

TA/TL/1368

TUGAS AKHIR
PENYISIHAN LOGAM CADMIUM (Cd) DALAM AIR
MENGGUNAKAN CINCAU HIJAU (*Premna*
***oblongifolia Merr.*) SEBAGAI BIO ADSORBEN**

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



RIZQI SATYA NUGRAHA
17513127

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

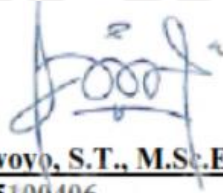
TUGAS AKHIR
PENYISIHAN LOGAM CADMIUM (Cd) DALAM AIR
MENGGUNAKAN CINCAU HIJAU (*Premna*
***oblongifolia Merr.*) SEBAGAI BIO ADSORBEN**

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



RIZQI SATYA NUGRAHA
17513127

Disetujui,
Dosen Pembimbing



Eko Siswono, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 13 Desember 2021

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswono, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 13 Desember 2021

HALAMAN PENGESAHAN
PENYISIHAN LOGAM CADMIUM (Cd) DALAM AIR
MENGGUNAKAN CINCAU HIJAU (*Premna*
***oblongifolia Merr.*) SEBAGAI BIO ADSORBEN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa
Tanggal : 30 November 2021

Disusun Oleh:

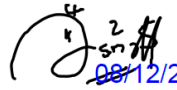
RIZQI SATYA NUGRAHA
17513127

Tim Penguji :

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

()

Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc

()
08/12/2021

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

()
09/12/2021

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 didiperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 30 November 2021

Yang membuat pernyataan,



Rizqi Satya Nugraha

NIM: 17513127

PRAKATA



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Penyisihan Logam Cadmium (Cd) Dalam Air Menggunakan Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) Sebagai Bio Adsorben”**. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Derajat Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan. Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bantuan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Maka dari itu, penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Eko Siswoyo. S. T., M.Sc.ES., Ph.D., selaku pembimbing dalam Tugas Akhir
2. Ibu Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc., selaku Reviewer Tugas Akhir
3. Ibu Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng., selaku Reviewer Tugas Akhir
4. Bapak Prof. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc. selaku dosen wali yang telah memberikan dukungan pengarahan selama masa perkuliahan.
5. Orang Tua penyusun, Bapak Sokat Ajenar dan Ibu Trikorawati (Almh) atas do'a dan dukungannya yang senantiasa menjadi support terbaik dalam hal moril maupun material. Immortal love till jannah untuk kalian.
6. Kakak tersayang, Santika Juliawati yang selalu memberi support baik moril maupun material
7. Risma Febrianti, yang selalu menemani dan menjadi penghilang penat kala menyusun laporan
8. Anak – anak PKRI, seperti Rama, Faisal, Iqbal, Irmay, Rizky, Angga, dan Qolbi. Terimakasih atas canda dan tawa nya selama ini
9. Teman – teman grup penelitian cincau , seperti Ariko, Fadhil dan Safikri atas segala bantuan, sharing dan momen – momen kebersamaannya
10. Semua dosen dan staff Laboratorium Kualitas Air FTSP UII
11. Serta semua pihak dan teman – teman yang membantu demi terselesaikannya laporan ini.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dalam penelitian penelitian selanjutnya. Penyusun mengharapkan kritik serta saran yang membangun dapat disampaikan sebagai koreksi bagi penyusun untuk selalu berkembang lebih baik lagi. Terima kasih

Yogyakarta, 30 November 2021



Rizqi Satya Nugraha





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Rizqi Satya Nugraha. Penyisihan Logam Cadmium (Cd) Dalam Air Menggunakan Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) Sebagai Bio Adsorben. Dibimbing oleh Eko Siswoyo. S. T., M.Sc.ES., Ph.D.

Pencemaran logam berat pada air masih menjadi masalah umum karena dapat terakumulasi dan menyebabkan masalah terhadap kesehatan manusia. Proses penghilangan logam berat salah satunya adalah proses adsorpsi. Adsorpsi adalah proses molekul cairan terkontak lalu menempel pada permukaan padatan. Berbagai zat dapat digunakan sebagai adsorben untuk proses adsorpsi salah satunya adalah zat pektin. Cincau dipilih sebagai adsorben alami karena komponen utama ekstrak cincau hijau yang membentuk gel adalah polisakarida pektin. Penggunaan adsorben alami memiliki keuntungan ramah lingkungan, relatif aman dan biaya murah. Cincau yang digunakan berbentuk agar-agar. Adsorben agar-agar seperti ini dapat memiliki keuntungan dalam proses *treatment* lanjutan karena adsorben tidak signifikan berubah sehingga mempermudah proses pemisahan saat adsorben selesai digunakan. Penelitian skala laboratorium dan studi literatur dengan serangkaian pengujian variabel guna mengetahui kondisi optimum dari massa adsorben, kondisi pH, waktu kontak dan konsentrasi logam berat kadmium (Cd). Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa daun cincau hijau termodifikasi memiliki kandungan gugus fungsi karboksil, hidroksil dan metil yang dapat mengikat logam kadmium (Cd). Hasil pengujian didapatkan massa optimum 4 gram, kondisi pH 4 -7, waktu kontak selama 60-180 menit dan konsentrasi larutan kadmium 160 – 600 mg/L. dengan persentase penyisihan sebesar 96,31%. Oleh karenanya, daun cincau hijau dapat dijadikan adsorben untuk penyisihan logam berat kadmium (Cd).

Kata kunci: Adsorpsi, Daun Cincau Hijau, Logam Berat Kadmium (Cd)

ABSTRACT

Rizqi Satya Nugraha. Removal Of Cadmium Metal (Cd) In Water Using Green Grass Jelly (*Premna oblongifolia Merr.*) As Bio Adsorbent. *Supervised By* Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.Es., Ph.D.

Heavy metal pollution in water is still a common problem because it can accumulate and cause problems for human health. One of the heavy metal removal processes is the adsorption process. Adsorption is the process of contacting liquid molecules and then sticking to the solid surface. Various substances can be used as adsorbents for the adsorption process, one of which is pectin. Grass jelly was chosen as a natural adsorbent because the main component of green grass jelly extract that forms a gel is pectin polysaccharide. The use of natural adsorbents has the advantages of being environmentally friendly, relatively safe and low cost. The grass jelly used is in the form of jelly. This kind of gelatin adsorbent can have an advantage in the further treatment process because the adsorbent does not change significantly so that it facilitates the separation process when the adsorbent is finished. Laboratory scale research and literature study with a series of variable tests to determine the optimum condition of the adsorbent mass, pH conditions, contact time and concentration of heavy metal cadmium (Cd). The characterization results show that modified green grass jelly leaves contain carboxyl, hydroxyl and methyl functional groups that can bind cadmium metal (Cd). The test results obtained the optimum mass of 4 grams, pH 4 -7 conditions, contact time for 60-180 minutes and concentration of cadmium solution 160 – 600 mg/L. with an allowance percentage of 96.31%. Therefore, green grass jelly leaves can be used as an adsorbent for the removal of heavy metal cadmium (Cd)

Keywords: Adsorption, Green Grass Jelly, Heavy Metal Cadmium (Cd)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Rumusan Masalah	17
1.3 Tujuan Penelitian	17
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1 Adsorpsi	20
2.2 Cincau Hijau (<i>Premna oblongifolia Merr.</i>)	20
2.3 Logam Berat Kadmium.....	22
2.4 Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.3 Prosedur Penelitian.....	27
3.4 Alur Penelitian	28
3.5 Persiapan Penelitian	28

3.5.1	Pembuatan Adsorben	28
3.5.2	Pembuatan Larutan Induk Logam Kadmium.....	29
3.6	Pelaksanaan Penelitian	30
3.6.1	Pengujian Karakteristik Adsorben	30
3.6.2	Penentuan Massa Optimum Adsorben.....	30
3.6.3	Penentuan pH Optimum.....	31
3.6.3	Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	31
3.6.3	Penentuan Konsentrasi Logam Kadmium (Cd) Optimum.....	32
3.7	Analisis Data	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Karakterisasi Adsorben	33
4.1.1	Fourier Transform InfraRed (FTIR)	33
4.2	Hasil Pengujian Adsorben.....	35
4.2.1	Hasil Uji Massa Adsorben Optimum.....	35
4.2.2	Hasil Uji Derajat Keasaman (pH) Optimum.....	36
4.2.3	Hasil Uji Waktu Kontak Optimum	37
4.2.4	Hasil Uji Konsentrasi Optimum	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN		50
RIWAYAT HIDUP		59



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Serupa Terdahulu	23
Tabel 2. Gugus Fungsi pada Adsorben Sebelum Dikontakkan.....	34
Tabel 3. Gugus Fungsi pada Adsorben Sesudah Dikontakkan	34
Tabel 4. Perbandingan Variasi pH Adsorben	36
Tabel 5. Perbandingan Variasi Waktu Kontak Adsorben	37
Tabel 6. Perbandingan Variasi Konsentrasi Logam Kadmium.....	38





DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daun Cincau Hijau Perdu.....	21
Gambar 2. Logam Kadmium.....	22
Gambar 3. Diagram Alur Penelitian.....	28
Gambar 4. Diagram Pembuatan Adsorben.....	29
Gambar 5. Diagram Uji Karakterisasi Adsorben	30
Gambar 6. Diagram Alir Penentuan Massa Optimum	31
Gambar 7. Grafik Gugus Fungsi Adsorben.....	33
Gambar 8. Kapasitas Adsorpsi Variasi Massa Adsorben.....	35





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan.....	50
Lampiran 2. Hasil Uji FT-IR.....	52
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian.....	56



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semua makhluk hidup di dunia ini membutuhkan air, mulai dari mikroorganisme sampai dengan organisme tingkat tinggi yaitu manusia. Tidak akan ada kehidupan seandainya di bumi ini tidak ada air, karena air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan (Susana, 2003). Menurunnya kualitas air disebabkan oleh polusi. Polusi air adalah pencemaran air karena masuknya zat asing dalam jumlah yang melebihi daya dukung air. Salah satu zat yang menyebabkan polusi adalah logam berat (Pratiwi, 2020).

Pencemaran logam berat pada air masih menjadi masalah umum terhadap lingkungan sekitar kita karena bisa terakumulasi ke dalam makanan maupun minuman yang dapat menyebabkan masalah terhadap kesehatan manusia (Abbasi dkk., 2013). Kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan seperti logam aluminium, tahan panas, tahan terhadap korosi. Kadmium (Cd) adalah salah satu jenis logam berat yang berbahaya setelah merkuri karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah, jika kadmium terakumulasi terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dapat menyerang organ pada tubuh khususnya hati dan ginjal (Palar, 2008). Dipilihnya logam kadmium ini sebagai objek penelitian karena kadmium dan senyawanya sangat larut dalam air dibandingkan dengan logam lain. Bioavailabilitas mereka sangat tinggi dan karena itu cenderung terjadi bioakumulasi. Serta penggunaan kadmium di industri juga sangat marak seperti industri plastik, keramik, elektronik dan pelapisan logam sehingga memperbesar potensi pencemaran terhadap lingkungan dan manusia (Mudgal dkk, 2010).

Proses penghilangan logam berat yang telah dilakukan menggunakan beberapa cara alternatif salah satunya adalah proses adsorpsi. Adsorpsi adalah proses dimana molekul cairan terkontak lalu menempel pada permukaan padatan. Berbagai zat dapat digunakan sebagai adsorben untuk proses adsorpsi (Pratiwi dan Prinajati, 2018), salah satunya adalah zat pektin. Penggunaan adsorben alami ini dikarenakan karena ramah lingkungan, relatif aman dan biaya yang dikeluarkan cukup murah. Hal ini terbukti dengan adanya beberapa penelitian terdahulu, seperti

menggunakan kulit pisang untuk mengadsorpsi ion logam timbal(II) (Vilardi, dkk., 2017)., jerami untuk mengadsorpsi ion logam timbal(II) (Firdaus dkk., 2018), kulit kelapa untuk mengadsorpsi ion logam timbal(II) (Nwodika and Onukwuli, 2014), kitosan dari kulit udang untuk mengadsorpsi logam merkuri (Pratiwi and Prinajati, 2018). Dalam penelitian terdahulu, cincau dapat dijadikan sebagai bio adsorben untuk mengadsorpsi logam besi (Fe), Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi optimumnya yaitu pada pH 7 dan waktu kontak 120 menit 20 mg pektin dari daun cincau mampu menurunkan kadar Fe dengan daya serap 24,773 mg/g dengan persentase teradsorpsinya sebesar 82,57% (Puspita dkk, 2018).

Dalam penelitian ini, cincau dipilih sebagai adsorben alami karena menurut Nurdin dan Suharyono (2007), komponen utama ekstrak cincau hijau yang membentuk gel adalah polisakarida pektin yang bermetoksi rendah. Pektin merupakan polimer dari asam galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Sebagian gugus karboksil pada polimer pektin mengalami esterifikasi dengan metil (metilasi) menjadi gugus metoksil. Struktur komponen pektin juga banyak mengandung gugus aktif, pektin juga dapat digunakan sebagai salah satu sumber biosorben. Maka cincau hijau dapat juga dijadikan sebagai adsorben alami.

Pada penelitian ini, cincau yang digunakan sebagai bio adsorben berbentuk gel atau agar-agar. Adsorben berbentuk agar-agar seperti ini dapat memiliki keuntungan dalam proses *treatment* lanjutan dari pengolahan air limbah dengan metode adsorpsi karena *setelah* proses adsorpsi, jumlah adsorbat yang terserap tidak signifikan berubah sehingga mempermudah proses pemisahan saat adsorben selesai digunakan. Selain itu menurut Febrianto (2017), adsorben yang biasanya dalam bentuk kepingan atau serbuk mudah hancur dan mengembang menyebabkan kapasitas serapan menurun. Sedangkan, dalam bentuk gel dapat meningkatkan kapasitas serapannya. Oleh karena itu dalam penelitian ini, adsorben dari daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) dibuat dalam bentuk gel atau agar-agar dengan kadar air yang disesuaikan untuk mengadsorpsi logam berat kadmium (Cd).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik adsorben dari cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) baik sebelum maupun setelah dilakukannya proses adsorpsi logam kadmium (Cd)?
2. Bagaimana kondisi massa optimum dalam penurunan konsentrasi kadmium (Cd) menggunakan adsorben cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) termodifikasi?
3. Bagaimana kondisi pH, waktu kontak dan konsentrasi logam kadmium (Cd) pada adsorben yang memiliki karakteristik serupa?
4. Berapakah persentase penyisihan dari cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) termodifikasi dengan variasi massa berbeda dalam menurunkan konsentrasi logam kadmium (Cd) dan perbandingan dengan adsorben lain dengan karakteristik serupa?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, maka diperoleh tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui karakteristik gugus fungsi adsorben dari cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) baik sebelum dan sesudah proses adsorpsi logam kadmium (Cd)
2. Untuk mengetahui massa optimum yang diperlukan dalam penurunan konsentrasi kadmium (Cd) menggunakan bio adsorben cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*)
3. Untuk mengetahui kondisi pH, waktu kontak dan konsentrasi logam kadmium (Cd) pada adsorben yang memiliki karakteristik serupa
4. Untuk mengetahui daya adsorpsi dari cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) termodifikasi sebagai bioadsorben dalam menurunkan konsentrasi logam kadmium (Cd) dan perbandingannya dengan adsorben lain dengan gugus fungsi serupa

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Kampus terpadu Universitas Islam Indonesia, jalan Kaliurang KM 14,5.
2. Penelitian menggunakan bahan adsorben dari cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) termodifikasi
3. Metode pengumpulan data menggunakan metode *Batch Processing*.
4. Sampel yang digunakan berasal dari larutan sintesis yang mengandung logam berat cadmium (Cd)
5. Variabel yang diamati dalam penelitian berupa :
 - a. Massa adsorben
 - b. pH
 - c. Waktu kontak
 - d. Konsentrasi logam kadmium (Cd) pada sampel
6. Pedoman penelitian :
 - a. Uji kadar Kadmium (Cd) mengacu kepada SNI 6989.16:2009 tentang Cara uji kadmium (Cd) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.
 - b. Uji pH mengacu pada SNI 6989.11:2019 tentang Cara uji derajat keasaman (pH) menggunakan alat pH meter.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah pencemaran logam berat di perairan serta persyaratan kelulusan Sarjana (S1) di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknis Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

2. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi terkait pemanfaatan cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) sebagai alternatif bio adsorben serta kegunaan hasil penelitian nanti, dapat digunakan baik bagi kepentingan pengembangan program maupun kepentingan ilmu pengetahuan.

3. Bagi Pemerintah

Memberikan hasil penelitian terhadap pemanfaatan (*Premna oblongifolia Merr.*) sebagai alternatif bio adsorben sebagai adsorben alami alternatif yang diharapkan membantu memecahkan masalah serta pengambilan keputusan, dapat juga dijadikan dalam menerapkan kebijakan yang berhubungan dengan lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorpsi menyertakan fenomena pelekatan permukaan. Dalam proses adsorpsi seandainya material biologis digunakan sebagai adsorben sehingga prosesnya dikenal sebagai biosorpsi. Proses ini menyertakan interaksi fase padat serta cair. Sebab interaksi adsorben dan adsorbat, pertukaran ion serta menyingkirkan spesies terlarut yang tidak diinginkan (Khan dkk.,2017). Menurut Nwodika and Onukwuli (2014), adsorpsi merupakan proses pembelahan yang menunjang penghapusan polutan konsentrasi rendah dari volume besar proses, air limbah, serta air pemecahan. Sistem proses adsorpsi bisa berbentuk : gas - cair , cairan - cair , padat - cair serta gas padat.

Proses dari adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

a. Adsorpsi secara fisik

Adsorpsi secara wujud erat kaitannya dengan gaya Van Der Walls yang dimana proses bolak - balik bila terdapat kemampuan daya tarik-menarik antara adsorben serta zat terlarut lebih besar dengan pelarutnya sehingga proses akan diadsorpsi di permukaan padat.

b. Adsorpsi secara kimia

Adsorpsi yang berlangsung antara zat padat serta zat terlarut yang sudah teradsorpsi (Mufrodi dkk., 2008).

2.2 Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr.*)

Tanaman cincau termasuk tanaman asli Indonesia dan mempunyai nama lain diantaranya Camcao, Juju, Kepleng (Jawa); Camcauh, Tahulu (Sunda).Cincau hijau perdu (*Premna oblongifolia Merr.*), merupakan bahan makanan tradisional yang telah lama dikenal masyarakat dan digunakan sebagai isi minuman segar.

Ada empat jenis tanaman cincau yaitu :

a. cincau hijau baik jenis cincau hijau rambat (*Cyclea Barbata*)

b. cincau hijau perdu (*Premna oblongifolia Merr.*)

c. cincau hitam (*Mesona palustris*)

d. cincau minyak (*Stephania hermandifolia*) (Pitojo dan Zumiyati, 2005).

Dari (Kurniawan, 2006) menjelaskan bahwa cincau hijau kaya akan karbohidrat, polifenol, saponin, dan lemak; tidak ketinggalan kalsium, fosfor, vitamin A dan B. Cincau hijau merupakan tanaman obat yang dapat dikonsumsi dalam bentuk pangan fungsional, seperti makanan pencuci mulut dan healthy snack. Secara tradisional tanaman ini digunakan sebagai obat penurun panas, obat radang lambung, menghilangkan rasa mual, hingga penurun darah tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak air cincau dapat menurunkan sel kanker. Bahkan ekstrak dari akar cincau mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Beberapa komponen yang berperan aktif dalam cincau adalah karotenoid, flavonoid, dan klorofil (Nurdin., 2016).

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan sebagai adsorben adalah jenis cincau hijau perdu (*Premna oblongifolia Merr.*) memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Kelas : Dicotyledone
Ordo : Lamiales
Famili : Verbenaceae
Genus : Premna
Spesies : *Premna oblongifolia Merr.*



Gambar 1. Daun Cincau Hijau Perdu

Selain itu, menurut Nurdin dan Suharyono (2007) komponen utama ekstrak cincau hijau yang membentuk gel adalah polisakarida pektin yang bermetoksi rendah. Pektin merupakan merupakan polimer dari asam galakturonat yang

dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Sebagian gugus karboksil pada polimer pektin mengalami esterifikasi dengan metil (metilasi) menjadi gugus metoksil.

Struktur komponen pektin juga banyak mengandung gugus aktif, maka pektin juga dapat digunakan sebagai salah satu sumber biosorben (Wong dkk., 2008). Mekanisme biosorpsi umumnya didasarkan pada interaksi kimia fisika antara ion logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan sel. Interaksi tersebut dapat berupa interaksi elektrostatik, *ion exchange* maupun pembentukan kompleks chelat. Sementara proses biosorpsi sendiri dapat dibagi dalam dua proses utama yaitu adsorpsi ion pada permukaan sel serta bioakumulasi sel adsorben (Ashraf dkk, 2010).

2.3 Logam Berat Kadmium

Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan Kadmium Oksida bila dipanaskan. Kadmium (Cd) umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor (Klorida) atau belerang (Sulfit). Kadmium membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak stabil. Cd memiliki nomor atom 40, berat atom 112,4, titik leleh $321^{\circ}C$, titik didih $767^{\circ}C$ dan memiliki masa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$ (Widowati dkk., 2008).



Gambar 2. Logam Kadmium

Kadmium sangat beracun ke ginjal dan terakumulasi dalam sel tubulus proksimal dalam konsentrasi yang lebih tinggi. Kadmium dapat menyebabkan mineralisasi tulang baik melalui kerusakan tulang atau gangguan fungsi ginjal. Studi pada manusia dan hewan telah menunjukkan bahwa osteoporosis (kerusakan tulang) adalah efek penting dari paparan kadmium bersama dengan gangguan dalam

metabolisme kalsium, pembentukan batu ginjal dan hiperkalsiuria (Arao dan Ishikawa, 2006).

Menurut Mudgal (2010), kadmium dan senyawanya sangat larut dalam air dibandingkan dengan logam lain. Bioavailabilitas mereka sangat tinggi dan karena itu cenderung terjadi bioakumulasi.

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dapat membantu dalam proses studi literatur sebagai dasar penyusunan penelitian ini. Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Serupa Terdahulu

No.	Judul	Tahun	Penulis	Hasil Penelitian
1	<i>Pemanfaatan Pektin Dari Daun Cincau Hijau (Premna Oblongifolia Merr) Sebagai Biosorben Logam Fe</i>	2018	Eva Puspita, Mohammad Idris Asyraf Ali, Siti Mutia Lingga Rhusmana	Pada kondisi optimumnya yaitu pH 7 dan waktu kontak 120 menit, 20 mg pektin dari daun cincau mampu menurunkan kadar Fe dengan daya serap 24,773 mg/g dengan % teradsorpsinya sebesar 82,57%.
2	<i>Efficiency Enhancement of Banana Peel for WasteWater Treatment through Chemical Adsorption</i>	2017	Khan A, Naqvi H.J, Afzal S, Jabeen S, Iqbal M, Riaz	Kulit pisang diaktivasi dengan asam oksalat, asam sulfat, natrium hidroksida. Hasil menunjukkan setelah dianalisis dengan metode FT-IR, natrium hidroksida lebih baik mengadsorpsi daripada dua asam lainnya.

No.	Judul	Tahun	Penulis	Hasil Penelitian
3	<i>Adsorption of Textile Dye by Activated Carbon Made from Rice Straw and Palm Oil Midrib,</i>	2018	Firdaus L, Krisnanto N, Alwi W, Ronald M, Serunting A	Kapasitas adsorpsi pewarna maksimum jerami padi dan karbon aktif pelepah kelapa sawit adalah 55,86 mg/g dan 69,44 mg/g. Dan memiliki persentase removal hingga 95%
4	<i>Adsorption Of Cu, As, Pb And Cd By Banana Trunk.</i>	2016	Nurzulaifa Shaheera, Zitty Ismail, Suhanom Mohammad Zaki, Fahmi Azis	Adsorben dari kulit pisang untuk menyerap logam Cu, As, Pb dan Cd dengan pH 6 dan 100 menit pada berat adsorben 8 gram sebesar 95.80 %, 75.40 %, 99.36 % dan 97.24%



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Waktu penelitian dimulai sejak bulan Juni 2021 – Agustus 2021

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. pH meter LT Lutron PH-2-1 (wtw)
2. Gelas beaker 1000 ml
3. Karet Hisap
4. *Stopwatch*
5. Labu Erlenmayer 100 ml
6. Neraca Analitik Ohaus Adventure Pro AV264C USA
7. Pipet Volume 10 ml
8. Pipet Volume 5 ml
9. Oven
10. *Orbital Shaker* K Model VRN-360
11. *Atomic Absorption Spectrophotometri (AAS)* (A GBC-6840) (GBC)
12. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)* (IRT racer-100) (Serial No. A217058) (Shimadzu).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*)
2. Larutan induk logam kadmium (Cd) 1000 PPM
3. Natrium Hidroksida (NaOH)
4. Asam nitrat (HNO₃)
5. Kertas saring Whatman No. 42
6. Alumunium foil
7. Aquades

3.3 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini, Cincau hijau perdu (*Premna oblingofolia Merr.*) digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bio adsorben untuk menurunkan konsentrasi logam kadmium (Cd) dalam air. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan metode *batch* menggunakan larutan standar Cd. Pengumpulan data dilakukan dengan pengujian di laboratorium dan studi literatur. Terdapat dua jenis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu primer dan sekunder. Data primer yang digunakan adaah variasi massa adsorben dan hasil pengujian karakteristik gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform InfraRed (FT-IR)*. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah hasil studi literatur mengenai kondisi optimum bagi variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi larutan logam Kadmium (Cd). Lalu untuk Pengujian kadar kadmium (Cd) mengacu kepada SNI 6989.16:2009 tentang Cara uji kadmium (Cd) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis variabel yang digunakan, yaitu variabel bebas dan variable terikat :

1. Variabel terikat:

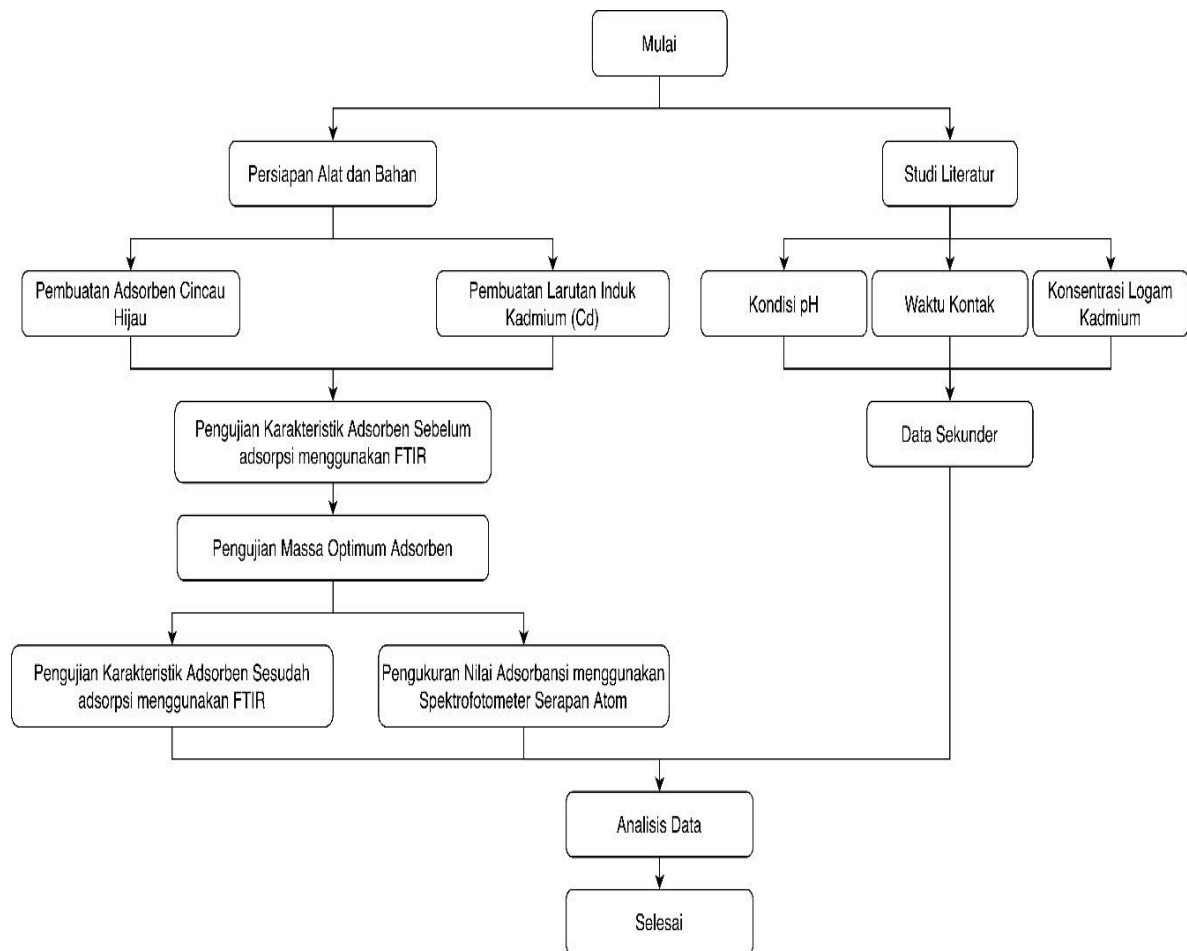
- b. Kecepatan pengadukan 100 Rpm
- c. Volume larutan sampel 50 mL

2. Variabel bebas:

- a. Variasi massa adsorben 1, 2, 3, 4, dan 5 gram
- b. Variasi pH Data Sekunder
- c. Variasi waktu kontak (Menit) Data Sekunder
- d. Variasi konsentrasi Cd (mg/L) Data Sekunder

3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian mengenai penyisihan logam kadmium (Cd) dalam air menggunakan cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr.*) sebagai bio adsorben dijelaskan dalam diagram alir berikut:



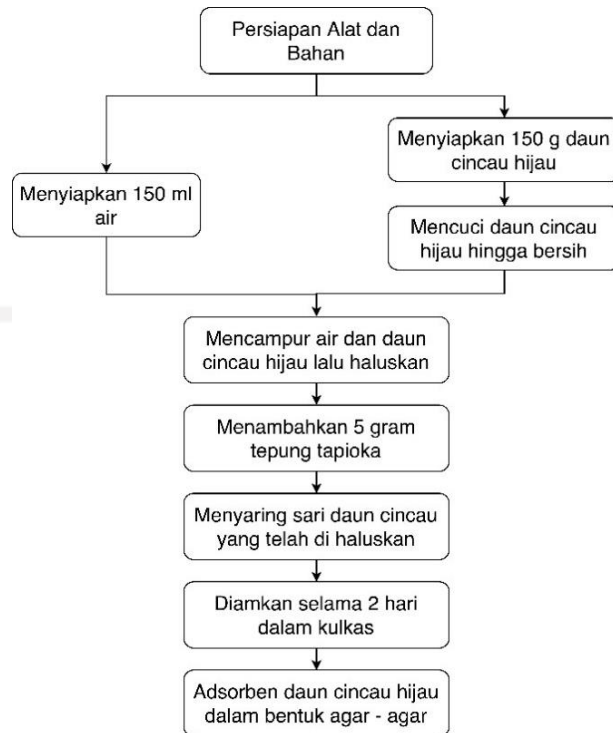
Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

3.5 Persiapan Penelitian

3.5.1 Pembuatan Adsorben

Pembuatan adsorben terdiri atas 3 bahan, yaitu air dan daun cincau hijau perdu (*Premna oblongifolia Merr.*) dan sedikit tepung tapioka. Namun kadar air yang digunakan harus disesuaikan agar komposisi cincau menjadi lebih padat dan sedikit kandungan air. Tepung tapioka sendiri berfungsi untuk membantu mempercepat proses pemadatan cincau.

Proses pembuatan adsorben dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 4. Diagram Pembuatan Adsorben

3.5.2 Pembuatan Larutan Induk Logam Kadmium

Pembuatan larutan induk logam kadmium menggunakan konsentrasi 1000 mg/L. Larutan induk logam 1000 mg/L diambil 10 ml dan dilarutkan dengan akuades ke dalam labu ukur 1000 mL hingga mencapai batas *meniscus* lalu homogenkan. Untuk membuat larutan Cd 10 mg/L, dilakukan pengenceran dengan menggunakan persamaan berikut :

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

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)

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot V_1 = 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 1000 \text{ ml}$$

$$1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot V_1 = 10.000 \text{ ml}$$

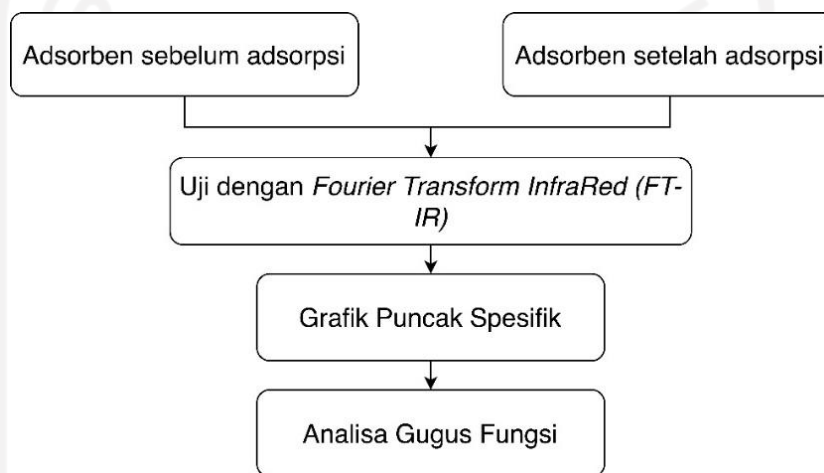
$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Pengujian Karakteristik Adsorben

Pada pengujian karakteristik adsorben dilakukan pengujian dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui karakteristik gugus fungsi adsorben.

Sebagai pembanding dalam pengujian dilakukan menggunakan 2 acuan kondisi adsorben, yaitu adsorben sebelum dikontakkan dan adsorben sesudah dikontakkan dengan larutan kadmium. Berikut adalah tahapannya:

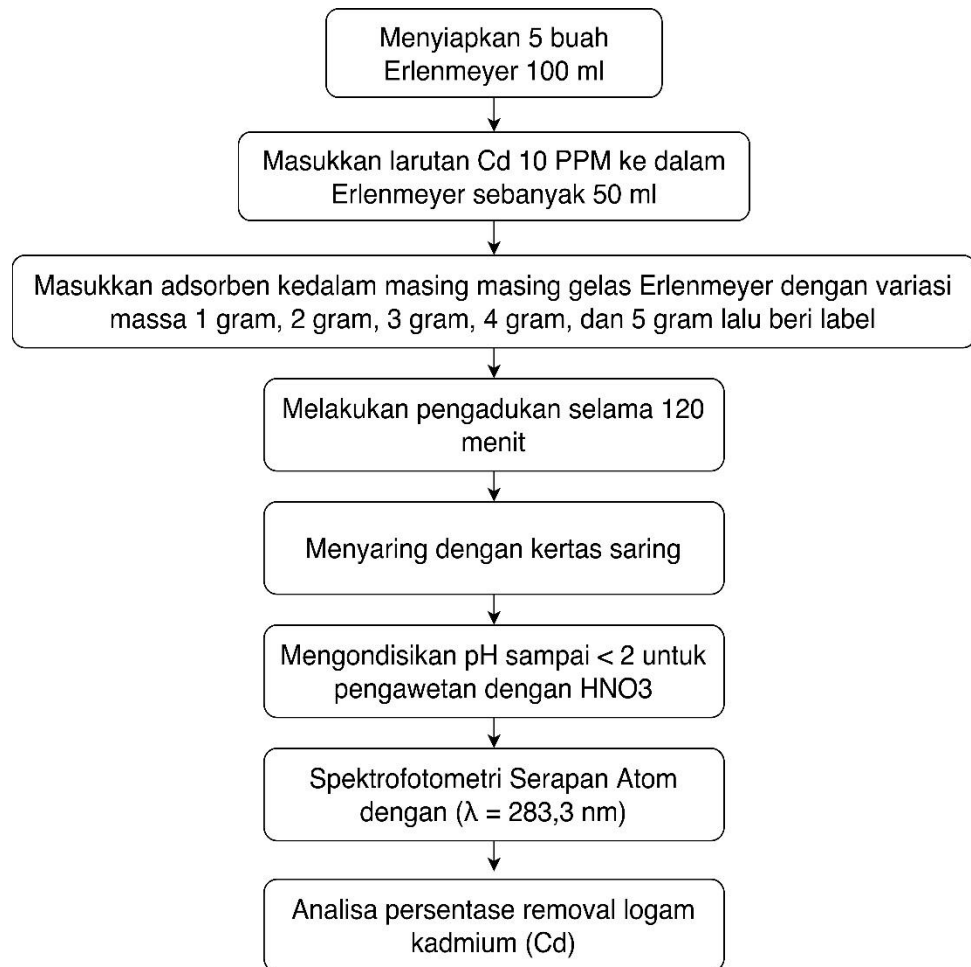


Gambar 5. Diagram Uji Karakterisasi Adsorben

3.6.2 Penentuan Massa Optimum Adsorben

Penentuan massa optimum adsorben dilakukan pada kondisi larutan logam kadmium (Cd) dalam kondisi *equilibrium* dengan penambahan larutan buffer asam dan buffer basa seperti HNO_3 dan NaOH , agar tercipta suasana pH 6-7 dan volume larutan 50 ml dengan konsentrasi kadmium 10 mg/L lalu dilakukan waktu kontak selama 120 menit dalam *Orbital Shaker*. Variasi massa adsorben yang diujikan yaitu 1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram, dan 5 gram dengan konsentrasi larutan kadmium 10 mg/L. Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring. Larutan sampel ditambahkan HNO_3 hingga pH < 2 guna pengawetan sebelum dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan (SSA). Massa optimum yang didapatkan akan digunakan sebagai parameter untuk pengujian selanjutnya.

Proses penentuan massa optimum pada adsorben daun cincau hijau dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6. Diagram Alir Penentuan Massa Optimum

3.6.3 Penentuan pH Optimum

Dalam penentuan pH optimum menggunakan data sekunder yang didapatkan melalui studi literatur berdasarkan adsorben yang memiliki karakteristik yang serupa dengan daun cincau hijau.

3.6.3 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Dalam penentuan waktu kontak optimum menggunakan data sekunder yang didapatkan melalui studi literatur berdasarkan adsorben yang memiliki karakteristik yang serupa dengan daun cincau hijau.

3.6.3 Penentuan Konsentrasi Logam Kadmium (Cd) Optimum

Dalam penentuan konsentrasi logam kadmium optimum menggunakan data sekunder yang didapatkan melalui studi literatur berdasarkan adsorben yang memiliki karakteristik yang serupa dengan daun cincau hijau.

3.7 Analisis Data

Data hasil penelitian diolah untuk mengetahui daya adsorpsi logam berat kadmium (Cd) dengan menggunakan persamaan berikut

1. Analisis Kandungan Logam Kadmium (Cd)

Untuk mengetahui persen removal dari adsorben pada larutan sampel, diperlukan analisis kandungan logam kadmium (Cd) pada sampel dengan rumus berikut :

$$\% \text{ Removal} = \frac{C_o - C_a}{C_o}$$

Keterangan :

C_o = Konsentrasi awal

C_a = Konsentrasi akhir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Adsorben

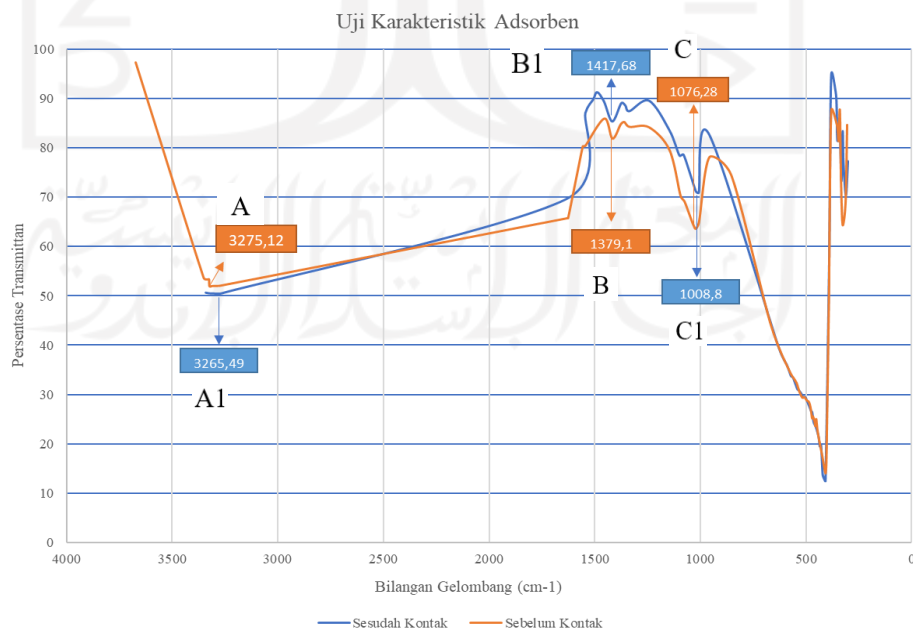
Pada pengujian karakteristik adsorben dilakukan pengujian dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

4.1.1 Fourier Transform InfraRed (FTIR)

FTIR digunakan untuk mengetahui karakteristik gugus fungsi adsorben. FTIR yang digunakan dalam pembacaan karakteristik ini adalah FTIR *IRT racer-100 Shimadzu Serial No. A217058*. Gelombang spektrum FTIR terbagi menjadi tiga yaitu *far-IR* ($<400\text{ cm}^{-1}$), *mid-IR* ($400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$), dan *near-IR* ($4000\text{-}13000\text{ cm}^{-1}$). Pada pengujian sampel ini digunakan gelombang spektrum *mid-IR* ($400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$),

Dalam menentukan gugus fungsi dilakukan dengan cara menganalisis puncak spesifik pada data yang sudah dituangkan dalam bentuk grafik. Dari grafik tersebut dapat ditemukan jenis gugus fungsional yang terdapat pada adsorben. Penentuan gugus fungsional dilakukan pada kondisi adsorben sebelum dan sesudah proses adsorpsi terjadi.

Berikut adalah hasil uji karakteristik gugus fungsi adsorben :



Gambar 7. Grafik Gugus Fungsi Adsorben

Dari hasil grafik menunjukkan bahwa pada adsorben sebelum proses adsorpsi terdapat gugus hidroksil (O-H) yang memiliki bilangan gelombang $3275,12 \text{ cm}^{-1}$, juga terdapat gugus metil (CH_3) yang memiliki bilangan gelombang $1379,1 \text{ cm}^{-1}$, dan terdapat gugus karboksil (C-O) yang memiliki bilangan gelombang $1076,28 \text{ cm}^{-1}$. Sedangkan pada adsorben setelah proses adsorpsi terdapat gugus hidroksil (O-H) yang memiliki bilangan gelombang $3265,49 \text{ cm}^{-1}$, juga terdapat gugus metil (CH_2) yang memiliki bilangan gelombang $1379,1 \text{ cm}^{-1}$, dan terdapat gugus karbonil (C=O) yang memiliki bilangan gelombang $1076,28 \text{ cm}^{-1}$. Hasil uji juga menunjukkan adanya pita serapan dari gugus N- CH_3 yang merupakan gugus yang khas pada surfaktan n-CTMABr.

Tabel 2. Gugus Fungsi pada Adsorben Sebelum Dikontakkan

Peak	Result		Functions Groups		
	Wavelength (cm^{-1})	Intensity	Wavelength (cm^{-1})	Possible Compound	
A	3275,12	52,04	3200 – 3600b	O – H	Hidroxyl
B	1379,1	84,78	1325 – 1400a	CH_3	Methyl
C	1076,28	69,10	1000 – 1300a	C = O	Carboxyl

Sumber : a). Alchaddad, 2015 b). Skoog *et al*, 1998

Tabel 3. Gugus Fungsi pada Adsorben Sesudah Dikontakkan

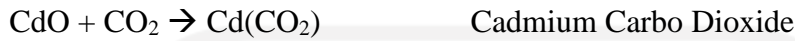
Peak	Result		Functions Groups		
	Wavelength (cm^{-1})	Intensity	Wavelength (cm^{-1})	Possible Compound	
A1	3265,49	50,54	3200 – 3600b	O – H	Hidroxyl
B2	1417,68	85,41	1400 - 1475a	CH_2	Methyl
C3	1008,77	70,78	1000 - 1300a	C – O	Carboxyl

Sumber : a). Alchaddad, 2015 b). Skoog *et al*, 1998

Dari hasil pengujian tidak terdapat perubahan gugus fungsi, hanya terjadi perubahan bilangan transmitten pada adsorben daun cincau hijau sebelum dan sesudah proses adsorpsi dimana transmitten adsorben sebelum proses adsorpsi lebih tinggi daripada sesudah proses adsorpsi. Hal tersebut terjadi karena adanya gugus fungsi yang berikatan pada adsorbat sehingga terjadi pengikisan gugus fungsi setelah proses adsorpsi terjadi.

Proses adsorpsi sendiri terjadi akibat adanya gaya tarik menarik karena gugus fungsi pada adsorben daun cincau hijau bermuatan negatif dan logam berat kadmium (Cd) yang bermuatan positif .

Berikut adalah interaksi yang terjadi dalam proses adsorpsi antara adsorben daun cincau hijau dengan logam berat kadmium (Cd), yaitu :

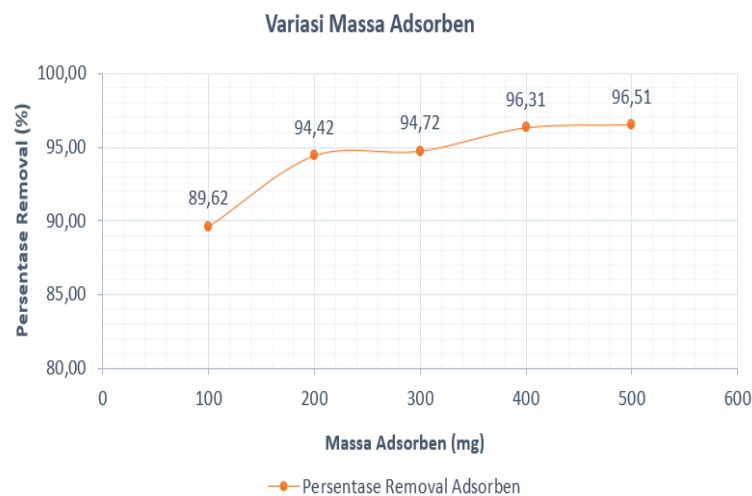


4.2 Hasil Pengujian Adsorben

4.2.1 Hasil Uji Massa Adsorben Optimum

Penentuan massa optimum adsorben dilakukan dengan variasi massa adsorben yaitu 1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram, dan 5 gram. Pengujian ini dilakukan pada kondisi larutan logam kadmium (Cd) dalam kondisi pH 6-7 dan volume larutan 50 ml dengan konsentrasi kadmium 10 mg/L lalu dilakukan waktu kontak selama 120 menit dalam *Orbital Shaker*. Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring. Larutan sampel ditambahkan HNO_3 hingga $\text{pH} < 2$ guna pengawetan sebelum dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan (SSA).

Hasil pengujian penyisihan logam kadmium (Cd) dengan variasi massa adsorben menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS) dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 8. Kapasitas Adsorpsi Variasi Massa Adsorben

Berdasarkan data di atas dapat diketahui persentase removal tertinggi dari adsorben cincau hijau terhadap logam berada pada 96,5% dengan massa 500 mg persentase removal tertendah dari adsorben cincau hijau terhadap logam berada pada 89,6% dengan massa 100 mg. Namun untuk massa optimum adsorben berada pada massa 400 mg dikarenakan setelah massa 400 gram tidak terjadi kenaikan yang signifikan karena telah memasuki kondisi jenuh sehingga penyerapan tidak maksimal. Maka dari itu, massa optimum adsorben adalah 400 gram dengan persentase removal 96,31%,

4.2.2 Hasil Uji Derajat Keasaman (pH) Optimum

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor yang sangat mempengaruhi proses adsorpsi ion logam dalam larutan, karena keberadaan ion H⁺ dalam larutan akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif (Nurhidayati, dkk. 2009). Tingkat keasaman atau pH berpengaruh pada mekanisme adsorpsi ion logam karena dapat mempengaruhi sisi aktif biomassa (Zian dkk, 2016).

Data sekunder berasal dari hasil penelitian terdahulu sebagai bahan analisis perbandingan berbagai adsorben yang memiliki karakteristik yang serupa dalam proses adsorpsi dapat dilihat pada berikut:

Tabel 4. Perbandingan Variasi pH Adsorben

Adsorben	Adsorbat	Variasi pH	pH Optimum	Persentase Removal	Referensi
Daun Cincau Hijau (Agar – Agar)	Cd ²⁺	4 – 8	-	96,31%	Hasil Uji Variasi Massa
Kulit Singkong	Cd ²⁺	2 – 8	6,1	98,70%	(Hasrianti, 2012)
Akar & Batang Kangkung Air	Cd ²⁺	1 - 8	4	94,84%	(Suhud I & Hamzah B. 2012)
Daun Matoa	Cd ²⁺	3 - 8	7	87, 55	(Dewi, M.O. 2012)
Rentang pH Optimum				4 - 7	
Rerata pH Optimum				6	

Berdasarkan tabel diatas, pH optimum berada pada rentang 4 – 7 dengan rerata pH optimum adalah 6. Hal ini menunjukkan pada rentang pH tersebut terjadi kondisi optimum dalam proses adsorpsi, dimana adsorben menyerap adsorbat secara maksimum.

4.2.3 Hasil Uji Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak berkaitan dengan laju reaksi yang dinyatakan sebagai perubahan konsentrasi terhadap waktu (Muhdarina dkk, 2010). Adsorpsi ion dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontakannya semakin lama. Pada awal waktu kontak, adsorpsi berlangsung cepat karena sisi aktif pada adsorben masih cukup banyak sehingga frekuensi terjadinya ikatan dengan molekul adsorbat cukup tinggi. Dengan bertambahnya waktu kontak, jumlah adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben semakin meningkat hingga tercapai titik setimbang (Zian dkk, 2016).

Data sekunder berasal dari hasil penelitian terdahulu sebagai bahan analisis perbandingan berbagai adsorben yang memiliki karakteristik yang serupa dalam proses adsorpsi dapat dilihat pada berikut:

Tabel 5. Perbandingan Variasi Waktu Kontak Adsorben

Adsorben	Adsorbat	Variasi Waktu Kontak	Waktu Kontak Optimum	Persentase Removal	Referensi
Daun Cincau Hijau (Agar – Agar)	Cd ²⁺	30 – 120 menit	-	96,31%	Hasil Uji Variasi Massa
Kulit Singkong	Cd ²⁺	60 – 240 menit	180 menit	98,70%	(Hasrianti, 2012)
Akar & Batang Kangkung Air	Cd ²⁺	60 menit	60 menit	94,84%	(Suhud I, Tiwow V M A, & Hamzah B. 2012)
Daun Matoa	Cd ²⁺	15 – 120 menit	120 menit	87, 55	(Dewi, M.O. 2012)
Rentang Waktu Kontak Optimum				60 – 180 menit	
Rerata Waktu Kontak Optimum				120 menit	

Berdasarkan tabel diatas, waktu kontak optimum berada pada rentang 60 – 180 menit dengan rerata waktu kontak optimum adalah 120 menit. Hal ini menjelaskan bahwa waktu untuk mencapai keadaan setimbang pada proses serapan logam oleh adsorben berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam (Khasanah, 2009). Hal ini juga menunjukkan pada rentang waktu kontak tersebut terjadi kondisi optimum dalam proses adsorpsi, dimana adsorben menyerap adsorbat secara maksimum.

4.2.4 Hasil Uji Konsentrasi Optimum

Pengujian dilakukan untuk mengetahui konsentrasi kadmium (Cd) optimum yang dapat diadsorpsi oleh adsorben cincau hijau. Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben. Jika adsorben sudah mencapai batasnya maka akan membuat ikatan antar partikel adsorben dan adsorbat terlepas (Isna S, Mayang A, & Hetty A. Kartini, 2011).

Data sekunder berasal dari hasil penelitian terdahulu sebagai bahan analisis perbandingan berbagai adsorben yang memiliki karakteristik yang serupa dalam proses adsorpsi dapat dilihat pada berikut:

Tabel 6. Perbandingan Variasi Konsentrasi Logam Kadmium

Adsorben	Adsorbat	Variasi Konsentrasi Logam	Konsentrasi Logam Optimum	Persentase Removal	Referensi
Daun Cincau Hijau (Agar – Agar)	Cd ²⁺	-	-	96,31%	Hasil Uji Variasi Massa
Kulit Singkong	Cd ²⁺	20 – 160 ppm	160 ppm	98,70%	(Hasrianti, 2012)
Akar & Batang Kangkung Air	Cd ²⁺	100 – 600 ppm	600 ppm	94,84%	(Suhud I, Tiwow V M A, & Hamzah B. 2012)
Daun Matoa	Cd ²⁺	50 – 400 ppm	400 ppm	87, 55	(Dewi, M.O. 2012)

Berdasarkan tabel diatas, konsentrasi logam kadmium optimum berada pada rentang 160 – 600 ppm dan rata – rata konsentrasi logam adalah 386 ppm. Hal ini menunjukkan pada rentang konsentrasi logam kadmium tersebut terjadi kondisi optimum dalam proses adsorpsi.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukannya pengujian, maka didapatkanlah kesimpulan berupa :

1. Gugus fungsi yang terdapat pada adsorben daun cincau hijau adalah gugus fungsi karboksil (C-O), Metil (C-H) dan Hidroksil (O-H) yang dapat mengikat logam kadmium (Cd).
2. Kondisi optimum pada variasi massa adalah 400 mg dengan tingkat persentase removal sebesar 96,3%.
3. Berdasarkan Studi Literatur mengenai adsorben yang memiliki karakteristik gugus fungsi yang serupa, didapatkan bahwa kondisi pH optimum berada pada rentang 4-7, kondisi waktu kontak optimum berada pada rentang 60-120 menit, dan kondisi konsentrasi kadmium (Cd) optimum berada pada rentang 160 – 600 ppm.
4. Kapasitas penyisihan oleh adsorben daun cincau hijau terhadap logam Cd berdasarkan massa optimum adalah 96,3%. Sedangkan persentase penyisihan oleh adsorben yang memiliki karakteristik yang serupa pada penelitian terdahulu berada pada rentang 87,55% – 98,7%.

1.2 Saran

Berikut adalah saran yang penulis sampaikan untuk peneliti atau pengujian selanjutnya :

1. Pada penelitian ini, adsorben cincau yang digunakan adalah berbentuk agar agar. Jadi masih terdapat kemungkinan perbedaan persentase removal jika menggunakan adsorben cincau berbentuk lain seperti powder dan fiber. Hal ini dikarenakan setiap bentuk memiliki luas permukaan yang berbeda, dimana semakin luas permukaan maka semakin besar pula daya serap nya terhadap suatu zat.
2. Melakukan karaktersisasi adsorben terhadap struktur morfologi permukaan adsorben menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

3. Masih terdapat potensi dalam penyisihan logam berat lain dengan menggunakan adsorben daun cincau hijau.
4. Melakukan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan adsorben cincau hijau mengenai variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi terhadap persentase penyisihan.
5. Implementasi di lapangan perlu disesuaikan dengan kompleksitas polutan yang terkandung dalam air limbah dikarenakan pada penelitian ini hanya menggunakan larutan logam cadmium (Cd) sintesis, sehingga perlu penelitian lebih lanjut dalam hal daya serap terhadap logam atau zat lain agar efektif dalam penerapan dilapangan.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi Z., Alikarami M., Nezhad E.R., Moradi F., & Moradi V., 2013. *Adsorptive Removal Of Co²⁺ And Ni²⁺ By Peels Of Banana From Aqueous Solution*. Universal Journal Of Chemistry, Volume 1(3): 90–95
- Alchaddad M., Siadi K., & Supartono. 2015. *Transesterifikasi Etil P Metoksisinamat Hasil Isolasi Rimpang Kencur Dengan Vitamin C Terkatalis Lipase*. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Arao T., & Ishikawa S. 2006. *Review: Genotypic Differences In Cadmium Concentration And Distribution Of Soybean And Rice*. JARQ, Volume 40(1): 2130.
- Ashraf M.A, Maah M.J, & Yusoff I., 2010, *Study of Banana peel (Musa sapientum) as Cationic Biosorben*. American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci 8(1): 7-17
- Budiman H, & Zuas O. 2014. *Adsorption Isotherm Studies on Acid Orange-10 Dye Removal Using Cerium Dioxide Nanoparticles*. Indo. J. Chem. 14(3): 226-232
- Dewi M.O. 2012. *Pemanfaatan Daun Matoa (Pometia Pinnata) Sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium (Cd) Dalam Air Menggunakan Aktifator Asam Sitrat (C₆H₇O₈)*. D.I Yogyakarta : UII
- Febrianto R. 2017. *Pengolahan Air Menggunakan Adsorben Magnetik Kitosan*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Firdaus L, Krisnanto N, Alwi W, Ronald M, & Serunting A. 2018. *Adsorption Of Textile Dye By Activated Carbon Made From Rice Straw And Palm Oil Midrib*. Aceh Int. J. Science Technology Volume 6(1): 1-7

- Handayani M. 2009. *Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (Vi) Oleh Zeolit*. Tangerang : Pusat Penelitian Metalurgi – Lipi
- Hasrianti. 2012. *Adsorpsi Ion Cd²⁺ Dan Cr⁶⁺ Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong*. Makassar : Universitas Hasanuddin
- Isna S, Mayang A, & Hetty A. Kartini, 2011. *Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif*. Info Teknik, Volume 12 No. 1 : 14
- Joseph B. L, et al. 1987. *Introduction To Organic Spectroscopy*. Macmillan Pubt : N.Y
- Khan A, Naqvi H.J, Afzal S, Jabeen S, Iqbal M, & Riaz I. 2017. *Efficiency Enhancement Of Banana Peel For Waste Water Treatment Through Chemical Adsorption. Proceedings Of The Pakistan Academy Of Sciences. A. Physical And Computational Sciences. Volume 54 (3): 329-335*
- Khasanah, N. 2009. *Adsorpsi Logam Berat*. Universitas Sumatera Utara Medan. Jurnal Oseana, 34 (4), 1-7
- Kurniawan, A. 2006. *Fermentabilitas Fraksi Komponen Pembentuk Gel Dari CincauPohon (Premna Oblongifolia Merr.) Yang Diekstrak Dengan Berbagai Konsentrasi Asam Sitrat*. Bandar Lampung : Universitas Lampung
- Mudgal, V. 2010. *Effect Of Toxic Metals On Human Health*. Open Nutraceuticals Volume 3: 94–99.
- Mufrodi Z, Widiastuti N, & Kardika R C, 2008. *Adsorpsi Zat Warna Tekstil Dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Untuk Variasi Massa Adsorben Dan Suhu Operasi*. Prosiding Seminar Nasional Tekno in. Bidang Teknik Kimia dan Tekstil : 90-93

- Muhdarina, Mohammad, A.W., & Muchtar, A. 2010. *Prospektif lempung Alam Cengar sebagai Adsorben Polutan Anorganik di dalam Air: Kajian Kinetika Adsorpsi Kation Co (II)*. Reaktor 13, 81–88.
- Nurdin, A. F. 2016. *Pengolahan Cincou Hitam (Mesona Palustris B.) Menggunakan Ekstraksi Uap Bertekanan Dan Uji Aktivitas Antioksidan*. Depok : Universitas Pendidikan Indonesia
- Nurdin S.U., & Suharyono, A.S. 2007. *Karakteristik Fungsional Polisakarida Pembentuk Gel Daun Cincou Hijau (Premna Oblongifolia Merr.)*. Lampung : Politeknik Negeri Lampung
- Nurhidayati, P., Megayulia, N., Arini, P., & Noer, K. (2009). *Kajian Biosorpsi Al(III) Dalam Larutan Oleh Biomassa Batang Pisang (Musa Paradisiaca) Yang Terimmobilkan Pada Abu Layang Batubara*. Sains dan Terapan Kimia. 2(1), 73–84.
- Nwodika, C., & Onukwuli, O., 2014. *Adsorption Study Of Kinetics And Equilibrium Of Basic Dye On Kola Nut Pod Carbon*. Gu J Sc 30(4) : 86-102
- Palar, H. 2008. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Pitojo, S., & Zumiyati. 2005. *Cincou : Cara Pembuatan Dan Variasi Olahannya*. Tangerang : PT. Agro Media Pustaka.
- Puspita, E., Idris, M., & Rhusmana, L. 2018. *Pemanfaatan Pektin Dari Daun Cincou Hijau (Premna Oblongifolia Merr.) Sebagai Biosorben Logam Fe*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung
- Pratiwi, R., & Prinajati, D.P.S. 2018. *Adsorption For Lead Removal By Chitosan From Shrimp Shells*. Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology. 2(1) : 35-46

- Pratiwi, Y. 2020. *Dampak Pencemaran Logam Berat (Kadmium, Kadmium, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia*. Bandung : Departemen Perikanan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran
- Reyra A., Daud S., & Yenti S. 2017. *Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut*. Riau : Universitas Riau
- Shaheera N., Ismail Z., Zaki S. M., & Azis F. 2016. *Adsorption Of Cu, As, Pb And Cd By Banana Trunk*. Selangor : Universitas Teknologi MARA Malaysia
- Skoog, A. D., Holler J. F., & Crouch R. S. 1998. *Principle of Instrumental Analysis*. Standford : Universitas Standford
- Suhud I, Tiwow V M A, & Hamzah B. 2012. *Adsorpsi Ion Kadmium(Ii) Dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar Dan Batang Kangkung Air (Ipomoea aquatica Forks)*. Palu : Universitas Tadaluko
- Susana, T. 2003. *Air Sebagai Sumber Kehidupan*. Jurnal Oseana, Volume 28(3): 7 -25
- Qian, Y. (2009). *Heavy Metal-Regulated Gene Expression*. In K. Ramos (Ed). *Comprehensive Toxicology*. Cellular And Molecular Toxicology Elsevier. Volume 2(3): 52
- Vilardi, G., Dipalma ,L., and Verdone, N. 2017. *Heavy Metals Adsorption By Banana Peels Micro-Powder: Equilibriummodeling By Non-Linear Models*. Elsevier : Chinese Journal Of Chemical Engineering.
- Widowati, W., dan Sastiono, A. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran*, Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Wijayanto S.E., & Bayuseno A.P, 2014. *Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi*

Berdasarkan Pengujian : Mikrografi Dan Kekerasan. Semarang :
Universitas Diponegoro

Wong, W.W., Abbas F.M.A., Liong, M.T., and Azhar, M.E., 2008, *Modification Of Durian Rind Pectin For Improving Biosorbent Ability*, International Food Research Journal 15(3) : 363-365

Zian, Ulfin I, & Harmami. 2016. *Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi Remazol Violet 5R Menggunakan Adsorben Nata de Coco.* Surabaya : Institut Teknologi Surabaya





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan

1. Perhitungan Pengenceran Larutan Induk Kadmium 1000 mg/l

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

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)

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot V_1 = 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 1000 \text{ ml}$$

$$1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot V_1 = 10.000 \text{ ml}$$

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

2. Perhitungan Persentase (%) Removal

Variasi Massa					
Massa (mg)	Konsentrasi (mg/L)		Konsentrasi Cd Terserap (mg/L)	Persentase Removal (%)	Kapasitas Adsorpsi (mg/gr)
	Awal	Akhir			
100	9,06	0,94	8,120	89,6	4,06
200	9,06	0,506	8,554	94,4	2,1385
300	9,06	0,478	8,582	94,7	1,4303
400	9,06	0,334	8,726	96,3	1,0908
500	9,06	0,316	8,744	96,5	0,8744
Blanko	9,06	5,215	3,845		

$$\% \text{ Removal} = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan :

C_0 = Konsentrasi awal (ppm)

C_a = Konsentrasi setelah diserap (ppm)

- Massa 1 Gram

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal Adsorben Cincin Hijau} &= \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{9,06 - 0,94}{9,06} \times 100\% \\ &= 0,896 \times 100\% = 89,6\% \end{aligned}$$

- Massa 2 Gram

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal Adsorben Cincin Hijau} &= \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{9,06 - 0,506}{9,06} \times 100\% \\ &= 0,944 \times 100\% = 94,4\% \end{aligned}$$

- Massa 3 Gram

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal Adsorben Cincin Hijau} &= \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{9,06 - 0,478}{9,06} \times 100\% \\ &= 0,947 \times 100\% = 94,7\% \end{aligned}$$

- Massa 4 Gram

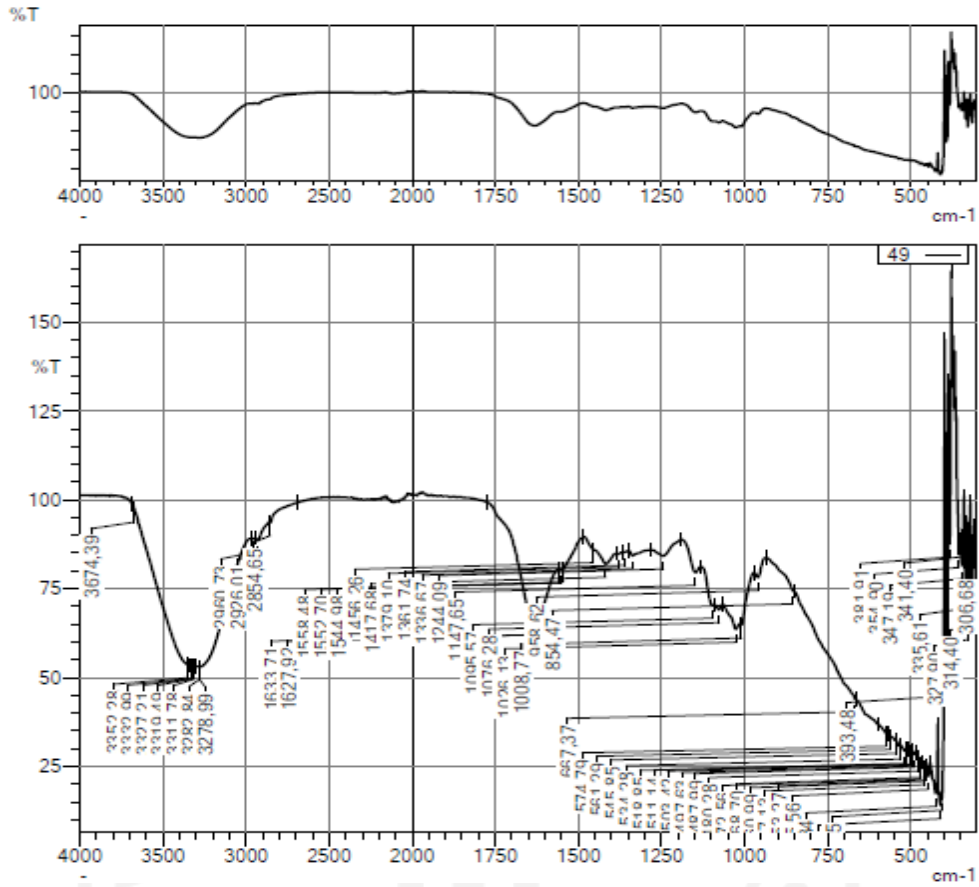
$$\begin{aligned} \% \text{ Removal Adsorben Cincin Hijau} &= \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{9,06 - 0,334}{9,06} \times 100\% \\ &= 0,963 \times 100\% = 96,3\% \end{aligned}$$

- Massa 5 Gram

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal Adsorben Cincin Hijau} &= \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{9,06 - 0,316}{9,06} \times 100\% \\ &= 0,965 \times 100\% = 96,5\% \end{aligned}$$

Lampiran 2. Hasil Uji FT-IR

a. Grafik FTIR adsorben sebelum dikontakkan



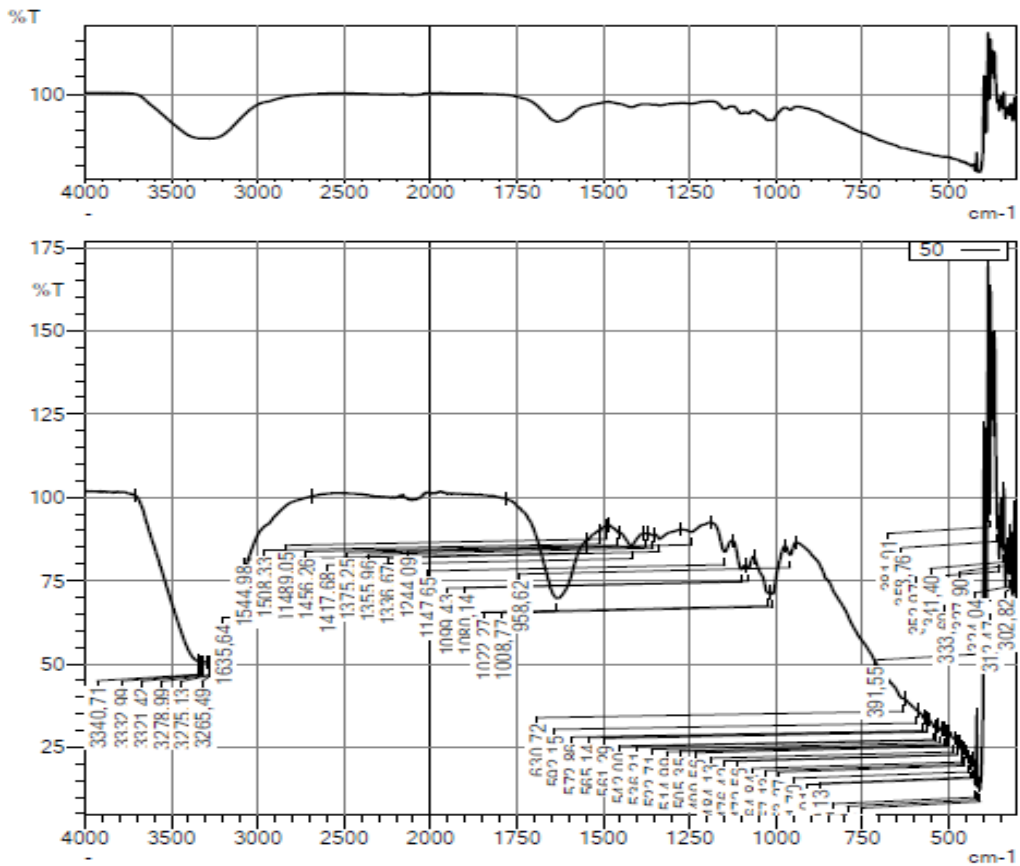
Tabel Puncak Spesifik adsorben sebelum dikontakkan

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

No	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
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	2854,65	93,61	0,27	2860,43	2692,63	438,177	-154,406
49	2926,01	88,70	1,63	2945,30	2864,29	731,798	42,114
50	2960,73	88,89	0,26	2972,31	2945,30	295,368	2,965
51	3278,99	53,01	0,02	3280,92	3277,06	181,218	0,033
52	3282,84	53,01	0,04	3300,20	3280,92	904,830	0,600
53	3311,78	53,26	0,04	3315,63	3309,85	270,287	0,111
54	3319,49	53,30	0,05	3323,35	3315,63	360,100	0,257
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



b. Grafik FTIR adsorben sesudah dikontakkan



Tabel Puncak Spesifik adsorben setelah dikontakkan

No	Peak	Intensity	Corr Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	302,82	77,35	5,36	308,61	300,90	99,333	1,883
2	312,47	70,46	23,85	320,18	308,61	223,816	144,337
3	324,04	77,02	9,20	325,97	320,18	103,412	28,547
4	327,90	83,38	1,85	329,83	325,97	60,551	3,569
5	333,69	73,28	19,30	339,47	329,83	175,519	120,017
6	341,40	84,33	17,36	349,12	339,47	101,740	105,221
7	352,97	81,56	13,27	356,83	349,12	87,343	47,425
8	358,76	90,58	12,22	366,48	356,83	-82,281	108,121
9	381,91	94,88	70,57	385,76	378,05	-220,738	284,230
10	391,55	56,88	88,20	397,34	385,76	123,352	645,167
11	408,91	12,46	28,24	412,77	397,34	1060,485	558,348
12	416,62	13,01	14,64	418,55	412,77	479,955	41,466
13	422,41	13,75	15,49	428,20	418,55	780,485	85,355
14	430,13	19,83	1,18	433,98	428,20	461,275	3,267
15	435,91	19,45	1,53	439,77	433,98	461,068	5,564
16	441,70	21,41	1,05	451,34	439,77	900,496	9,116
17	453,27	23,24	0,92	455,20	451,34	294,346	1,774
18	457,13	23,66	1,00	460,99	455,20	439,149	3,521
19	464,84	24,36	1,22	470,63	460,99	721,277	5,325
20	472,56	26,47	0,17	474,49	470,63	283,337	0,324
21	476,42	26,56	0,33	482,20	474,49	563,070	1,124
22	484,13	27,42	0,52	497,63	482,20	1106,399	4,594
23	499,56	29,03	0,48	503,42	497,63	409,394	1,621
24	505,35	29,51	0,33	509,21	503,42	406,749	1,581
25	514,99	29,42	1,02	520,78	509,21	811,033	6,071

No	Peak	Intensity	Corr Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
26	522,71	30,13	0,53	532,35	520,78	801,989	3,009
27	536,21	30,91	0,37	540,07	532,35	531,719	1,469
28	542,00	31,07	0,31	557,43	540,07	1176,101	0,435
29	561,29	33,31	0,24	563,21	557,43	385,391	0,656
30	565,14	33,56	0,12	570,93	563,21	511,330	0,287
31	572,86	33,79	0,34	590,22	570,93	1254,016	0,239
32	592,15	36,04	0,21	628,79	590,22	2401,749	3,676
33	630,72	39,56	0,33	941,26	628,79	11386,996	-156,535
34	958,62	82,69	3,22	974,05	941,26	507,142	46,466
35	1008,77	70,98	3,00	1016,49	974,05	942,697	26,715
36	1022,27	71,23	1,50	1064,71	1016,49	1147,039	28,939
37	1080,14	78,63	1,81	1087,85	1064,71	462,851	20,153
38	1099,43	78,45	3,35	1126,43	1087,85	698,928	53,864
39	1147,65	83,63	5,20	1190,08	1126,43	764,292	111,519
40	1244,09	89,61	1,54	1274,95	1190,08	778,771	51,929
41	1336,67	87,50	1,61	1350,17	1274,95	820,698	38,833
42	1355,96	88,63	0,31	1371,39	1350,17	236,162	3,186
43	1375,25	89,10	0,09	1382,96	1371,39	125,562	0,491
44	1417,68	85,41	3,93	1452,40	1382,96	863,573	123,791
45	1456,26	89,38	0,40	1483,26	1452,40	292,291	1,621
46	1489,05	91,33	0,22	1492,90	1483,26	82,149	0,784
47	1508,33	89,82	0,53	1512,19	1492,90	179,247	1,168
48	1544,98	87,12	0,18	1546,91	1512,19	393,851	-1,966
49	1635,64	69,64	22,24	1778,37	1546,91	3640,450	2095,712
50	3265,49	50,54	0,36	3269,34	2682,98	10066,384	-4307,138
51	3275,13	50,46	0,04	3277,06	3269,34	381,832	0,120
52	3278,99	50,46	0,03	3288,63	3277,06	572,862	0,199
53	3321,42	50,53	0,04	3331,07	3319,49	572,131	0,303
54	3332,99	50,60	0,03	3338,78	3331,07	380,904	0,136
55	3340,71	50,67	0,28	3709,11	3338,78	9829,638	800,581



Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Penimbangan Daun Cincau



Pengukuran Air yang digunakan



Penghalusan Daun Cincau



Penimbangan Tepung Tapioka



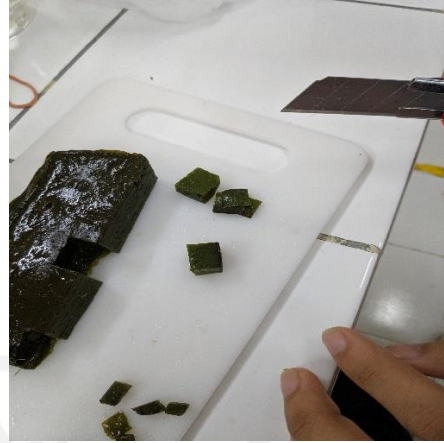
Pemberian Tapioka pada Cincau



Penyaringan sari cincau dengan ampasnya



Adsorben berbentuk agar agar



Pemotongan adsorben



Penimbangan adsorben



Test pH larutan



Penyaringan Larutan Cd



Variasi massa adsorben



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Rizqi Satya Nugraha atau yang akrab dipanggil Iqi lahir di Kota Serang, Provinsi Banten pada hari senin, tepatnya tanggal 22 Desember 1997. Penulis merupakan anak bungsu dari dua bersaudara dari pasangan Sokat Ajenar dan Almh. Trikorawati.

Pada tahun 2004 penulis menempuh Pendidikan dasar di SD Negeri 4 Kota Cilegon hingga lulus pada tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Kramatwatu pada tahun 2010-2013 dan melanjutkan kembali Pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Kramatwatu pada tahun 2013-2016. Pada tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Politeknik Citra Widya Edukasi, Bekasi namun pada 2017 penulis memutuskan untuk pindah dan mengambil program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta melalui jalur masuk CBT (*Computer Based Test*).

Pada saat berkuliah, penulis aktif dalam berorganisasi dengan tergabung dalam Lembaga Eksekutif Mahasiswa dan serangkaian kepanitiaan acara jurusan. Penulis juga pernah melakukan Kerja Praktek di Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta pada 1 Maret 2021 – 1 April 2021. Lalu pada 18 Oktober – 15 November 2021 penulis bekerja sebagai Quality Control pada project New Cyclone & Refractory Lining di PT. Sentra Usahatama Jaya, Kota Cilegon – Provinsi Banten.