menunjukkan jenis gugus fungsional yang terdapat pada suatu adsroben. Pengujian dilakukan pada adsorben sebelum dan sesudah proses adsorpsi dengan panjang gelombang 400-4000 cm^{-1} . Pengujian tersebut menghasilkan suatu grafik seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Uji FTIR Sebelum dan sesudah Proses Adsorpsi

Hasil pengujian menunjukkan terdapat gugus fungsi hidroksil (O-H), gugus metil (CH₃) dan ikatan C-O pada alkohol, ester dan asam karboksilat (gugus fungsi karboksilat) pada adsorben sebelum dan setelah adsorpsi. Gugus fungsi hidroksil (O-H) dan ikatan C-O merupakan gugus fungsi dan ikatan yang terkandung dalam selulosa dan pektin yang dapat mengikat ion logam berat

timbal (Pb) (Rahayu, Harisma, Syamsuddin, Sofyana, & Mulyati, 2021). Gugus fungsi metil (CH₃) yang terdapat pada permukaan adsorben adalah kerangka pembangun selulosa pada suatu adsorben (Kusumawardani, Zahara, & Destiarti, 2018). Interaksi ion dominan yang terjadi antara adsorben dan adsorbat dapat berupa senyawa Pb(OH)₂.



Proses Adsorpsi yang terjadi akibat gugus fungsi yang terkandung pada daun cincau bermuatan negatif seperti OH⁻ yang berasal dari gugus fungsi adsorben sedangkan logam berat timbal (Pb) bermuatan positif sehingga terjadi gaya Tarik menarik antara adsorben daun cincau hijau dan logam berat timbal (Pb). Hal ini sesuai dengan hasil dari pengujian menggunakan *Fourier Transform Infrared (FTIR)* sebelum dan sesudah proses adsorpsi dapat dilihat Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji FTIR Sebelum dan sesudah Proses Adsorpsi

Sebelum Adsorpsi	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm-1)		Transmitan (%)
		Teoritik	Hasil FTIR	
	O-H	3200-3600	3275,12	52,04
	CH ₃	1325-1400	1379,1	84,78
	C-O	1000-1300	1076,28	69,1
Setelah Adsorpsi	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm-1)		Transmitan (%)
		Teoritik	Hasil FTIR	
	O-H	3200-3600	3296,35	51,99
	CH ₃	1325-1400	1338,6	92,16
	C-O	1000-1300	1080,14	87,95

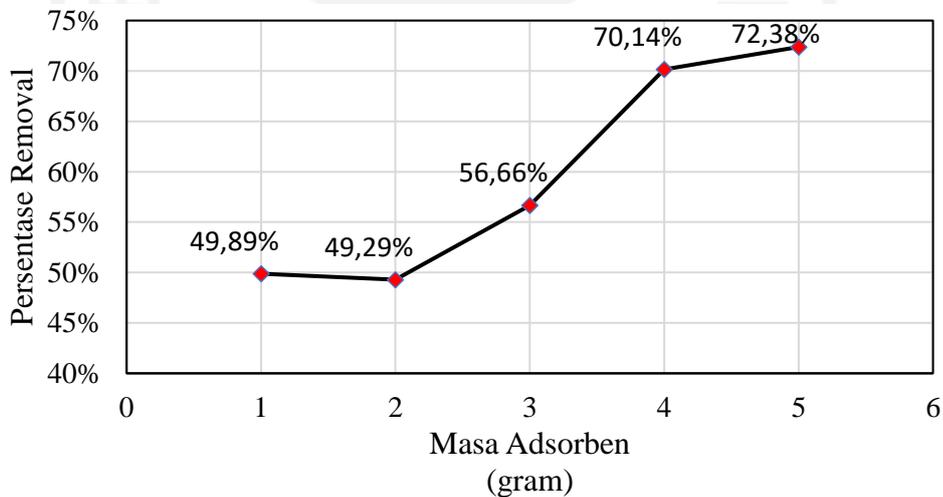
Hasil pengujian terhadap adsorben daun cincau hijau sebelum dan setelah proses adsorpsi logam berat timba (Pb) menunjukkan tidak terjadi penambahan dan pengurang gugus fungsi. Puncak spesifik kedua pengujian berada pada posisi bilangan gelombang yang tidak berbeda secara signifikan. Perbedaan yang terlihat yaitu persentase transmitan pada adsorben daun cincau hijau sebelum dan

setelah proses adsorpsi. Persentase transmitan pada pengujian menunjukkan banyaknya frekuensi gelombang yang melewati senyawa, semakin kecil nilai persentase transmitan menunjukkan semakin banyak frekuensi yang terserap (Dachriyanus, 2004). Persentase transmitan pada adsorben daun cincau hijau setelah lebih tinggi dibandingkan sebelum proses Adsorpsi logam berat timbal (Pb). Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan gugus fungsi pada adsorben berikatan dengan logam berat timbal (Pb), sehingga gugus fungsi setelah proses adsorpsi berkurang.

4.2 Kondisi Optimum dan Persentase Penyisihan Proses Adsorpsi

4.2.1 Variasi Massa Adsorben

Variasi massa pada pengujian dilakukan untuk mengetahui massa adsorben yang optimum dalam menyerap logam timbal (Pb). Pengujian dilakukan dengan menggunakan larutan sintetis logam timal (Pb) pada konsentrasi 10 ppm sebanyak 50 ml. Kondisi pH digunakan yaitu 6 dengan pengadukan selama 120 menit pada kecepatan 100 rpm. Hasil dari pengujian variasi masa dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Uji Variasi Massa

Hasil pengujian variasi massa menunjukkan peningkatan persentase removal seiring penambahan massa adsorben cincau hijau. Kenaikan tersebut dapat terjadi akibat semakin luasnya permukaan yang memiliki situs aktif. Dengan semakin luas permukaan adsorben yang memiliki situs aktif maka adsorben dapat mengikat lebih banyak adsorbat sehingga terjadi peningkatan persentase removal

adsorpsi (Hidayati, Ulfin, & Juwono, 2016). Peningkatan persentase terbesar terjadi pada penambahan massa adsorben sebesar 4 gram dengan persentase penyisihan sebesar 70,14% sedangkan pada penambahan massa adsorben sebesar 5 gram didapat persentase penyisihan sebesar 72,38%. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang cukup besar pada massa adsorben setelah 4 gram. Peningkatan yang tidak cukup besar tersebut dapat terjadi akibat semakin jenuhnya kondisi adsorben. Kondisi jenuh tersebut dapat dilihat pada persentase penyisihan yang semakin melambat bahkan menurun, hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi telah mendekati kondisi kesetimbangan karena jumlah adsorbat yang berikatan dengan permukaan adsorben semakin sedikit (Anjani, 2014). Oleh karena itu massa optimum pada penelitian ini yaitu 4 gram dikarenakan pada massa setelahnya berada pada kondisi jenuh.

4.2.2 Variasi pH

Pengujian variasi pH dilakukan untuk mengetahui pengaruh pH terhadap kemampuan adsorpsi oleh cincau hijau dalam bentuk agar. Pada proses Adsorpsi tidak semua pH mendukung proses adsorpsi. Dalam penentuan variasi pH untuk adsorben cincau dilakukan pada rentang pH yang memungkinkan proses adsorpsi berjalan optimal.

Pada kondisi pH rendah proses adsorpsi dapat terganggu akibat bertambahnya ion H^+ dalam larutan sehingga dapat mempengaruhi ion OH^- dari permukaan adsorben (Aisyahlika, Firdaus, & Elvia, 2018). Kondisi tersebut dapat mengakibatkan permukaan adsorben bermuatan positif sehingga mencegah terjadinya interaksi dengan logam timbal (Pb) (Sharma, et al., 2009 ;Tumin, et al., 2008). Sedangkan pada pH tinggi dapat mempengaruhi larutan logam berat timbal (Pb). Dalam keadaan pH tinggi timbal yang terkandung di dalam larutan dapat mengendap yang diakibatkan terbentuknya $Pb(OH)_2$. (Darmayanti, Rahman, & Supriadi, 2012) . Dengan terjadinya proses pengendapan tersebut maka semakin berkurang kandungan timbal (Pb) yang diikat oleh permukaan adsorben. Peningkatan penyisihan logam timbal dalam air dengan pH tinggi bukan diakibatkan oleh proses adsorpsi melainkan proses pengendapan. Penggunaan kondisi pH yang tepat dapat membantu mengurangi biaya operasional pengolahan

air sehingga tidak diperlukan dosis senyawa untuk meningkatkan pH secara berlebihan. Dalam mengkondisikan pH suatu laurtan dapat dilakukan dengan penambahan senyawa kimia. Untuk meningkatkan pH dapat dilakukan dengan larutan basa seperti NaOH sedangkan untuk menurunkan pH dapat dilakukan dengan larutan asam seperti HNO₃

Analisa kondisi pH optimum dilakukan dengan menggunakan literatur terkait dari penelitian yang telah dilakukan. Data sekunder yang digunakan merupakan data dari hasil penelitian dengan penggunaan adsorben yang berasal secara alami yang kemungkinan memiliki kemiripan dalam hal gugus fungsi seperti daun cincau hijau. Perbandingan berbagai adsorben dalam proses adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Data Primer dan Sekunder Variasi pH

Adsorben	Adsorbat	Variasi pH	Ph Optimum	Persentase Removal	Referensi
Daun Cincau Hijau (Bentuk Agar)	Pb ²⁺	4-8	-	70,14%	Data Primer (Hasil uji variasi massa)
Daun Cincau Hijau	Fe ²⁺	4-8	7	82,57%	(Puspita, Ali, & Rhusmana, 2018)
Daun Mimba	Pb ²⁺	1-10	7	93,5%	(Elkhaleefa, et al., 2021)
Daun Kunyit	Pb ²⁺	3-7	7	97.5%	(Owlatshahi, Torbati, & Loei, 2014)
Daun Tamarix	Pb ²⁺	2-11	6	97,86%	(Koohzad, Jafari, & Esmaeili, 2019)
Daun Krokot Mawar	Pb ²⁺	2-7	6	78%	(Dubey & Shiwani, 2012)
Daun Kubis	Pb ²⁺	3-8	6	95,67%	(Kamar, Nechifor, Ridha, Altaieemi, & Nechifor, 2015)
Daun Pohon Kurma	Pb ²⁺	3-7	5,8	94%	(Boudrahem, Benissad, & Soualah, 2011)
Rentang pH optimum				5,8 -7	
Rata-rata pH optimum				6	

Berdasarkan pada Tabel 4.2 menunjukkan adanya perbedaan kondisi pH optimum dan persentase removal dari penggunaan berbagai adsorben. Pada keseluruhan hasil yang didiperoleh menunjukkan penggunaan adsorben dari bahan alami dan memiliki gugus fungsi yang serupa dengan daun adsorben cincau hijau menunjukkan proses adsorpsi terjadi secara optimum pada rentang pH 5,8-7. Hal tersebut menunjukkan pada kondisi pH tersebut terjadi kondisi kesetimbangan dalam proses adsorpsi.

4.2.3 Variasi Waktu Kontak

Pengujian variasi waktu kontak dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan oleh adsorben cincau hijau dalam menyerap logam berat timbal (Pb) secara optimum. Waktu kontak optimum proses adsorpsi menunjukkan kondisi kesetimbangan antara proses adsorpsi dan desorpsi. pada penelitian yang dilakukan oleh (Kusumawardani, et al., 2018: Aisyahlika, et al., 2018) menunjukkan pada waktu yang singkat persentase penyisihan dalam proses adsorpsi mengalami kenaikan yang cukup tinggi yang diakibatkan oleh kondisi permukaan adsorben yang belum sepenuhnya terikat dengan adsorbat.

Semakin lama waktu kontak maka permukaan adsorben semakin banyak terikat sehingga ketersediaan permukaan adsorben sebagai tempat adsorbat berkurang yang menyebabkan kemampuan adsorben dalam mengikat adsorbat menurun. Pada kondisi tersebut laju pelepasan kembali adsorbat semakin meningkat hingga mencapai titik kesetimbangan (Tabak, et al., 2010). Proses adsorpsi yang melebihi waktu optimum dapat mengakibatkan penurunan persentase penyisihan akibat terjadinya desorpsi pada permukaan adsorben yang diakibatkan berkurangnya sisi aktif adsorben yang dapat mengikat adsorbat (Aisyahlika, Firdaus, & Elvia, 2018). Dengan penggunaan waktu optimum pada proses adsorpsi maka dapat menurunkan biaya operasional dalam pengolahan air menggunakan proses adsorpsi.

Analisis waktu kontak optimum proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan data dari hasil penelitian terdahulu dengan penggunaan adsorben yang berasal secara alami yang kemungkinan memiliki kemiripan dalam hal

gugus fungsi seperti daun cincau hijau. Perbandingan berbagai adsorben dalam proses adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Primer dan Sekunder Variasi Waktu Kontak

Adsorben	Adsorbat	Variasi waktu kontak	Waktu kontak optimum	Persentase Removal	Referensi
Daun Cincau Hijau (Bentuk Agar)	Pb ²⁺	30-120 menit	-	70,14%	Data Primer (Hasil uji variasi massa)
Daun Cincau Hijau	Fe ²⁺	30-180 menit	120 menit	82,57%	(Puspita, Ali, & Rhusmana, 2018)
Daun Kunyit	Pb ²⁺	30-90 menit	90 menit	97.5%	(Owlatshahi, Torbati, & Loloie, 2014)
Daun Tamarix	Pb ²⁺	5-120 menit	60 menit	97,86%	(Koohzad, Jafari, & Esmacili, 2019)
Daun Krokot Mawar	Pb ²⁺	20-180 menit	120 menit	78%	(Dubey & Shiwani, 2012)
Daun Kubis	Pb ²⁺	15-150 menit	120 menit	95,67%	(Kamar, Nechifor, Ridha, Altaieemi, & Nechifor, 2015)
Daun Pohon Kurma	Pb ²⁺	5-180 menit	120 menit	94%	(Boudrahem, Benissad, & Soualah, 2011)
Rentang waktu kontak optimum				60-120 menit	
Rata-rata waktu kontak optimum				105 menit	

Berdasarkan pada Tabel 4.2 menunjukkan adanya perbedaan kondisi waktu optimum optimum dan persentase removal dari penggunaan berbagai adsorben. Pada keseluruhan hasil yang diperoleh menunjukkan penggunaan adsorben dari bahan alami dan memiliki gugus fungsi yang serupa dengan daun adsorben cincau hijau menunjukkan proses adsorpsi terjadi secara optimum pada rentang waktu 60-120 menit. Hal tersebut menunjukkan pada waktu kontak tersebut terjadi kondisi kesetimbangan dalam proses adsorpsi.

4.2.4 Variasi Konsentrasi Larutan Logam Timbal (Pb)

Pengujian variasi konsentrasi larutan logam timbal (Pb) dilakukan untuk mengetahui konsentrasi adsorbat logam timbal (Pb) optimum yang dapat diadsorpsi oleh adsorben cincau hijau. Konsentrasi adsorbat yang tinggi menunjukkan jumlah adsorbat yang dapat diserap oleh adsorben semakin banyak, hal tersebut dapat meningkatkan persentase penyisihan dalam proses adsorpsi (Saputri, 2020; Yustinah, et al., 2020). Kondisi optimum proses adsorpsi merupakan kondisi dimana terjadinya kesetimbangan antara jumlah adsorbat dan kemampuan adsorben oleh karena itu konsentrasi larutan adsorbat yang tinggi dapat menyebabkan permukaan adsorben lebih cepat jenuh karena jumlah adsorbat tidak sebanding dengan jumlah gugus aktif pada permukaan adsorben sehingga persentase penyisihan dapat menurun (Nurhasini, Hendrawati, & Saniyyah, 2014).

Analisis konsentrasi optimum proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan data dari hasil penelitian terdahulu dengan penggunaan adsorben yang berasal secara alami yang kemungkinan memiliki kemiripan dalam hal gugus fungsi seperti daun cincau hijau. Perbandingan berbagai adsorben dalam proses adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Primer dan Sekunder Variasi Konsentrasi Logam Timbal (Pb)

Adsorben	Adsorbat	Konsentrasi optimum	Persentase Removal	Referensi
Daun Cincau Hijau (Bentuk Agar)	Pb ²⁺	-	70,14%	Data Primer (Hasil uji variasi massa)
Daun Cincau Hijau	Fe ²⁺	30 mg/L	82,57%	(Puspita, Ali, & Rhusmana, 2018)
Daun Kunyit	Pb ²⁺	50 mg/L	97.5%	(Owlatshahi, Torbati, & Loei, 2014)
Daun Tamarix	Pb ²⁺	10 mg/L	97,86%	(Koohzad, Jafari, & Esmaeili, 2019)
Sekam Padi	Pb ²⁺	20 mg/L	99.38%	(Nurhasini, Hendrawati, & Saniyyah, 2014)

Daun Kubis	Pb ²⁺	50 mg/L	95,67%	(Kamar, Nechifor, Ridha, Altaieemi, & Nechifor, 2015)
Daun Pohon Kurma	Pb ²⁺	10 mg/L	94%	(Boudrahem, Benissad, & Soualah, 2011)
Rentang konsentrasi optimum			10-50 mg/L	
Rata-rata waktu kontak optimum			28,3 mg/L	

Berdasarkan pada Tabel 4.2 menunjukkan adanya perbedaan konsentrasi optimum dan persentase removal dari penggunaan berbagai adsorben. Pada keseluruhan hasil yang diperoleh menunjukkan penggunaan adsorben dari bahan alami dan memiliki gugus fungsi yang serupa dengan daun adsorben cincau hijau menunjukkan proses adsorpsi terjadi secara optimum pada rentang rentang konsentrasi logam timbal (Pb) 10-50 mg/L menit. Hal tersebut menunjukkan pada konsentrasi logam timbal (Pb) tersebut terjadi kondisi kesetimbangan dalam proses adsorpsi.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian Adsorpsi logam berat oleh daun cincau yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Adsorben cincau hijau dalam bentuk agar memiliki kandungan gugus fungsi hidroksil (O-H), gugus metil (CH₃) dan ikatan C-O pada alkohol, ester dan asam karboksilat (gugus fungsi karboksilat) yang dapat mengikat logam timbal (Pb). Pengujian menggunakan FTIR menunjukkan terjadinya penurunan jumlah gugus fungsi pada permukaan adsorben setelah proses adsorpsi.
2. Adsorben daun cincau hijau memiliki kemampuan penyerapan logam timbal (Pb) terbaik pada massa 4 gram. Sedangkan dengan studi literatur terkait adsorben yang memiliki karakteristik gugus fungsi yang serupa memiliki kondisi pH optimum pada rentang pH 5,8 -7 dengan waktu kontak optimum pada rentang 60-120 menit dan konsentrasi larutan logam timbal (Pb) optimum pada rentang 10-50 mg/L.
3. Penyerapan logam timbal (Pb) dengan menggunakan adsorben daun cincau memiliki persentase penyisihan sebesar 70,14% pada massa optimum. Sedangkan persentase penyisihan penggunaan adsorben yang memiliki karakteristik gugus fungsi yang serupa pada penelitian sebelumnya yaitu pada rentang 78%-97,86%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Pembuatan adsorben daun cincau dengan aktivasi secara kimia untuk meningkatkan persentase penyisihan pada penelitian selanjutnya.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan adsorben cincau hijau mengenai variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi terhadap persentase penyisihan.

3. Melakukan karakterisasi adsorben terhadap struktur morfologi permukaan adsorben menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*.
4. Penggunaan lauran uji dengan kandungan logam berat yang lain terhadap adsorben daun cincau hijau.
5. Penggunaan adsorben dapat dilakukan dengan menguji langsung pada air limbah bukan pada limbah sintetis,





DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N., Ramachandra, T. V., & Kanamadi, R. D. (2003). Biosorption of Heavy Metal. *Research Journal of Chemical and Environment*, 7(4), 71-79.
- Aisyahlika, S. Z., Firdaus, M. L., & Elvia, R. (2018). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (*Cerbera odollam*) Terhadap Zat Warna Sintetis Reactive Red-120 dan Reactive Blue-198. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(2), 148-155.
- Amaral, J. H., Rezende, V. B., Quintana, S. M., Gerlach, R. F., Barbosa, F., & Tanus, J. E. (2010). The Relationship Between Blood and Serum Lead Levels in Peripartum Women And Their Respective Umbilical Cords. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 107(6), 971-965.
- Anjani, R. P. (2014). Penentuan massa dan waktu kontak optimum adsorpsi karbon granular sebagai adsorben logam berat Pb(II) dengan pesaing ion Na⁺. *Journal of Chemistry*, 3(3), 159-163.
- Ashraf, M. A., Maah, M. J., & Yusoff, I. (2010). Study of Banana peel (*Musa sapientum*) as a Cationic Biosorben. *American-Eurasian J. Agric & Environ. Vol 8(1)*. 7-17, 8(1), 7-17.
- ATSDR. (2007). *Public Health Statetment*. U.S.Department Of Health and Human Service. Public Health Service.
- Boudrahem, F., Benissad, F. A., & Soualah, A. (2011). Adsorption of Lead(II) from Aqueous Solution by Using Leaves of Date Trees As an Adsorbent. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 56(5), 1804–1812.
- Budiastuti, P., Raharjo, M., & Dewanti, N. A. (2016). Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(5), 119-124.
- Cecen, F., & Ozgur, A. (2011). *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment*. Canada: Jhon Wiley & Sons.

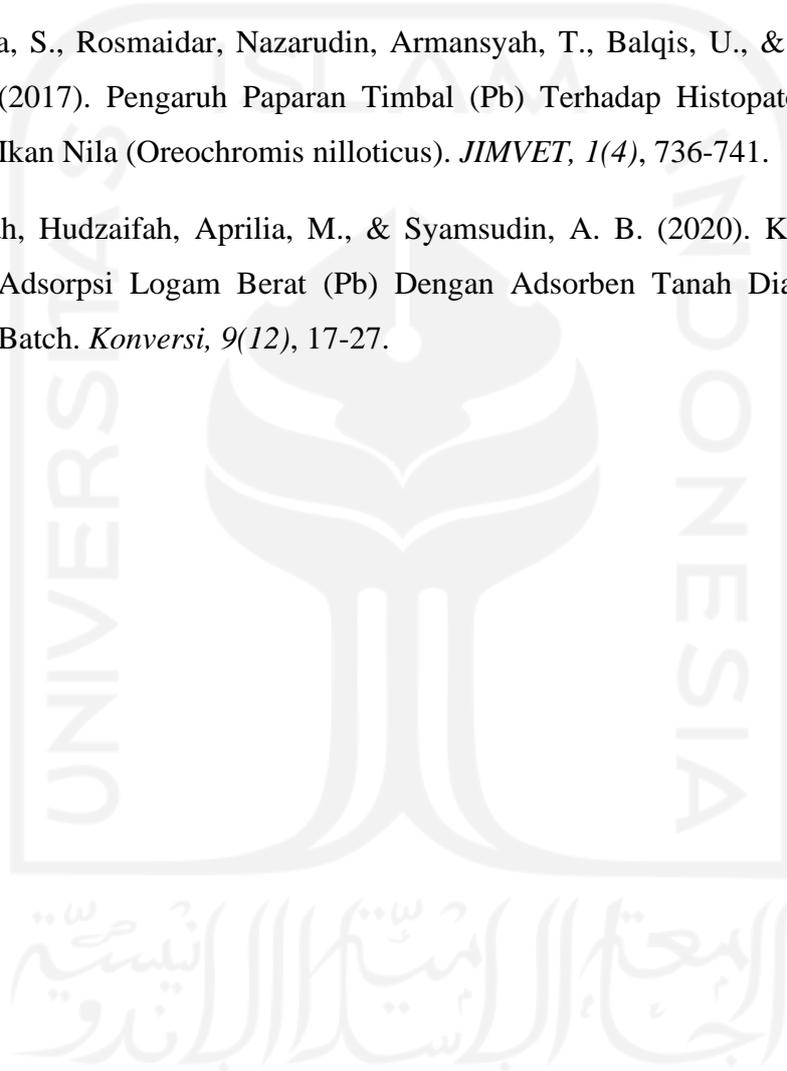
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.
- Darmayanti, Rahman, N., & Supriadi. (2012). Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutanya Menggunakan Arang Hayati (Biocharcocal) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH. *Jurnal Akademika Kimia*, 1, 159-165.
- Deviyanti, S. S., & Heriwati, N. (2014). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong Terhadap Ion Logam Timbal (Pb²⁺). *jurnal Chemichal*, 15, 58-65.
- Dubey, A., & Shiwani, S. (2012). Adsorption of lead using a new green material obtained from Portulaca plant. *International journal of Environmental Science and Technology*, 9(1), 15–20.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kansius.
- Elkhaleefa, A., Ali, I. H., Brima, E. I., Shigidi, I., Elhag, A. B., & Karama, B. (2021). Evaluation of the Adsorption Efficiency on the Removal of Lead(II) Ions from Aqueous Solutions Using Azadirachta indica Leaves as an Adsorbent. *Processes*, 9(559), 1-15.
- Ghasemidehkordi, B., Malekirad, A. A., Nazem, H., Fazilati, M., Salavati, S., Shariatifar, N., . . . Khaneghah, A. M. (2018). Concentration of lead and mercury in collected vegetables and herbs from Marzaki province, Iran: a non-carcinogenic risk assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 113, 204-210.
- Ginting, F. D. (2008). *Adsorpsi*. Jakarta: FT UI.
- Giyatmi, Kamal, Z., & Melati, D. (2008). Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta*, 99-106.

- Hapsari, T. P. (2015). Pengaruh Konsentrasi Ekstraksi Daun Cincau Hijau dan Suhu Ekstraksi Terhadap Karakteristik MIE Basah. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(1), 27-35.
- Hasrianti. (2012). Adsorpsi Ion Cd²⁺ dan Cr⁶⁺ Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong. Thesis: Universitas Hasanudin makasar.
- Hidayati, P., Ulfin, I., & Juwono, H. (2016). Adsorpsi Zat Warna Removal Brilliant Blue R Menggunakan Nata de Coco: Optimasi Dosis Adsorben dan. *Jurnal Sain dan Seni*, 5(2), 2337-2520.
- Ina, T. A., Indah, L. M., Yulianti, & Pranata, S. F. (2013). Pemanfaatan Pektin Kulit Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Sebagai Adsorben Logam Tembaga (Cu). Skripsi: Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Indirianti, N., Kumalasari, R., Ekafitri, K., & Darmajana, D. A. (2013). Pengaruh Penggunaan Pati Ganyong, Tapioka dan Mocaf sebagai Bahan Substitusi Terhadap Sifat Fisik Mie Jagung Instan. *AGRITECH*, 33(4), 391-398.
- Kamar, F. H., Nechifor, A. C., Ridha, M. H., Altaieemi, M. M., & Nechifor, G. (2015). Study on Adsorption of Lead Ions from Industrial Wastewater by Dry Cabbage Leaves. *Rev. Chim.(Bucharest)*, 66(7), 921-925.
- Koohzad, E., Jafari, D., & Esmaeili, H. (2019). Adsorption of Lead and Arsenic Ions from Aqueous Solution by Activated Carbon Prepared from Tamarix Leaves. *ChemistrySelect*, 4(42), 12356– 12367.
- Kusumawardani, R., Zahara, T. A., & Destiarti, L. (2018). Adsorpsi Kadimium(II) menggunakan Adsorben Selulosa Ampas Tebu Teraktivasi Asam Nitrat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), 75-83.
- Liu, J. H., McCauley, L., Yuan, C. H., Shen, X. M., & Pinto-Martin, J. A. (2011). Low blood lead levels and hemoglobin concentration in preschool Children in China. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 94(2), 423-426.
- Martihapsari, Mangallo, B., & handyani, D. D. (2012). Model Isoterm Freundlich Dan Langmuir Oleh Adsorben Arang Aktif Bambu Andong (*G. Verticillata*

- (Wild) Munro) Dan Bambu Ater (G. Atter (Hassk) Kurz Ex Munro). *Jurnal Sains Natural Universitas*, 2(1), 17-23.
- Mata, Y. N., Blazquez, M. L., Ballester, A., Gonzalez, F., & Munnoz, J. A. (2009). Sugar-beet Pulp Pectin Gels as Biosorbent for Heavy Metals: Preparation and Determination of Biosorption and Desorption Characteristics. *Chemical Engineering Journal*, 150, 289-301.
- NPI. (2018). Lead & Compound. Australian Government: Departement of the Enviroment Energy.
- Nurhasini, Hendrawati, & Saniyyah, N. (2014). Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 4(1), 36-44.
- Owlatshahi, S., Torbati, A. R., & Loloie, M. (2014). Adsorption of copper, lead and cadmium from aqueous solutions by activated carbon prepared from saffron leaves. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 1(1), 37-44.
- Palar, H. (2012). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Phuengprasop, T., Sittiwong, J., & Unob, F. (2011). Removal of heavy metal ions by iron oxide coated sewage sludge. *Journal of Hazardous Materials*, 186, 502-507.
- Pitojo, S. (2008). *Khasiat Cincau Hijau Perdu*. Yogyakarta: Kanius.
- Puspita, E., Ali, M. I., & Rhusmana, S. M. (2018). Pemanfaatan Pektin Dari Daun Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr) Sebagai Biosorben Logam Fe. *9th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 9, 83-88.
- Rachmawati, A. K., Andito, B. K., & Munahara, G. J. (2010). Ekstraksi dan karakterisasi pektin pada cincau hijau (*Premna oblongifolia*) untuk pembuatan edible film. *Jurnal Biofarmasi*, 8(1), 1-10.

- Rahayu, W. P., Harisma, I. W., Syamsuddin, Y., Sofyana, & Mulyati, S. (2021). Ekstraksi Pektin dari Kulit Jeruk dan Kulit Pisang sebagai. *Serambi Engineering*, 6(2), 1899-1907.
- Rukaesih, A. (2004). *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Safrianti, L., Wahyuni, N., & Zahara, T. A. (2012). Adsorpsi Timbal (II) Oleh Selulosa Limbah Jerami Pada Teraktivasi Asam Nitrat. *JKK*, 1(1), 1-7.
- Saputri, C. A. (2020). Kapasitas Adsorpsi Serbuk Nata De Coco (Bacterial Selulose) Terhadap Ion Pb Menggunakan Metode Batch. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*, 14(1), 71-76 .
- Sarandi, R. R., Alhusna, Y., & Pandia, S. (2015). Pembuatan Pektin Dari Kulit Markisa Kuning (*Passiflora Edulis Flavicarpa*) Yang Dimodifikasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4), 71-76.
- Sharma, Y. C., Uma, & Upadhyay, S. N. (2009). Removal of a cationic dye from wastewater by adsorption on activated carbon developed from coconut cair. *Energy and Fuels*, 23, 2983-2988.
- Shofa. (2012). Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida. Skripsi: Fakultas Teknik UI.
- Tabak, A., Baltas, N., Afsin, B., Emirik, M., Caglar, B., & Eren, E. (2010). Adsorption of Reactive Red 120 from Aqueous Solutions by Cetylpyridinium-Bentonit. *Journal Chemistry Technology Biotechnology*, 85(1), 1199-1207.
- Tumin, N. D., Chuah, A. L., Zawani, Z., & Rashid, S. A. (2008). Adsorption of copper from aqueous solution by elais. *Journal of Engineering Science and Technology*, 3(2), 180-189.
- Utama, S., Kristianto, H., & Andreas, A. (2016, Maret 17). Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr (VI)) Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salal. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, pp. 11-15.

- Wardani, G. A., & Wulandari, W. T. (2018). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata*) Sebagai Biosorben Ion Timbal (II). *Jurnal Kimia Valensi*, 4(2), 143-148.
- Wong, W. W., Abbas, F. M., Liong, M. T., & Azhar, M. E. (2008). Modification of Durian Rind Pectin for Improving Biosorbent Ability. *International Food Research Journal*, 15(3), 363-365.
- Yolanda, S., Rosmaidar, Nazarudin, Armansyah, T., Balqis, U., & Fahrimal, Y. (2017). Pengaruh Paparan Timbal (Pb) Terhadap Histopatologis Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *JIMVET*, 1(4), 736-741.
- Yustinah, Hudzaifah, Aprilia, M., & Syamsudin, A. B. (2020). Keseimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dengan Adsorben Tanah Diatomit Secara Batch. *Konversi*, 9(12), 17-27.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Perhitungan

1. Pembuatan Larutan Induk Timbal (Pb) 1000 ppm

$$\begin{aligned} \text{Massa Pb(NO}_3)_2 &= \frac{BM_{Pb(NO_3)_2}}{BM_{Pb}} \times 1 \text{ gram} \\ &= \frac{331,2 \text{ gram/mol}}{207,2 \text{ gram mol}} \times 1 \text{ gram} \\ &= 1.598 \text{ gram} \end{aligned}$$

Melaurkan 1.598 gram $\text{Pb(NO}_3)_2$ kedalam 1000 ml aquades

2. Pengenceran Larutan Standar

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

V_1 = Volume larutan induk (ml)

M_1 = Konsentrasi larutan induk (ppm)

V_2 = Volume larutan yang diencerkan (ml)

M_2 = Konsentrasi larutan yang diencerkan (ppm)

- Larutan 10 ppm

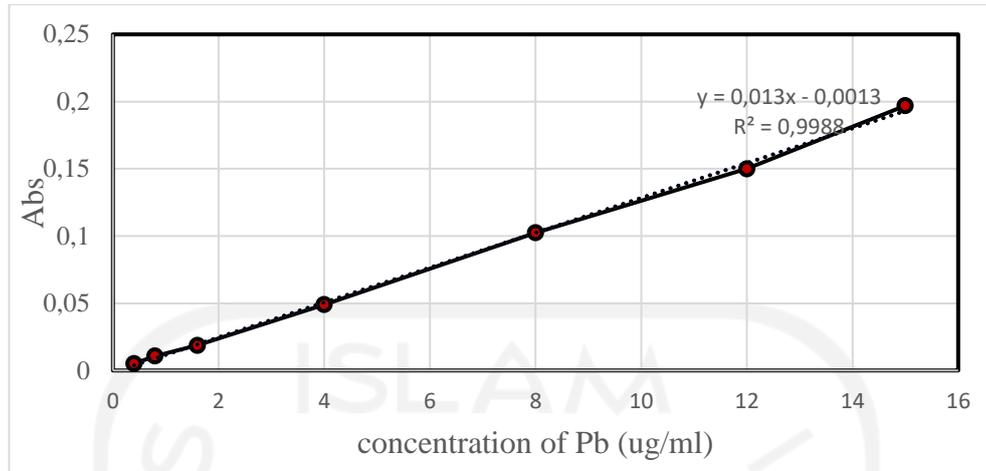
$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 = (V_2 \times M_2) / M_1$$

$$V_1 = (1000 \text{ ml} \times 10 \text{ ppm}) / 1000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

3. Kurva Kalibrasi Larutan Stander



4. Perhitungan Effisiensi Removal Variasi Massa

Massa adsorben (gram)	pH	volume larutan (ml)	konsenterasi awal (mg/L)		konsterasi terserap (mg/L)	Persentase removal	Kapasitas Adsorbsi (mg/gr)
			awal	akhir			
1	6	50	13,43	6,73	6,70	49,89%	0,3350
2	6	50	13,43	6,81	6,62	49,29%	0,1655
3	6	50	13,43	5,82	7,61	56,66%	0,1268
4	6	50	13,43	4,01	9,42	70,14%	0,1178
5	6	50	13,43	3,71	9,72	72,38%	0,0972

- 1 gram

$$\begin{aligned} \text{Persentase penyisihan} &= \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100\% \\ &= \frac{13,43 - 6,73}{13,43} \times 100\% \\ &= 49,89\% \end{aligned}$$

- 2 gram

$$\begin{aligned} \text{Persentase penyisihan} &= \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100\% \\ &= \frac{13,43 - 6,81}{13,43} \times 100\% \\ &= 49,29\% \end{aligned}$$

- 3 gram

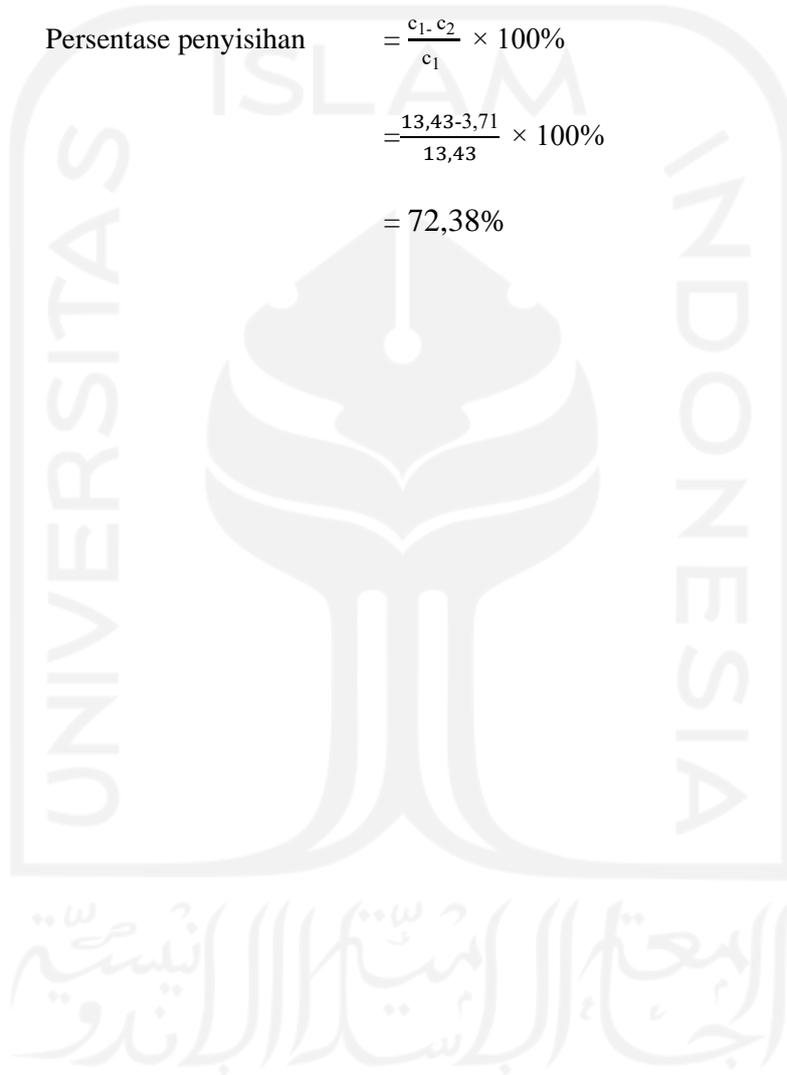
$$\begin{aligned} \text{Persentase penyisihan} &= \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100\% \\ &= \frac{13,43 - 5,82}{13,43} \times 100\% \\ &= 56,66\% \end{aligned}$$

- 4 gram

$$\begin{aligned}\text{Persentase penyisihan} &= \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100\% \\ &= \frac{13,43 - 4,01}{13,43} \times 100\% \\ &= 70,14\%\end{aligned}$$

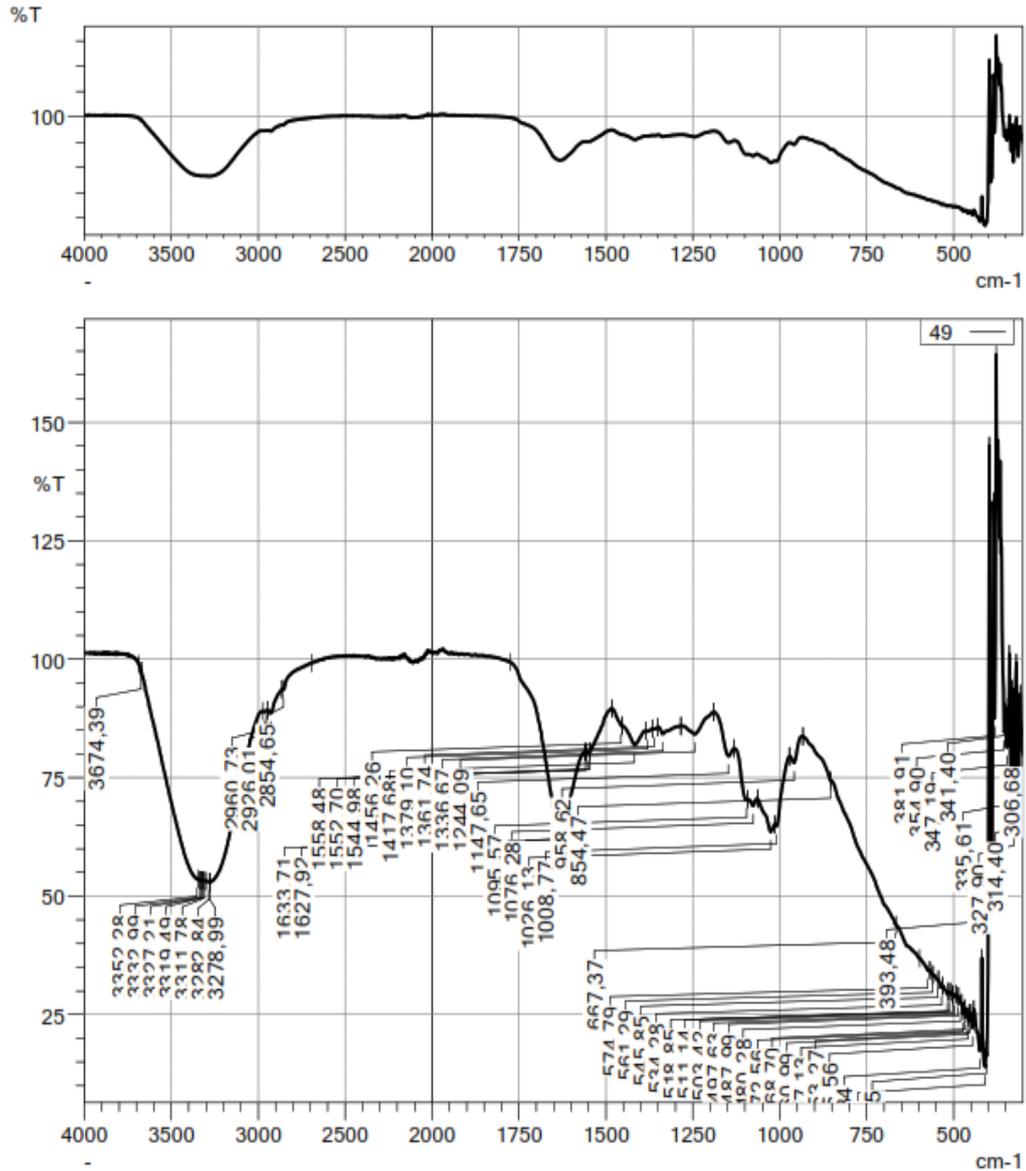
- 5 gram

$$\begin{aligned}\text{Persentase penyisihan} &= \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100\% \\ &= \frac{13,43 - 3,71}{13,43} \times 100\% \\ &= 72,38\%\end{aligned}$$



Lampiran 2 Karakterisasi FTIR

Hasil uji adsorben sebelum adsropsi



No	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	306,68	84,69	4,18	308,61	304,75	51,005	8,054
2	314,40	68,74	27,19	320,18	308,61	211,819	164,749
3	327,90	64,36	31,20	331,76	320,18	227,829	186,995
4	335,61	73,10	24,29	339,47	331,76	124,127	103,965
5	341,40	87,66	7,80	343,33	339,47	32,561	15,039
6	347,19	81,43	7,92	351,04	343,33	110,752	28,565
7	354,90	84,63	15,85	362,62	351,04	48,966	121,904

8	381,91	87,60	61,14	385,76	378,05	-130,533	245,515
9	393,48	48,46	92,61	397,34	385,76	266,713	719,379
10	405,05	16,35	26,78	406,98	397,34	486,818	306,737
11	408,91	13,96	6,90	418,55	406,98	953,366	111,710
12	424,34	17,41	16,78	441,70	418,55	1810,706	225,167
13	445,56	22,21	3,56	451,34	441,70	733,791	17,165
14	453,27	24,98	0,31	455,20	451,34	288,778	0,603
15	457,13	23,53	1,40	459,06	455,20	292,296	2,703
16	460,99	24,49	0,50	466,77	459,06	576,082	0,637
17	468,70	25,53	0,51	470,63	466,77	286,295	0,977
18	472,56	25,13	1,21	476,42	470,63	427,533	2,881
19	480,28	27,32	0,69	486,06	476,42	696,240	3,360
20	487,99	28,46	0,53	493,78	486,06	549,403	2,426
21	497,63	28,75	0,54	501,49	493,78	548,175	2,563
22	503,42	29,14	0,25	509,21	501,49	544,701	1,029
23	511,14	29,47	0,35	514,99	509,21	406,960	0,890
24	518,85	29,32	0,77	532,35	514,99	1211,384	3,972
25	534,28	30,70	0,59	543,93	532,35	793,438	3,196
26	545,85	32,28	0,21	559,36	543,93	1036,029	0,665
27	561,29	33,36	0,29	567,07	559,36	511,264	0,848
28	574,79	34,29	0,50	597,93	570,93	1739,341	2,283
29	667,37	44,03	0,33	852,54	665,44	7768,467	139,252
30	854,47	74,39	0,23	933,55	852,54	1631,970	-63,945
31	958,62	78,14	2,85	972,12	933,55	743,228	34,482
32	1008,77	64,81	2,28	1014,56	972,12	1177,973	3,723
33	1026,13	63,63	2,76	1064,71	1014,56	1668,779	57,256
34	1076,28	69,10	1,43	1091,71	1064,71	813,166	17,239
35	1095,57	70,32	1,20	1130,29	1091,71	944,188	11,628
36	1147,65	79,57	3,85	1190,08	1130,29	976,455	81,364
37	1244,09	84,19	3,00	1284,59	1190,08	1313,304	122,123
38	1336,67	84,29	1,43	1350,17	1284,59	968,279	36,851
39	1361,74	85,27	0,16	1365,60	1350,17	225,392	1,767
40	1379,10	84,78	0,24	1384,89	1365,60	289,253	2,177
41	1417,68	81,91	3,49	1454,33	1384,89	1116,841	105,490
42	1456,26	85,97	0,26	1483,26	1454,33	351,983	-1,394
43	1544,98	80,50	0,30	1546,91	1483,26	933,235	-18,120
44	1552,70	80,36	0,10	1556,55	1546,91	188,938	0,636

45	1558,48	80,32	0,09	1560,41	1556,55	75,750	0,173
46	1627,92	65,72	0,82	1631,78	1560,41	1928,468	6,682
47	1633,71	65,73	0,48	1774,51	1631,78	2023,860	-461,250
48	3275,13	52,04	0,20	3277,06	2794,85	9615,537	- 2056,803
49	3278,99	52,03	0,02	3280,92	3277,06	185,009	0,036
50	3282,84	52,02	0,02	3284,77	3280,92	185,042	0,035
51	3296,35	51,99	0,06	3300,20	3288,63	555,333	0,448
52	3302,13	52,01	0,04	3305,99	3300,20	277,568	0,096
53	3313,71	51,98	0,06	3319,49	3305,99	647,961	0,398
54	3325,28	51,97	0,06	3331,07	3319,49	555,503	0,355
55	3327,21	53,32	0,05	3331,07	3323,35	359,979	0,189
56	3332,99	53,34	0,03	3338,78	3331,07	359,763	0,107
57	3352,28	53,60	0,56	3672,47	3348,42	8902,595	997,230
58	3674,39	97,37	0,40	3685,97	3672,47	24,141	0,614



16	464,84	29,17	0,86	470,63	462,92	540,294	3,588
17	472,56	29,47	1,69	478,35	470,63	539,335	7,569
18	480,28	30,71	0,20	482,20	478,35	266,906	0,381
19	484,13	30,90	0,30	493,78	482,20	790,606	1,151
20	497,63	32,11	0,77	505,35	493,78	779,727	4,225
21	507,28	33,16	0,32	513,07	505,35	513,653	1,584
22	516,92	33,84	0,18	520,78	513,07	509,939	0,867
23	522,71	33,93	0,17	524,64	520,78	254,559	0,327
24	526,57	33,86	0,43	528,50	524,64	254,304	0,834
25	532,35	34,39	0,30	540,07	528,50	756,826	2,218
26	542,00	35,00	0,31	555,50	540,07	989,120	1,129
27	557,43	36,72	0,28	576,72	555,50	1327,338	4,552
28	578,64	38,45	0,17	586,36	576,72	590,669	0,852
29	634,58	43,48	0,32	943,19	632,65	10214,597	-122,942
30	956,69	88,66	1,52	975,98	943,19	343,270	22,977
31	1008,77	85,71	1,29	1016,49	975,98	476,824	5,100
32	1026,13	85,44	1,30	1066,64	1016,49	641,789	23,920
33	1080,14	87,95	0,66	1087,85	1066,64	246,283	7,330
34	1099,43	87,69	1,62	1128,36	1087,85	427,510	25,722
35	1147,65	90,79	1,87	1190,08	1128,36	464,565	39,662
36	1207,44	94,04	0,04	1209,37	1190,08	112,279	0,319
37	1259,52	93,09	0,06	1274,95	1255,66	131,267	0,464
38	1338,60	92,16	0,67	1348,24	1305,81	316,847	14,762
39	1357,89	92,66	0,04	1359,82	1348,24	84,241	0,127
40	1361,74	92,65	0,06	1367,53	1359,82	56,141	0,138
41	1379,10	92,64	0,06	1382,96	1367,53	112,498	0,395
42	1419,61	90,73	1,76	1452,40	1390,68	516,187	52,472
43	1456,26	92,37	0,19	1471,69	1452,40	142,247	1,169
44	1473,62	92,88	0,10	1479,40	1471,69	53,970	0,323
45	1481,33	93,18	0,02	1483,26	1479,40	26,263	0,038
46	1490,97	92,97	0,10	1492,90	1483,26	66,643	0,359
47	1508,33	92,07	0,24	1512,19	1492,90	142,700	-0,298
48	1635,64	72,36	23,16	1799,59	1512,19	3473,991	2344,481
49	3275,13	52,04	0,20	3277,06	2794,85	9615,537	- 2056,803
50	3278,99	52,03	0,02	3280,92	3277,06	185,009	0,036
51	3282,84	52,02	0,02	3284,77	3280,92	185,042	0,035
52	3296,35	51,99	0,06	3300,20	3288,63	555,333	0,448
53	3302,13	52,01	0,04	3305,99	3300,20	277,568	0,096
54	3313,71	51,98	0,06	3319,49	3305,99	647,961	0,398
55	3325,28	51,97	0,06	3331,07	3319,49	555,503	0,355
56	3332,99	52,00	0,06	3350,35	3331,07	924,017	0,881
57	3352,28	52,21	0,29	3672,47	3350,35	9076,780	837,965
58	3674,39	96,58	0,19	3709,11	3672,47	55,896	-10,608

Lampiran 3 Dokumentasi



Penimbangan Daun Cincau



Pencucian Daun Cincau



Penghalusan Daun Cincau



Pemotongan Adsorben Daun Cincau



RIWAYAT HIDUP



Ariko Vega Munandhar yang lebih dikenal dengan panggilan Ariko lahir di Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat pada tanggal 26 juli 1999. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Abdullah amdan dan Rika Azmi. Pada tahun 2005 penulis menempuh Pendidikan dasar di SD Negeri 2 Ranai yang kemudian pindah pada tahun 2009 ke SD Negeri Curug 3 Bogor hingga lulus pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 4 Tanjungpinang pada tahun 2011-2014 dan melanjutkan kembali Pendidikan menengah atas di SMA Negeri 2 Tanjungpinang pada tahun 2014-2017.

Pada tahun 2017 penulis diterima sebagai mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta melalui jalur masuk CBT (*Computer Based Test*). Kemudian penulis melakukan Kerja Praktek di Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutan Provinsi Kepulauan Riau pada 5 Oktober 2020-5 November 2021. Pada bulan Maret hingga September penulis melakukan penelitian mengenai Pemanfaatan Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr*) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kandungan Timbal (Pb) Pada Air sebagai bahan tugas akhir untuk menyelesaikan pendidikan akademik strata 1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.