TA/TL/2025/1968

TUGAS AKHIR

KEMAMPUAN ADSORBEN CINCAU HIJAU UNTUK MENGADSORPSI LOGAM TEMBAGA (Cu)

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

ALDY DWI PUTRA

19513100

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

2025

TUGAS AKHIR

KEMAMPUAN ADSORBEN CINCAU HIJAU UNTUK MENGADSORPSI LOGAM TEMBAGA (Cu)

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

ALDY DWI PUTRA
19513100

Disetujui ,
Dosen Pembimbing:

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.
NIK. 025100406
Tanggal: 23-1-2025

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal: 23/1 - 2025

HALAMAN PENGESAHAN

KEMAMPUAN ADSORBEN CINCAU HIJAU UNTUK MENGADSORPSI LOGAM TEMBAGA (Cu)

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Senin
Tanggal: 17 - 02 - 2025

Disusun Oleh:

Aldy Dwi Putra
19513100

Tim Penguji:

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D. ( ) 17/2/2025

Hudori, S.T., M.T., Ph.D. ( ) 18/2'25

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D. ( ) 17/2/2025

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* computer 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 sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Yogyakarta, 18 Januari 2025

Yang membuat pernyataan,

Aldy Dwi Putra

NIM: 19513100

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan yang berjudul **Kemampuan Adsorben Cincau Hijau untuk Mengadsorpsi Logam Tembaga (Cu)**.

Dalam penyusunan tugas akhir ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual, sehingga perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kekuatan dan energi sehingga dapat menjalani dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan proposal hingga laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Hudori, S.T., M.T., Ph.d. selaku dosen penguji 2 dan Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji 3 yang telah menguji, membimbing, memberi saran maupun arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Kedua orangtua dan keluarga yang senantiasa tak pernah Lelah untuk memberi doa dan kasih sayangnya baik moral, materil maupun spiritual.
5. Ibu Any Juliani, S.T., M.SC. (Res.Eng). Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
6. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia khususnya Angkatan 2019 yang telah mendukung selama perkuliahan baik akademis maupun non akademis.
7. Teman-teman seperjuangan dari semasa sekolah hingga saat ini yang telah mendukung selama perkuliahan baik akademis maupun non akademis.
8. Pasangan terkasih, yang selalu memberi semangat dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung.
9. Pihak-pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal hingga tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak.

Yogyakarta, 18 Januari 2025

Aldy Dwi Putra

ABSTRAK

ALDY DWI PUTRA. "Kemampuan Adsorben Cincau Hijau Untuk Mengadsorpsi Logam Tembaga (Cu)". Dibimbing oleh Eko Siswoyo S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

Logam tembaga (Cu) merupakan salah satu logam yang diproduksi secara industri. Apabila dalam konsentrasi tinggi, logam Cu akan menjadi racun bagi makhluk hidup. Metode adsorpsi merupakan metode yang efektif untuk penyisihan logam berat pada air. Adsorpsi merupakan proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap sehingga bahan akan masuk dan akan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben cincau hijau untuk mengadsorpsi logam berat tembaga (Cu). Proses adsorpsi dilakukan dengan pengujian variasi massa optimum, pH optimum, waktu kontak optimum, konsentrasi optimum, dan uji kemampuan adsorben. Pada pengujian dilakukan analisis dengan menggunakan FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi, SEM untuk mengetahui struktur morfologi adsorben sebelum dan sesudah proses adsorpsi, AAS untuk menganalisa dan menentukan konsentrasi dari larutan. Dari hasil penelitian menunjukkan kemampuan daya serap optimum dari adsorben cincau hijau pada massa 5 gram, pH larutan 7, waktu kontak 120 menit, dan konsentrasi optimum 10 mg/l. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa cincau hijau dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan logam berat tembaga (Cu) dalam air.

Kata kunci: Adsorpsi, Cincau Hijau, Logam Berat Tembaga (Cu)

ABSTRACT

ALDY DWI PUTRA. "The Ability of Green Grass Jelly Adsorbent to Adsorb Copper Metal (Cu). Supervised by Eko Siswoyo S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

Copper metal (Cu) is one of the metals that is produced industrially. When in high concentrations, Cu metal will be toxic to living creatures. The adsorption method is an effective method for the removal of heavy metals in water. Adsorption is the process of coagulation of dissolved substances in a solution by the surface of an absorbent substance so that the substance will enter and will accumulate in an absorbent. This study aims to determine the ability of green grass jelly adsorbents to adsorb heavy metals copper (Cu). The adsorption process is carried out by testing the variation of optimum mass, optimum pH, optimum contact time, optimum concentration, and adsorbent ability test. In the test, analysis was carried out using FTIR to identify functional groups, SEM to determine the morphological structure of adsorbents before and after the adsorption process, AAS to analyze and determine the concentration of the solution. The results of the study showed the optimal absorption ability of green grass jelly adsorbent at a mass of 5 grams, a solution pH of 7, a contact time of 120 minutes, and an optimum concentration of 10 mg/l. The results of the study show that green grass jelly can be used as adsorbents to remove heavy metal copper (Cu) in water.

Keyword: Adsorption, Copper Heavy Metal (Cu), Green Grass Jelly

DAFTAR ISI

PRAKATA v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian 2
1.4. Ruang Lingkup 3
1.5. Manfaat Penelitian 3
1.6. Kerangka Berpikir 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Adsorpsi 5
2.2. Logam Berat Tembaga (Cu) 6
2.3. Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) 6
2.4. *Scanning Electron Microscope* (SEM) 7
2.5. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) 8
2.6. *Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)* 8
2.7. Penelitian Terdahulu Penggunaan Biosorben 8
BAB III METODE PENELITIAN 10
3.1. Lokasi Penelitian 10
3.2. Alat dan Bahan 10
3.3. Metode Penelitan 11
3.4. Pelaksanaan Penelitian 12
3.4.1. Pembuatan Adsorben dari Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr*) 12
3.4.2. Pembuatan Larutan Logam Tembaga (Cu) 13
3.4.3. Karakterisasi Adsorben 13
3.4.4. Pengujian Daya Serap Adsorben 13
3.4.5. Menentukan Massa Adsorben Optimum 13

3.4.6. Menentukan pH Larutan Optimum 13
3.4.7. Menentukan Waktu Kontak Optimum 14
3.4.8. Menentukan Konsentrasi Optimum 14
3.5. Analisis Data 14
3.5.1. Efisiensi Penyisihan 14
3.5.2. Isoterm Adsorpsi 15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 16
4.1. Penjelasan Umum 16
4.2. Karakteristik Adsorben 17
4.2.1. Morfologi Permukaan Adsorben 17
4.2.2. Identifikasi Gugus Fungsi 18
4.3. Hasil Uji Kemampuan Adsorpsi 20
4.3.1. Variasi Massa Adsorben 21
4.3.2. Variasi pH Larutan 22
4.3.3. Variasi Waktu Kontak 24
4.3.4. Variasi Konsentrasi Larutan 26
4.3.5. Model Isoterm Adsorpsi 27
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 30
5.1. Simpulan 30
5.2. Saran 30
DAFTAR PUSTAKA 31
LAMPIRAN 36
RIWAYAT HIDUP 44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu.....9
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....11
Tabel 4.1 Data Pengaruh Variasi Massa Terhadap Penyisihan Logam Tembaga 21
Tabel 4.2 Data Pengaruh Variasi pH Terhadap Penyisihan Logam Tembaga.....23
Tabel 4.3 Data Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Logam Tembaga 24
Tabel 4.4 Data Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Terhadap Penyisihan Logam Tembaga 26
Tabel 4.5 Perbandingan Nilai R^2 pada Model Isoterm Langmuir dan Frendlich 28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bagan Kerangka Berpikir Penelitian.....4
Gambar 2.1 Struktur kimia pektin (Sumber : Puspita dkk, 2018).....7
Gambar 3.1 Diagram Penelitian.....12
Gambar 3.2 Diagram Pembuatan Adsorben 12
Gambar 4.1 Struktur Morfologi (a) Adsorben Cincau Hijau Sebelum Pengujian (b) Adsorben Cincau Hijau Setelah Pengujian.....17
Gambar 4.2 Hasil Uji FTIR Cincau Hijau Sebelum Pengujian 18
Gambar 4.3 Hasil Uji FTIR Cincau Hijau yang Dikeringkan.....19
Gambar 4.4 Hasil Uji FTIR Daun Cincau.....19
Gambar 4.5 Hasil Uji FTIR Cincau Hijau Setelah Pengujian.....20
Gambar 4.6 Hasil Uji Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penurunan Cu 21
Gambar 4.7 Hasil Uji Pengaruh pH Terhadap Penurunan Cu 23
Gambar 4.8 Hasil Uji Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan Cu.....25
Gambar 4.9 Hasil Uji Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Penurunan Cu.....26
Gambar 4.10 Grafik Model Isoterm Langmuir.....28
Gambar 4.11 Grafik Model Isoterm Freundlich 29

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I 36
LAMPIRAN II 40
LAMPIRAN III 42

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang penting bagi semua makhluk hidup Saat ini, masalah utama sumber daya air adalah kualitas air untuk kebutuhan domestik berkurang sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai air minum yang sehat karena tidak memenuhi kebutuhan dan kuantitas air. Kasus ini dipengaruhi oleh kegiatan industri, domestik dan lainnya (Effendi, 2003).

Logam berat yang mencemari lingkungan, termasuk udara, air dan tanah berasal dari proses alam dan kegiatan industri. Dari sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibagi menjadi dua kategori, pertama adalah logam berat esensial, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu diperlukan untuk organisme hidup, tetapi dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan efek toksik. Contoh logam berat tersebut adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dll. Kedua logam berat non esensial atau toksik yang keberadaannya di dalam tubuh tidak diketahui atau bahkan bersifat toksik, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan jenis lainnya. Logam berat ini dapat mempengaruhi kesehatan manusia.

Pencemaran limbah logam berat dalam air merupakan masalah lingkungan yang penting saat ini. Pencemaran logam berat berasal dari berbagai sumber toksik yang dapat meracuni tubuh manusia dan merusak lingkungan. Menurut KEMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tanggal 19 April 2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kadar Cu yang diperbolehkan hanya 2 mg/l. Pada air rumah tangga yang telah tercemar limbah cair, tentunya kandungan logam yang terkandung melebihi ambang batas yang ditentukan KEMENKES RI No. 492/ Menkes / PER /IV/2010.

Cu merupakan unsur mikro yang dibutuhkan oleh organisme hidup, tetapi hanya dalam jumlah kecil. Keberadaan Cu di perairan dapat muncul dari kawasan industri di sekitar perairan tersebut. Logam ini secara terus menerus diserap oleh biota air apabila keberadaannya selalu ada di perairan. Hal ini terutama berlaku untuk biota air dengan mobilitas rendah seperti kerang (Cahyani dkk, 2012). Sumber alami logam berat Cu adalah dari pengikisan (erosi) dari batuan mineral dan debu-debu yang mengandung partikulat Cu di udara sedangkan sumber aktivitas manusia adalah industri, galangan kapal dan rumah tangga (Palar, 2012). Salah satu sumber

logam berat Cu yang berasal dari kegiatan rumah tangga adalah limbah dari cairan pembersih lantai yang mengandung CuO (Yanthy dkk, 2013).

Kandungan logam berat di atas baku mutu dapat menyebabkan kerusakan pada organ tubuh manusia seperti tulang, otak, hati dan ginjal (Palar, 2012). Konsentrasi Cu yang tinggi dalam suatu perairan akan bersifat toksik. Pada dasarnya logam berat yang masuk kedalam perairan akan mengalami proses absorpsi, adsorpsi dan pengendapan (Bangun, 2019).

Mengurangi kandungan logam berat di lingkungan dapat dilakukan dengan berbagai cara. Adsorpsi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan. Keuntungan menggunakan metode adsorpsi adalah efisiensi penggunaan, prosedur sederhana, efisiensi tinggi dan tidak ada efek samping (Kusumawardani dkk, 2018). Salah satu adsorben berbahan biomaterial yang dapat digunakan adalah cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*), salah satu bahan pangan yang terkenal digunakan sebagai bahan baku pembuatan minuman. Daun cincau hijau memiliki serat yang merupakan polisakarida pembentuk gel yaitu pektin (Hapsari, 2015). Pektin adalah senyawa polimer yang terbentuk dari asam D-Galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan 1,4-glikosidik. Dengan adanya gugus hidroksil pada polisakarida senyawa pektin, pektin memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat (Mata dkk, 2009). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pengurangan logam berat Cu dalam air dengan penggunaan adsorben cincau hijau.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi optimum dalam proses adsorpsi logam berat Cu pada air dengan menggunakan adsorben daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*)?
2. Berapa persentase penyisihan logam berat Cu oleh daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*)?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kondisi (massa, pH, waktu kontak dan konsentrasi adsorbat) dalam proses adsorpsi logam berat Cu pada air dengan menggunakan adsorben daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*).

2. Untuk mengetahui persentase penyisihan logam berat Cu oleh daun cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*).

1.4. Ruang Lingkup

Penelitian dilakukan dengan memperhatikan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penelitian menggunakan adsorben cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*).
2. Sampel yang digunakan adalah larutan sintetis yang mengandung logam berat Cu.
3. Variabel yang diamati pada laboraturium dalam penelitian yaitu massa, pH, waktu kontak, dan konsentrasi dalam proses adsropsi logam berat Cu.
4. Uji kadar logam berat Cu mengacu kepada SNI 6989.6:2009 tentang cara uji Cu dengan spektrofotometri serapan atom (SSA)- nyala

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat bagi penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti

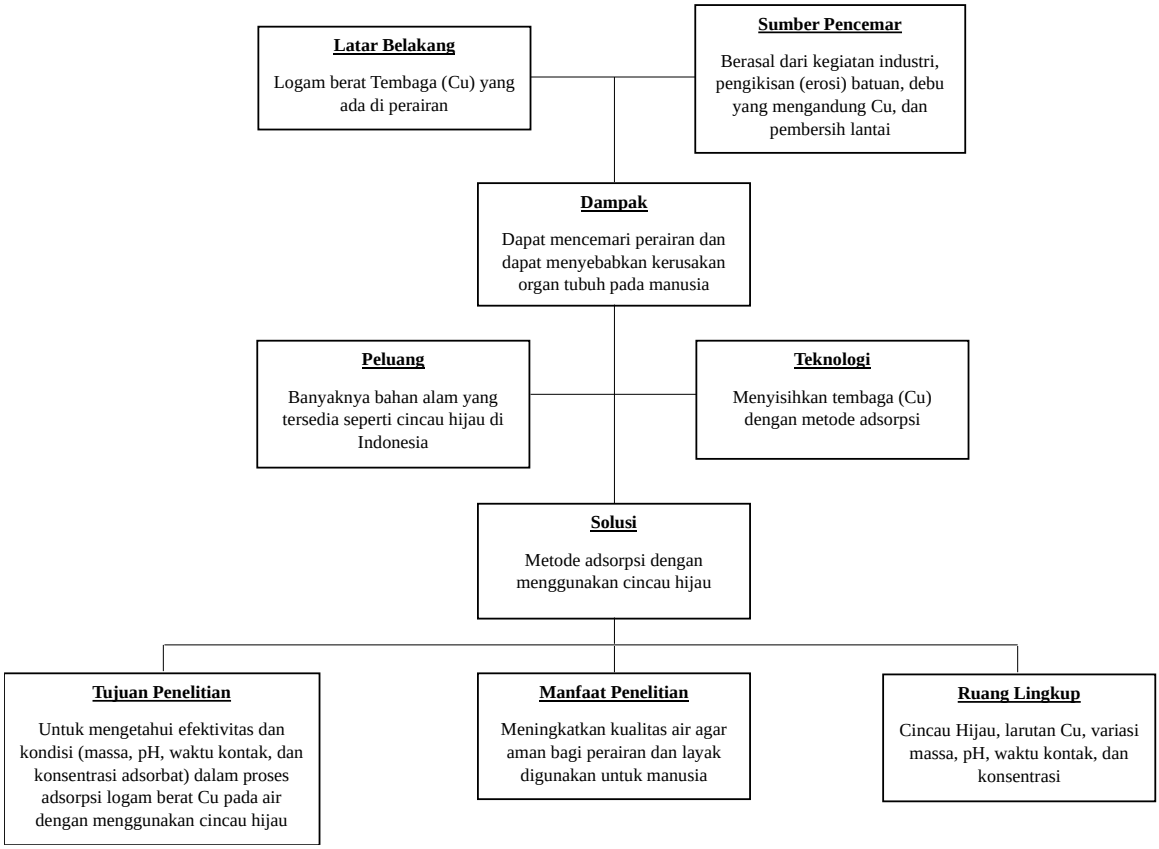
   Memberikan referensi terhadap penelitian lanjutan terkait pemanfaat cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) sebagai adsorben logam berat.
2. Bagi Masyarakat

   Memberikan informasi kepada masyarakat terkait potensi cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) sebagai adsorben dalam penyisihan kadar logam berat Cu.
3. Bagi Pemerintah

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

1.6. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian dijelaskan pada bagan Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Bagan Kerangka Berpikir Penelitian

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap sehingga bahan akan masuk dan akan mengumpul dalam suatu zat penyerap (Giyatmi, 2008). Pada adsorpsi terjadi peristiwa pengikatan molekul zat cair ke permukaan zat padat. Molekul akan terakumulasi pada antarmuka padat-cair. Berdasarkan interaksi yang kuat, adsorpsi dibagi menjadi adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia (Yustinah dkk, 2020)

1. Adsorpsi Fisika

Melibatkan gaya antar molekul (gaya Van Der Waals atau ikatan hidrogen). Adsorpsi fisika biasanya berlangsung pada temperatur rendah, jumlah zat yang terjerap semakin kecil dengan naiknya temperatur. Entalpi proses ini tidak mencukupi untuk terjadinya pemutusan ikatan, sehingga spesies yang teradsorpsi secara fisika urnumnya tetap utuh. Adsorpsi fisika menghasilkan ikatan yang lemah pada permukaan adsorben dan bersifat reversable, sehingga substansi yang sudah terikat tersebut relatif mudah dilepaskan kernbali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut. Akibat lemahnya ikatan yang terbentuk, proses adsorpsi dimungkinkan terjadi pada temperatur yang sama (Udyani dan Wulandari, 2014).

2. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia terjadi karena adanya pembentukan suatu ikatan kimia antara permukaan adsorben dan molekul adsorbat yang dimana ikatan kimia yang terbentuk berupa ikatan ion atau kovalen. Besarnnya energi yang terlibat menyebabkan adsorbat sangat sukar dilepaskan kembali, dan banyaknya substansi yang teradsorpsi merupakan fungsi dari tekanan, konsentrasi serta temperatur (Udyani dan Wulandari, 2014).

Adsorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut.

1. pH

Kondisi pH mempengaruhi ionisasi gugus fungsi pada permukaan adsorben. Senyawa organik yang memiliki kondisi baca dapat lebih mudah teradsorpsi pada kondisi pH yang tinggi, sedangkan senyawa organik kondisi asam dapat lebih mudah teradsorpsi pada kondisi pH rendah.

2. Temperatur

Peningkatan laju adsorpsi dapat terjadi karena peningkatan suhu. Kecepatan adsorpsi akan meningkat dengan meningkatnya suhu. Adsorpsi merupakan proses eksotermik, sehingga pada suhu tinggi derajat adsorpsi menurun dan pada suhu rendah derajat adsorpsi meningkat.

3. Waktu Kontak

Waktu kontak antara molekul adsorben dengan permukaan berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Proses adsorpsi ion terjadi sebanding dengan waktu kontak. Waktu kontak yang lebih lama akan mempengaruhi penempelan adsorbat ke adsorben (Hasrianti, 2012).

2.2. Logam Berat Tembaga (Cu)

Logam Cu merupakan salah satu logam yang diproduksi secara industri. Logam Cu menduduki peringkat dalam logam berat esensial dalam konsentrasi yang sangat kecil, namun dalam konsentrasi tinggi logam Cu akan bersifat racun bagi makhluk hidup (Monita dkk, 2013).

Tembaga (Cu) merupakan logam transisi golongan IB yang memiliki nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Tembaga dalam bentuk logamnya berwarna kemerahan, tetapi sering ditemukan terikat dengan ion lain seperti sulfat, memberikan warna yang berbeda dari tembaga logam murni. Tembaga sulfat pentahidrat (CuSO4.5H2O) adalah salah satu bentuk paling umum dari senyawa Cu. Senyawa ini biasa digunakan dalam industri, misalnya untuk pencelupan kain dan pelapisan pada industri perak. Selain itu, tembaga sulfat pentahidrat juga banyak digunakan di bidang pertanian dan peternakan, antara lain sebagai fungisida, algaside, pupuk tanaman, dan sebagai zat pengatur tumbuh bagi hewan (Handayani dkk, 2015).

Salah satu zat yang paling umum ditemukan secara alami di lingkungan adalah tembaga (Cu). Tembaga adalah zat yang dapat dilepaskan ke lingkungan melalui fenomena alam. Manusia banyak menggunakan tembaga, misalnya diterapkan dalam industri dan pertanian. Produksi tembaga telah meningkat selama dekade terakhir. Akibatnya, jumlah tembaga di lingkungan meningkat (Khairuddin dkk, 2021).

2.3. Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia Merr*)

Cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) merupakan bahan makanan tradisional yang sudah lama dikenal masyarakat dan digunakan sebagai pelengkap minuman dingin. Cincau populer di kalangan masyarakat karena rasanya yang unik, kesegarannya, dan harganya yang

murah (Tanjaya, 2010). Tanaman cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) teremasuk kedalam jenis tanaman tingkat tinggi. Hal tersbut terlihat dari karakteristik yang menghasilkan biji (*Spermatophyta*), berbunga (*Angiospermae*) dan berbiji belah (*Dicotyledonae*) serta suku jati-jatian (*Verbenaceae*). Taksonomi tanaman cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : *Spermatophyta*

Subdivisio : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotiledonae*

Ordo : *Lamiales*

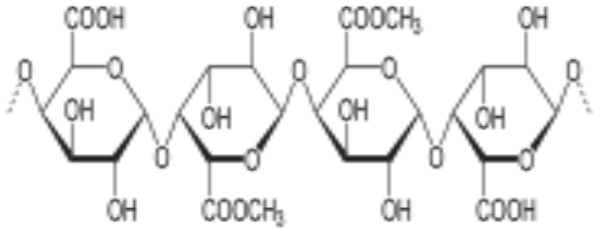
Famili : *Verbenaceae*

Genus : *Premna*

Spesies : *Prema oblongifolia Merr*

(Pitojo, 2008)

komponen utama ekstrak cincau hijau yang membentuk gel adalah polisakarida pektin yang bermetoksi rendah. pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan a-1,4glikosidik. Beberapa gugus karboksil pada polimer pektin diesterifikasi dengan metilasi menjadi gugus metoksil. Senyawa ini disebut asam pektinat atau pektin. Struktur asam pektin dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur kimia pektin
(Sumber : Puspita dkk, 2018)

Dalam bidang industri, pektin digunakan sebagai bahan pembentuk gel. Namun karena komposisi pektin juga banyak mengandung gugus aktif, maka pektin juga dapat digunakan sebagai sumber biosorben. (Wong dkk, 2008).

2.4. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah jenis dari mikroskop elektron yang menggunakan aliran berkas elektron untuk memvisualisasikan struktur dari permukaan objek

yang diuji dengan menggunakan metode sinar-X. Pada metode ini, data yang diperoleh menghasilkan gambar (Duran, 2012).

2.5. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia berbagai senyawa seperti polimer, senyawa organik, sampel biologi, lapisan (*coating*), dan mineral. Pada metode ini, pengamatan diamati pada Panjang gelombang 0,78 sampai 1000 urn atau berada pada kisaran frekuensi 12800 – 10 cm. Metode ini memiliki tujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari suatu senyawa, fungsi suatu senyawa, mengidentidikasi senyawa, menentukan struktur molekul, dan mempelajari reaksi yang terjadi (Fernandez, 2011).

2.6. *Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)*

Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) atau Spektroskopi Serapan Atom (SSA) adalah suatu instrumen dengan metode analisis kerja untuk menganalisa dan menentukan konsentrasi suatu sampel unsur logam dengan ketepatan, selektifitas, dan ketelitian yang tinggi. AAS merupakan metode yang tepat untuk dapat menganalisis zat pada konsentrasi rendah (Khopkar, 1990).

Penyerapan energi pada instrumen AAS akan menyebabkan elektron atom tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi (*excited state*). Untuk merubah atom-atom ke tingkat yang lebih tinggi diperlukan suhu yang lebih tinggi pula (Hendayana dkk, 1994).

2.7. Penelitian Terdahulu Penggunaan Biosorben

Kajian penggunaan bahan alam sebagai media adsorpsi untuk menghilangkan logam berat telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian yang menggunakan tumbuhan daun hijau (*Premna oblongifolia Merr*) sebagai adsorben untuk mereduksi kandungan tembaga (Cu) dalam air akan mengacu pada penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Sumber
1.	Pemanfaatan Pektin Dari Daun Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr*) Sebagai Biosorben Logam Fe	Pektin pektin memiliki daya serap terhadap logam Fe sebersar 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)
2.	Pemanfaatan Pektin Kulit Buah Jeruk Siam (*Citrus Nobilis Var. Microcarpa*) 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)
3.	Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr (VI)) Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salak	adsorpsi dilakukan dengan variasi massa karbon aktuf 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)
4.	Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa acuminate) 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)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian terhadap adsorben dilaksanakan di laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1) Timbangan Analitik
2) Gelas Beaker 1000 ml
3) Erlenmeyer 100 ml
4) Pipet Volume 10 ml
5) Karet Hisap
6) Stopwatch
7) Orbital Shaker
8) pH universal
9) Kertas Saring *Whatman* 42
10) *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS)
11) *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)
12) *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Bahan yang digunakan dalam peneltian ini yaitu :

1) Daun Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr*)
2) Tepung Tapioka
3) Larutan induk logam tembaga (Cu)
4) Larutan HCl
5) Larutan NaOH
6) Aquades

3.3. Metode Penelitan

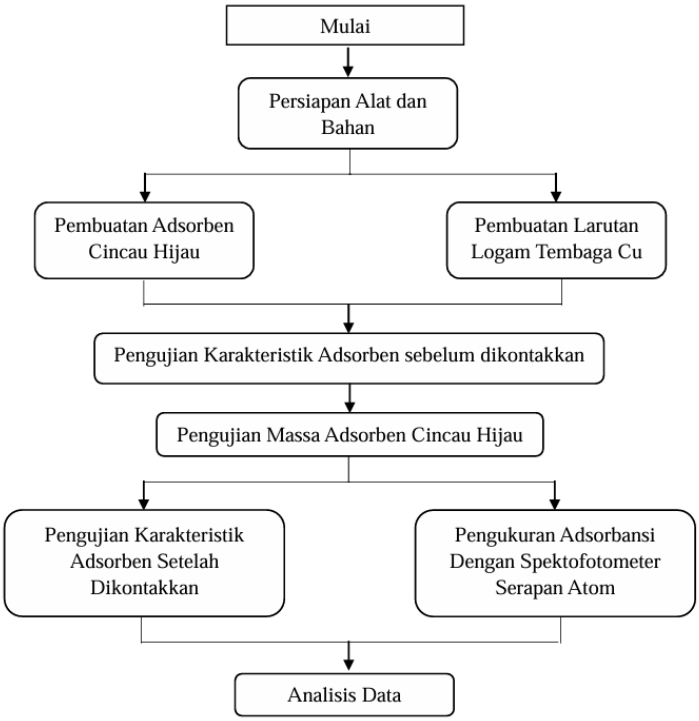
Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode pengumpulan data dan metode pengolahan data dengan metode kuantitatif. Pengumpulan data dilakukan dengan pengujian di laboratorium. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode *batch reactor* dimana larutan yang mengandung logam berat dicampur dengan adsorben dalam satu wadah (reaktor tertutup), lalu diaduk selama waktu tertentu untuk memastikan kontak yang merata antara adsorben dan larutan. Lalu larutan akan disaring dengan menggunakan kertas saring *whattman* 42 dan akan diuji menggunakan alat AAS, gambar proses adsorpsi dapat dilihat pada Lampiran I. Pengujian dilakukan terhadap variasi massa adsorben, pH larutan, waktu kontak, konsentrasi, karakterisasi morfologi permukaan adsorben dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan kandungan gugus fungsi dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Pengujian kadar logam tembaga (Cu) berpedoman pada SNI 6989.6:2009 mengenai Cara uji tembaga (Cu) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.

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

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel		Satuan	Nilai
Variabel Bebas	Massa Adsorben	Gram	1, 2, 3, 4, 5
	pH		3, 4, 5, 6, 7, 8
	Waktu Kontak	Menit	15, 30, 60, 90, 120
	Konsentrasi	mg/L	10, 25, 50, 75, 100, 125, 150
Variabel Terikat	Kecepatan Pengadukan	Rpm	150
	Volume Larutan	mL	50

Tahapan penelitian secara umum mengenai pemanfaatan cincau hijau (*Premna oblongifolia Merr*) sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan tembaga (Cu) pada air dijelaskan dalam Gambar 3.1 berikut ini.

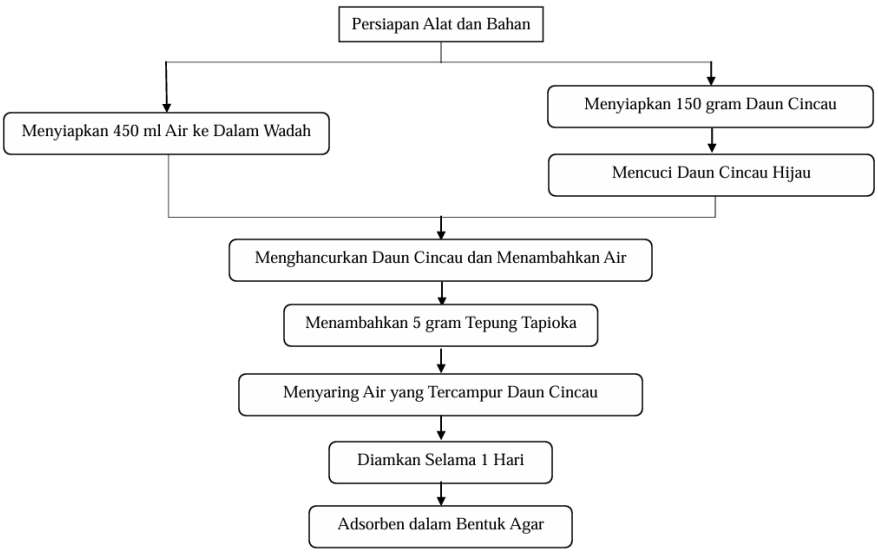


Gambar 3.1 Diagram Penelitian

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan Adsorben dari Cincau Hijau (*Premna oblongifolia Merr*)

Proses pembuatan adsorben dari cincau hijau dilakukan dengan pencampuran antara daun cincau hijau dengan air. Proses pembuatan adsorben dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Lampiran I.



Gambar 3.2 Diagram Pembuatan Adsorben

3.4.2. Pembuatan Larutan Logam Tembaga (Cu)

Pembuatan larutan induk logam tembaga (Cu) dilakukan dengan timbang $CuSO_4.5H_2O$ sebanyak 3,928 gram. Kemudian masukkan $CuSO_4.5H_2O$ sebanyak 3,928 gram tadi kedalam gelas ukur 1000 ml, lalu tambahkan aquades hingga batas garis gelas ukur sehingga didapat larutan $CuSO_4$ 1000 mg/L.

3.4.3. Karakterisasi Adsorben

Karakterisasi morfologi adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan untuk mengetahui gugus fungsi senyawa yang terkandung pada cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) sebelum dan sesudah adsorbensi dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

3.4.4. Pengujian Daya Serap Adsorben

Pengujian daya serap adsorben dilakukan dengan menggunakan larutan induk $CuSO_4$ 1000 mg/l yang nantinya akan diencerkan sesuai dengan kebutuhan variasi konsentrasi saat melakukan pengujian. Variasi yang digunakan terdiri dari variasi massa adsorben optimum, pH optimum, waktu kontak optimum, dan konsentrasi optimum. Pengujian konsentrasi akan dilakukan dengan menggunakan AAS sesuai dengan SNI 6989.6:2009 tentang pengujian logam Cu secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

3.4.5. Menentukan Massa Adsorben Optimum

Pengujian dilakukan pada pH 5 dengan menggunakan larutan $CuSO_4$ dengan konsentrasi 10 ppm sebanyak 50 ml. Larutan $CuSO_4$ tadi dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dengan variasi massa yang terdiri dari 1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram, 5 gram. Lalu dilakukan pengadukan dengan menggunakan *orbital shaker* selama 120 menit dengan kecepatan 150 rpm. Setelah itu dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring Whattman 42 dan diuji serapannya menggunakan Spektrometri Serapan Atom (SSA). Dilakukan juga pengadukan terhadap larutan kontrol, yaitu sampel yang tidak ditambahkan adsorben dengan volume larutan, pH, dan waktu kontak yang sama.

3.4.6. Menentukan pH Larutan Optimum

Pada pengujian pH optimum dilakukan perbandingan variasi pH terhadap kemampuan penyerapan cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) terhadap larutan logam Cu. Variasi pH yang digunakan adalah 3, 4, 5, 6, 7, 8 sebanyak 50 ml. Pengujian dilakukan dengan menggunakan massa adsorben optimum dari hasil pengujian massa optimum. Setelah itu dilakukan pengadukan dengan menggunakan *orbital shaker* selama 120 menit dengan

kecepatan 150 rpm, lalu dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring Whattman 42 dan diuji serapannya menggunakan Spektrometri Serapan Atom (SSA).

3.4.7. Menentukan Waktu Kontak Optimum

Pada pengujian waktu kontak optimum dilakukan pengadukan dengan variasi waktu selama 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dengan kecepatan 150 rpm. Pengujian dilakukan dengan massa adsorben dan pH larutan optimum dari hasil pengujian massa optimum dan pH optimum. Setelah itu dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring *Whattman* 42 dan diuji serapannya menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

3.4.8. Menentukan Konsentrasi Optimum

Pada pengujian konsentrasi optimum dilakukan pengujian dengan varisasi kensentrasi 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm, dan 150 ppm. Pengujian ini dilakukan dengan massa adsorben sebanyak 5 gram, pH larutan 7, waktu pengadukan selama 120 menit, dan kecepatan pengadukan 150 rpm, sesuai dengan hasil optimum dari uji sebelumnya. Setelah itu dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring Whattman 42 dan diuji serapannya menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

3.5. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui persentase penyisihan logam berat tembaga (Cu) pada air oleh adsorben daun cincau hijau. Dilakukan juga perhitungan persamaan isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich yang bertujuan untuk mengetahui proses distribusi ion logam berat menuju permukaan adsorben.

3.5.1. Efisiensi Penyisihan

Perhitungan efisiensi penyisihan dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyerapan adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) terhadap logam berat tembaga (Cu). Perhitungan efisiensi penyisihan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Sethu dkk, 2010).

Persentase penyisihan (%) : $\frac{C0-C}{C0}\ x\ 100\ \%$

Keterangan :

C0 : konsentrasi awal (mg/l)

C : konsentrasi akhir (mg/l)

3.5.2. Isoterm Adsorpsi

Dilakukan analisis terhadap proses adsorpsi ion logam berat tembaga (Cu) oleh adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dengan menggunakan pendekatan model isoterm yang memiliki tujuan untuk mengetahui serta memahami keterkaitan antara jumlah ion logam yang ada pada permukaan adsorben dari berbagai variasi konsentrasi dan mengetahui kapasitas penyerapan dari adsorben.

Isoterm Langmuir merupakan model isoterm yang mendefinisikan proses adsorpsi terjadi ketika adanya lapisan tunggal adsorbat (monolayer) di permukaan adsorben. Persamaan model isoterm Langmuir adalah sebagai berikut.

$$\frac{Ce}{qe} = \frac{1}{Q_0 b} + \frac{Ce}{Q_0}$$

Dimana:

Ce : Konsentrasi kesetimbangan larutan (mg/L)

qe : Jumlah zat yang diadsorpsi per gram adsorben (mg/gr)

Q_0 : Kapasitas adsorpsi (mg/gr)

b : Interaksi adsorpsi (L/mg)

Isoterm Freudlich merupakan model isoterm yang mendefinisikan proses adsorpsi memiliki lebih dari satu lapisan (multilayer). Persamaan isoterm Freudlich adalah sebagai berikut.

$$log\frac{Xm}{m} = \log K + \frac{1}{n}\log Ce$$

Dimana:

X : Jumlah zat terlarut yang diserap (mg)

m : Gram adsorben yang digunakan (g)

Ce : Konsentrasi kesetimbangan larutan (mg/L)

K : Kapasitas adsorpsi (mg/g)

N : Intensitas adsorpsi (L/g)

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penjelasan Umum

Tujuan dilakukannya penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan dari cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dalam mengadsorpsi logam berat tembaga (Cu). Pengujian cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dilakukan dengan menggunakan larutan $CuSO_4$ sintetis. Digunakannya larutan sintetis dikarenakan apabila menggunakan air limbah perairan atau air limbah industri, didalamnya terdapat kandungan logam selain Cu yang dimana hal ini dapat mengurangi kemampuan adsorpsi dari cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) terhadap penyerapan logam berat tembaga (Cu). Proses adsorpsi meliputi pengujian variasi massa optimum, pH optimum, waktu kontak optimum, dan kosentrasi optimum. Penentuan karakteristik dari adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi dari permukaan adsorben, *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) untuk mengetahui gelombang gugus fungsi pada adsorben, dan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui hasil konsentrasi logam berat tembaga (Cu) pada suatu larutan.

Penelitian ini dimulai dengan persiapan pembuatan biosorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*). Cincau hijau dibuat dengan menyiapkan terlebih dahulu daun cincau hijau sebanyak 150 gram lalu mencuci daun cincau hijau yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang berada di daun cincau hijau. Setelah itu menyiapkan wadah berisi air sebanyak 450 ml. Hancurkan daun cincau dengan cara memotong daun cincau menjadi kecil, lalu masukkan daun cincau kedalam wadah dan tambahkan air sedikit demi sedikit sambil menghancurkan daun cincau dengan cara meremas daun cincau. Setelah itu tambahkan tepung tapioka sebanyak 5 gram yang bertujuan untuk membantu proses cincau hijau menjadi agar. Setelah itu, saring air yang tercampur dengan daun cincau hijau, lalu diamkan selama 1 hari dan adsorben sudah dalam berbentuk agar.

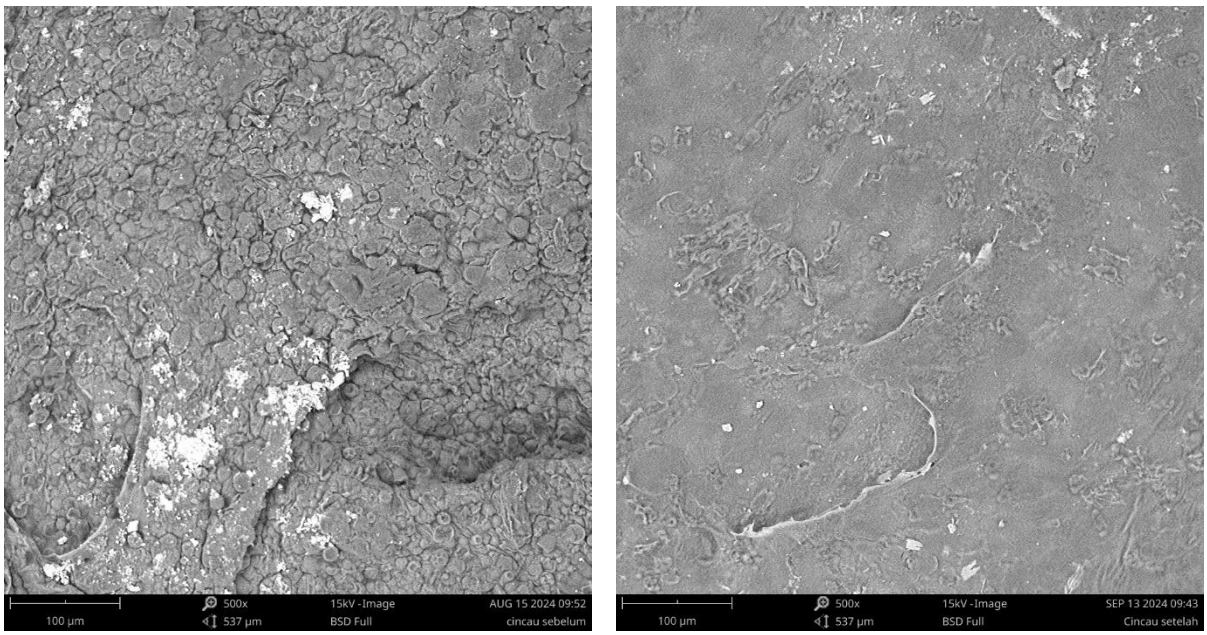
Pengujian adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) menggunakan larutan $CuSO_4$ sebanyak 50 ml, kecepatan pegadukan 150 rpm, waktu kontak selama 120 menit, pH 5, dan pada suhu ruangan. Proses pengadukan menggunakan alat *Orbital Shaker* dalam menentukan massa optimum, pH optimum, waktu kontak optimum, dan konsentrasi optimum. Pada tahap akhir penelitian akan didapat dan menentukan hasil optimum dari pengujian variasi massa, pH, waktu kontak, dan konsentrasi.

4.2. Karakteristik Adsorben

Pada penelitian ini, pengujian karakteristik dilakukan dengan menggunakan dua alat yaitu berupa *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang berfungsi untuk menggambarkan atau memvisualisasikan bentuk dari permukaan bahan yang dianalisis. Dan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) yang berfungsi untuk mengidentifikasi gugus fungsi senyawa, menentukan struktur molekul, dan mempelajari reaksi yang sedang berlangsung dari bahan yang sedang dianalisis.

4.2.1. Morfologi Permukaan Adsorben

Untuk mengetahui karakterisasi morfologi permukaan dari adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) guna untuk mengetahui perbedaan struktur adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) sebelum dilakukannya pengujian dan setelah dilakukannya pengujian. Pengujian ini dilakukan dengan perbesaran objek sebesar 500 kali, hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



a **b**

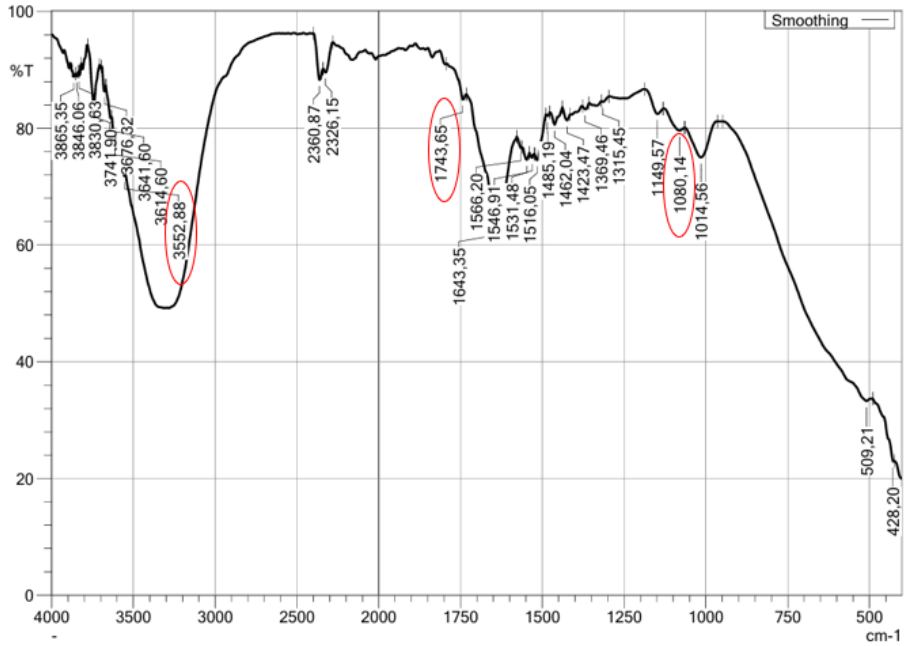
Gambar 4.1 Struktur Morfologi **(a)** Adsorben Cincau Hijau Sebelum Pengujian **(b)** Adsorben Cincau Hijau Setelah Pengujian

Dari gambar tersebut terlihat adanya perbedaan morfologi permukaan adsorben cincau hijau pada sebelum pengujian dan setelah pengujian. Pada adsorben cincau hijau sebelum pengujian terlihat permukaan cincau hijau memiliki pori lebih banyak dan lebih besar, serta memiliki struktur yang lebih jelas. Sedangkan pada adsorben cincau hijau setelah pengujian memiliki pori lebih sedikit dan rapat, serta struktur dari permukaan tidak begitu jelas. Hal ini

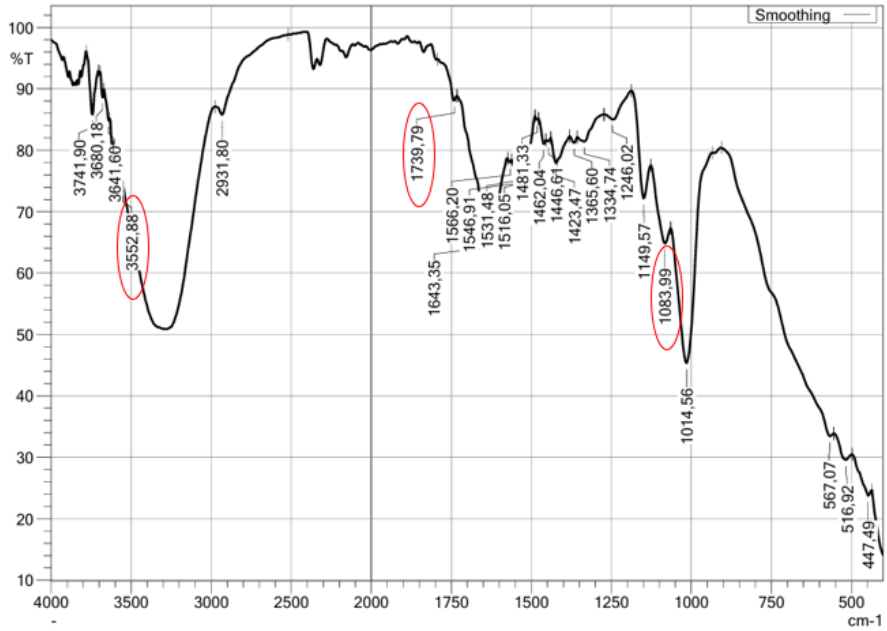
disebabkan karena cincau hijau sudah mengikat dan menyerap senyawa dari logam tembaga (Cu).

4.2.2. Identifikasi Gugus Fungsi

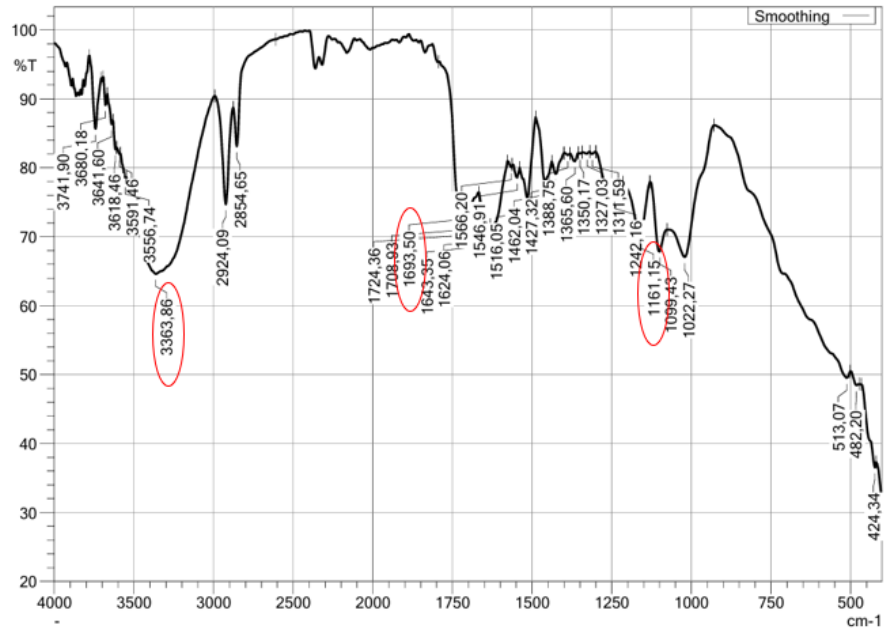
Untuk mengetahui karakterisasi adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dilakukan dengan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) yang bertujuan untuk mengetahui gugus fungsional senyawa yang terkandung pada adsorben cincau hijau, sehingga akan diketahui perbedaan senyawa yang terkandung pada adsorben cincau hijau sebelum pengujian dan setelah pengujian. Pengujian FTIR dilakukan terhadap cincau hijau sebelum pengujian, cincau hijau setelah pengjian, cincau hijau yang dikeringkan dan daun cincau. Hasil pengujian FTIR adsorben cincau hijau sebelum pengujian, cincau hijau setelah pengujian, cincau hijau yang dikeringkan, dan daun cincau dapat dilihat pada Gambar 4.2, Gambar 4.3, Gambar 4.4, dan Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.2 Hasil Uji FTIR Cincau Hijau Sebelum Pengujian



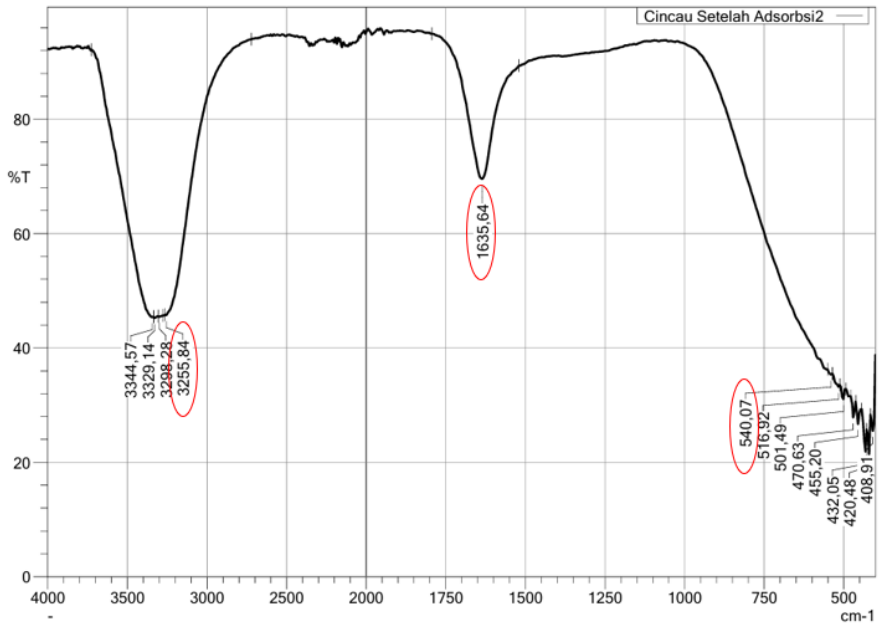
Gambar 4.3 Hasil Uji FTIR Cincau Hijau yang Dikeringkan



Gambar 4.4 Hasil Uji FTIR Daun Cincau

Berdasarkan data dari hasil uji FTIR pada cincau hijau sebelum pengujian menunjukkan terdapat gugus O-H pada bilangan gelombang 3552,88 cm^{-1}. Terdapat gugus C=O pada bilangan gelombang 1743,65 cm^{-1}. Terdapat juga gugus C-O pada bilangan gelombang 1080,14 cm^{-1}. Pada pengujian cincau hijau yang dikeringkan menunjukkan terdapat gugus O-H pada bilangan gelombang 3552,88 cm^{-1}. Terdapat gugus C=O pada bilangan gelombang 1739,79 cm^{-1}. Terdapat juga gugus C-O pada bilangan gelombang 1083,99 cm^{-1}. Pada pengujian daun cincau menunjukkan terdapat gugus O-H pada bilangan gelombang

3363,86 cm^{-1}. Terdapat gugus C=O pada bilangan gelombang 1693,50 cm^{-1}. Terdapat juga gugus C-O pada bilangan gelombang 1161,15 cm^{-1}. Dari hasil uji antara cincau hijau sebelum pengujain, cincau hijau yang dieringkan, dan daun cincau dapat disimpulkan bahwa ketiganya memiliki gugus yang sama dan memiliki bilangan gelombang yang tidak jauh berbeda. Hasil uji FTIR cincau hijau setelah pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Hasil Uji FTIR Cincau Hijau Setelah Pengujian

Sedangkan dari hasil uji FTIR pada cincau hijau setelah pengujian menunjukkan terdapat gugus O-H pada bilangan gelombang 3255,84 cm^{-1}. Terdapat gugus C=C pada bilangan gelombang 1635,64 cm^{-1}. Terdapat juga gugus C-O pada bilangan gelombang 540,07 cm^{-1}. Dapat terlihat pada grafik, setelah dilakukan pengujian gugus yang terdapat pada cincau hijau menjadi sedikit dibandingkan dengan cincau hijau sebelum pengujian, Terjadi perubahan gugus pada cincau hijau setelah pengujian menjadi C=C yang sebelumnya pada cincau hijau sebelum pengujian terdapat gugus C=O. Hal ini terjadi diakibatkan karena terikatnya gugus fungsi selama adsorbensi terjadi. Dari data hasil pengujian FTIR diatas dapat disimpulkan bahwa adsorben cincau hijau dapat mengadsorpsi logam berat tembaga (Cu).

4.3. Hasil Uji Kemampuan Adsorpsi

Pengujian adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dilakukan dengan menggunakan larutan logam berat Tembaga (Cu) sintetis. Pengujian kemampuan adsorpsi dilakukan dengan pengujian nilai konsentrasi dengan menggunakan alat *Atomic Absorbsion*

Spektrofotometri (AAS). Pengujian dimulai dengan menguji variasi massa adsorben, pH larutan, waktu kontak, dan konsentrasi.

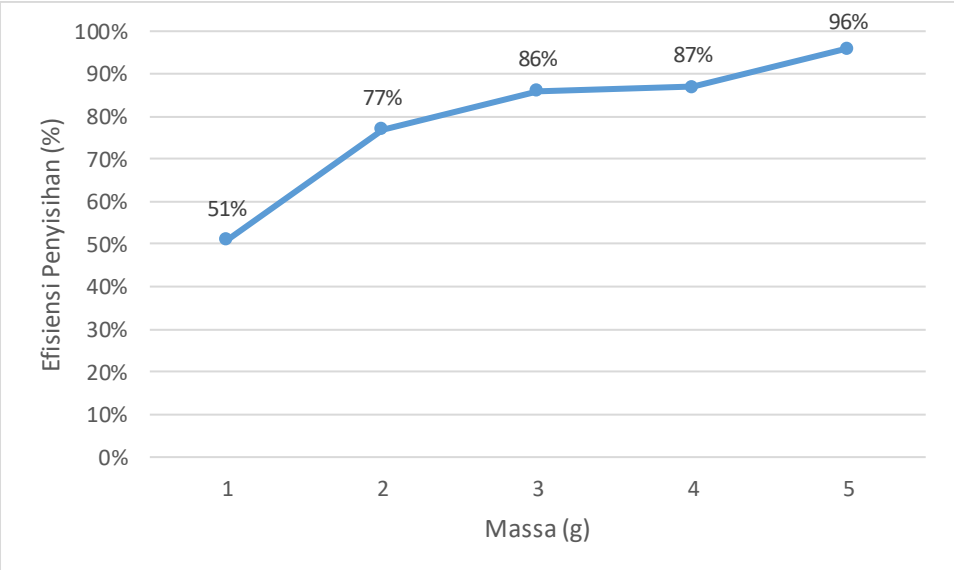
4.3.1. Variasi Massa Adsorben

Pengujian variasi massa adsorben ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa terhadap serapan ion logam berat tembaga (Cu) menggunakan adsorben daun cincau (*Premna Oblongifolia Merr*). Konsentrasi awal larutan logam $CuSO_4$ sebesar 10 ppm, dengan kondisi pH 5 sebanyak 50 ml. Berikut hasil data pengaruh variasi massa terhadap penyisihan logam tembaga yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Pengaruh Variasi Massa Terhadap Penyisihan Logam Tembaga

Massa (g)	Konsentrasi awal (Co) (ppm)	Konsentrasi Akhir (Ca) (ppm)	Efisiensi Penyisihan (%)
1	10	4.9	51.0%
2	10	2.3	77.0%
3	10	1.4	86.0%
4	10	1.3	87.0%
5	10	0.4	96.0%
Kontrol	10	9.26	7.4%

Efisiensi penyisihan logam tembaga pada kondisi optimum terhadap variasi massa dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil Uji Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penurunan Cu

Dari tabel dan grafik hasil data uji variasi massa diatas terlihat bahwa kemampuan penyerapan adsorben daun cincau (*Premna Oblongifolia Merr*) terhadap ion logam berat tembaga (Cu) semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah massa adsorben. Peningkatan efisiensi penyerapan berbanding lurus dengan penambahan massa adsorben. Hal ini terjadi dikarenakan semakin banyak jumlah massa adsorben maka semakin banyak pula ruas permukaan dan jumlah pori yang tersedia, maka semakin banyak pula ion logam berat tembaga (Cu) yang dapat dijerap oleh adsorben cincau hijau.

Pada pengujian dengan massa adsroben 1 gram, efisiensi penyerapan sebesar 51%. Pada pengujian dengan massa adsorben 2 gram, efisiensi penyerapan meningkat menjadi 77%. Pada pengujian dengan massa adsorben 3 gram dan 4 gram, efisiensi penyerapan meningkat menjadi 86% dan 87%. Pada pengujian massa adsroben 5 gram efisiensi penyisihan meningkat menjadi 96%. Pada uji larutan kontrol ion logam berat tembaga (Cu) hanya tereduksi sebanyak 7,4% saja.

Dari hasil data uji variasi massa diatas dapat disimpulkan bahwa cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) memiliki kemampuan adsorben yang baik. Pada kondisi optimum yaitu massa adsorben 5 gram dapat mereduksi ion logam berat tembaga (Cu) sebanyak 96%. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Munandhar, 2021) pada pengujian cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan timbal (Pb) pada air menunjukkan pada rentang variasi massa adsorben 1 gram – 5 gram didapatkan kondisi optimum pada berat 5 gram dengan presentase penyisihan sebesar 72,38%. Hal ini sesuai dengan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah massa adsorben maka semakin banyak pula ion logam berat yang dapat dijerap oleh adsorben.

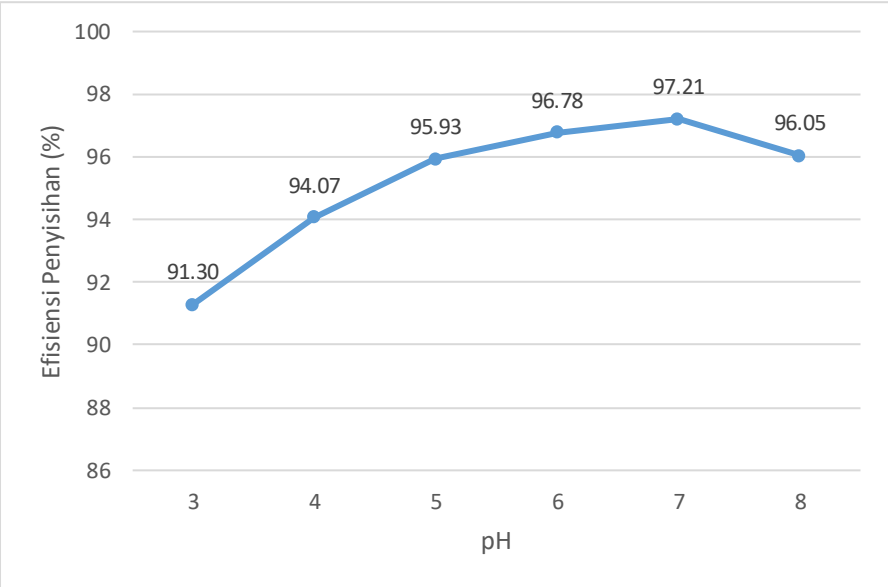
4.3.2. Variasi pH Larutan

Pengujian pH dalam proses adsropsi merupakan hal yang penting, pH memiliki pengaruh pada proses penyerapan ion logam berat tembaga (Cu) oleh adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*). Pengujian variasi pH dilakukan dengan penambahan 5 gram adsroben cincau hijau sebagai massa optimum. Penelitian ini menggunakan variasi pH 3, 4, 5, 6, 7, 8 dengan konsenterasi larutan $CuSO_4$ sebanyak 10 ppm. Berikut hasil data pengaruh variasi pH terhadap penyisihan logam tembaga yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Pengaruh Variasi pH Terhadap Penyisihan Logam Tembaga

Variasi pH	Konsentrasi Awal (Co) (ppm)	Konsentrasi Akhir (Ca) (ppm)	Efisiensi Penyisihan (%)
3	10	0.870	91.30
4	10	0.593	94.07
5	10	0.407	95.93
6	10	0.322	96.78
7	10	0.279	97.21
8	10	0.395	96.05

Efisiensi penyisihan ion logam tembaga pada kondisi optimum terhadap variasi pH dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Hasil Uji Pengaruh pH Terhadap Penurunan Cu

Dari tabel dan grafik hasil data uji variasi pH larutan diatas terlihat bahwa semakin tinggi pH larutan maka semakin besar pula efisiensi penyisihan terhadap logam berat tembaga (Cu). Pada pH 3 didapatkan hasil efisiensi penyisihan sebesar 91,30%. Pada pH 3 penyerapan jumlah ion relatif rendah, hal ini terjadi karena pada pH rendah atau pada kondisi asam ion H^+ akan berkompetisi dengan Cu^{2+} sehingga menyebabkan kemampuan penyerapannya menjadi rendah. Pada pengujian pH 4, 5, 6 didapatkan hasil efisiensi penyisihan sebesar 94,07%, 95,93%, 96,78%. Pada pengujian pH 7 didapatkan nilai optimum dengan hasil efisiensi sebesar 97,21%. Pada pH 7 kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi logam tembaga relatif tinggi karena adanya peningkatan pH, peningkatan pH akan mempengaruhi dalam kemampuan adorpsi. Pada pengujian pH 8 hasil efisiensi sebesar 96,05%, hal ini dikarenakan pada kondisi basa ion-ion logam akan membentuk endapan hidroksida sehingga hasil efisiensi

penyisihannya sulit untuk ditentukan. Endapan hidroksida dapat menghambat proses adsorpsi dikarenakan dapat menyumbat pori-pori adsorben.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Puspita dkk, 2018) pada pengujian daun cincau hijau untuk mengadsorpsi logam berat besi (Fe), menunjukkan pengujian pH yang dilakukan pada rentang variasi 4-8 menghasilkan pH optimum pada pH 7 dengan presentase penyisihan sebesar 82,57%. Hal ini sesuai dengan hasil dari penelitain yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pH larutan maka semakin besar pula efisiensi penyisihannya dan berada di pH 7.

4.3.3. Variasi Waktu Kontak

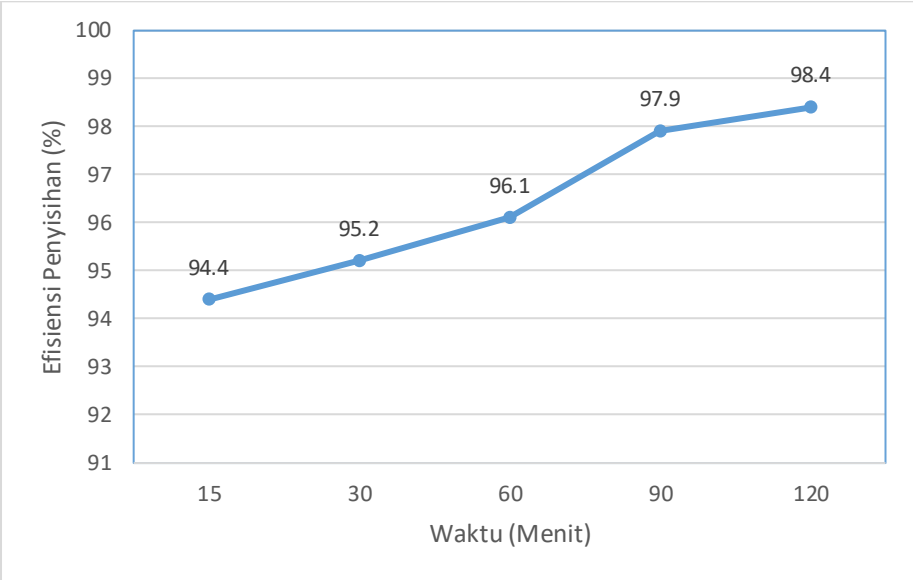
Pengujian waktu kontak memiliki tujuan untuk mengetahui lama waktu kontak yang diperlukan oleh adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dalam mereduksi ion logam berat tembaga (Cu) hingga mencapai titik optimum. Semakin lama waktu kontak yang terjadi maka semakin banyak pula permukaan adsorben dapat mengikat adsorbat, tetapi apabila waktu kontak terjadi terlalu lama, maka ketersediaan permukaan adsorben untuk mengikat adsorbat akan menjadi sedikit dikarenakan adsorben sudah terlalu banyak mengikat adsorbat sehingga dapat menyebabkan kemampuan adsorben dalam mengikat adsorbat menurun (Tabak dkk, 2010).

Ketika proses adsorpsi melebihi batas waktu kontak optimum, hal ini dapat mengakibatkan terjadinya penurunan presentase efisiensi penyisihan akibat terjadinya desorpsi pada permukaan adsorben yang diakibatkan dari berkurangnya ruas permukaan adsorben yang dapat mengikat adsorbat (Aisyahlika dkk, 2018). Pada pengujian ini variasi waktu kontak yang diuji yaitu selama 15, 30, 60, 90, 120 menit dengan massa adsorben 5 gram, pH larutan 7. Berikut hasil data pengaruh variasi waktu kontak terhadap penyisihan logam tembaga yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Logam Tembaga

Waktu (Menit)	Konsentrasi awal (Co) (ppm)	Konsentrasi Akhir (Ca) (ppm)	Efisiensi Penyisihan (%)
15	10	0.560	94.4
30	10	0.480	95.2
60	10	0.390	96.1
90	10	0.210	97.9
120	10	0.160	98.4

Efisiensi penyisihan ion logam tembaga pada kondisi optimum terhadap variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Hasil Uji Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan Cu

Dari hasil data uji variasi waktu kontak optimum diatas, dapat diketahui bahwa semakin lama waktu kontak antara adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dan ion logam berat tembaga (Cu) maka semakin besar pula presentase efisiensi penyisihannya dan presentase efisiensi penyisihan akan menurun apabila sudah melibihi waktu kontak optimum. Pada waktu kontak terjadi selama 15 menit didapatkan hasil efisiensi penyisihan sebesar 94,4%. Efisiensi penyisihan terus meningkat pada waktu kontak 30 menit, 60 menit, dan 90 menit dengan masing-masing hasil efisiensi sebesar 95,2%, 96,1%, dan 97,9%. Pada waktu kontak 120 menit terjadi peningkatan efisiensi penyisihan lagi dengan hasil efisiensi sebesar 98,4%. Dari hasil uji AAS variasi waktu kontak diatas diketahui waktu kontak optimum terjadi pada waktu kontak selama 120 menit dengan efisiensi penyisihan sebesar 98,4%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Puspita dkk, 2018) pada pengujian daun cincau hijau untuk mengadsorpsi logam berat besi (Fe), menunjukkan pengujian waktu kontak yang dilakukan pada rentang variasi 30-180 menit menghasilkan waktu kontak optimum pada waktu kontak selama 120 menit dengan presentase penyisihan sebesar 82,57%. Hal ini sesuai dengan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak yang terjadi maka semakin banyak pula permukaan adsorben dapat mengikat adsorbat, tetapi apabila waktu kontak terjadi terlalu lama, maka ketersediaan permukaan adsorben untuk mengikat adsorbat akan menjadi sedikit.

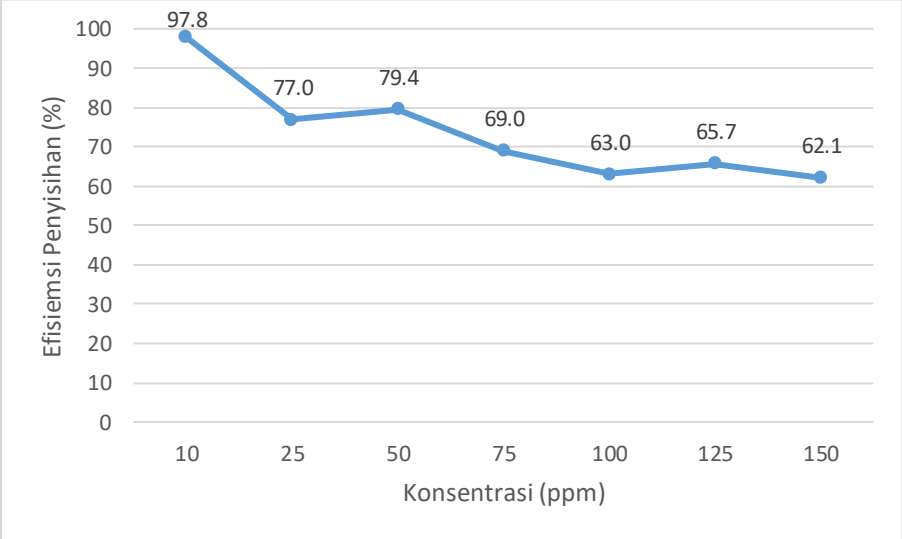
4.3.4. Variasi Konsentrasi Larutan

Pengujian variasi konsentrasi larutan bertujuan untuk mengetahui efisiensi penyerapan oleh adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) terhadap variasi konsentrasi logam berat tembaga (Cu). Pengujian ini dilakukan dengan massa adsorben seberat 5 gram, pH larutan 7, waktu pengadukan selama 120 menit. Variasi konsentrasi larutan 10, 25, 50, 75, 100, 125, dan 150 ppm. Berikut hasil data pengaruh variasi konsentrasi larutan terhadap penyisihan logam tembaga yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Terhadap Penyisihan Logam Tembaga

Konsentrasi awal (Co) (ppm)	Konsentrasi Akhir (Ca) (ppm)	Efisiensi Penyisihan (%)
10	0.22	97.8
25	5.76	77.0
50	10.28	79.4
75	23.24	69.0
100	37.01	63.0
125	42.93	65.7
150	56.84	62.1

Efisiensi penyisihan ion logam tembaga pada kondisi optimum terhadap variasi konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Hasil Uji Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Penurunan Cu

Dari hasil data uji variasi konsentrasi larutan diatas, dapat diketahui apabila semakin tinggi konsentrasi larutan logam berat tembaga (Cu) maka semakin kecil presentase efisiensi

penyisihannya. Pada larutan dengan konsentrasi 10 ppm didapatkan hasil uji optimal dengan efisiensi penyisihan sebesar 97,8%. Pada larutan dengan konsentrasi 25 ppm dan 50 ppm didapatkan hasil efisiensi penyisihan sebesar 77% dan 79,4%. Pada larutan dengan konsentrasi 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm, dan 150 ppm didapatkan hasil efisiensi penyisihan masing-masing dengan 69%, 63%, 65,7%, dan 62,1%. Hal ini disebabkan karena jumlah ion logam yang terkandung didalam larutan jauh lebih banyak dari jumlah partikel atau ruas permukaan yang tersedia pada adsorben, sehingga permukaan adsorben cincau hijau telah mencapai titik jenuhnya yang mengakibatkan menurunnya presentase efisiensi penyisihan terhadap logam berat tembaga (Cu).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Pratiwi, 2016) pada pengujian efektivitas pemanfaatan limbah tulang sapi sebagai adsorben logam berat tembaga (Cu), menunjukkan pengujian konsentrasi larutan yang dilakukan pada variasi konsentrasi 50, 75, 150, 250, dan 300 ppm menghasilkan konsentrasi optimum pada 50 ppm. Hal ini sesuai dengan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan apabila semakin tinggi konsentrasi larutan logam berat tembaga (Cu) maka semakin kecil presentase efisiensi penyisihannya.

4.3.5. Model Isoterm Adsorpsi

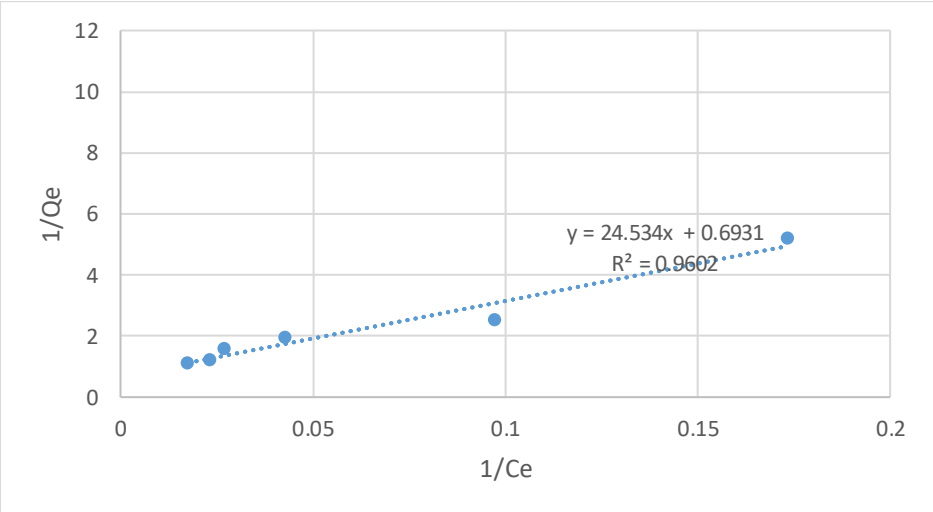
Dilakukan analisis terhadap proses adsorpsi ion logam berat tembaga (Cu) oleh adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dengan menggunakan pendekatan model isoterm yang memiliki tujuan untuk mengetahui serta memahami keterkaitan antara jumlah ion logam yang ada pada permukaan adsorben dari berbagai variasi konsentrasi dan mengetahui kapasitas penyerapan dari adsorben.

Analisis kapasitas adsorpsi dilakukan dengan cara membandingkan model 2 isoterm, yaitu model Langmuir dan model Freundlich. Pada perhitungan model Isoterm, dilakukan perhitungan dengan melakukan plot terhadap 1/Qe yang akan dibandingkan dengan 1/Ce pada grafik. Pada perhitungan model Freundlich, dilakukan perhitungan dengan melakukan plot terhadap log Qe yang akan dibandingkan dengan log Ce pada grafik. Setelah itu akan didapat nilai koefisien determinasi (R^2) dari kedua model isoterm. Nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi yaitu nilai angka yang mendekati 1 yang nantinya akan digunakan untuk menentukan intersep dan slope. Perbandingan nilai dari intersep, slope, dan R^2 pada model Langmuir dan model Freundlich dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

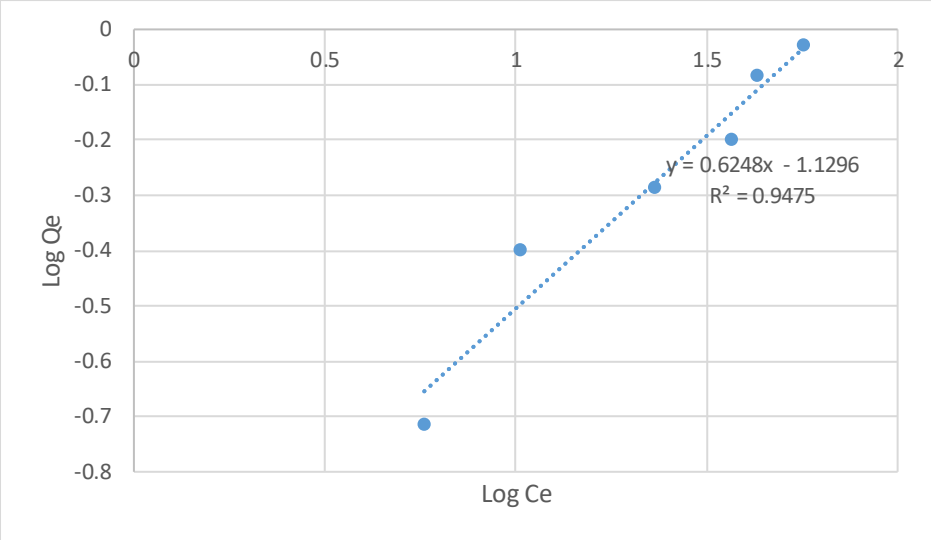
Tabel 4.5 Perbandingan Nilai R^2 pada Model Isoterm Langmuir dan Frendlich

PERBANDINGAN		
Model Isoterm	**Indikator**	**Nilai**
Langmuir	Qo/slope	24.534
	n/intersep	0.6931
	Qmax	1.44279
	KL	0.02825
	RL	0.032228694
	R2	0.9602
Freundlich	slope	0.6248
	intersep	1.1296
	1/n	0.6248
	Kf	13.47721
	R2	0.9475

Dari hasil analisis isoterm adsorpsi dengan menggunakan model Langmuir didapatkan nilai R^2 = 0,9602 dengan persamaan y = 24,534x + 0,6931 sehingga didapatkan kemampuan adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*) dengan nilai Qmax sebesar 1,44279 mg/g, sedangkan hasil analisis isoterm adsorpsi dengan menggunakan model Freundlich didapatkan nilai R^2 = 0,9475 dengan persamaan y = 0,6248x – 1,1296. Grafik model isoterm Langmuir dan Frendlich dapat dilihat pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.10 Grafik Model Isoterm Langmuir



Gambar 4.11 Grafik Model Isoterm Freundlich

Dari hasil perbandingan grafik kedua model isoterm diatas, dapat disimpulkan bahwa model isoterm Langmuir dan model isoterm Freundlich dapat mengidentifikasi kapasitas adsorpsi dari adsorben cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*). Dari hasil analisis kedua model isoterm diatas memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati 1 dengan persamaan model isoterm Langmuir memiliki nilai R^2 yang lebih besar yaitu 0,9602.

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian adsorpsi logam berat tembaga (Cu) oleh cincau hijau yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Adsorben cincau hijau memiliki kandungan gugus fungsi berupa hidroksil (O-H), gugus C=O, dan gugus C-O yang dapat mengikat logam berat tembaga (Cu). Pengujian gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan setelah dilakukan pengujian menunjukkan perubahan berupa penurunan dari jumlah gugus fungsi pada adsorben.
2. Hasil analisis kondisi optimum setelah dilakukan pengujian menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) menunjukkan variasi massa adsorben 5 gram, pH 7, waktu kontak 120 menit, dan konsentrasi larutan 10 ppm dengan larutan Cu sebanyak 50 ml dan kecepatan pengadukan 150 rpm.
3. Kemampuan adsorben cincau hijau untuk mengadsorpsi logam berat tembaga (Cu) memiliki efisiensi penyisihan mencapai 97,8% dengan massa 5 gram, pH 7, waktu pengadukan selama 120 menit, konsentrasi 10 ppm, banyak larutan 50 ml, dan kecepatan pengadukan 150 rpm.

5.2. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian adsorpsi logam berat tembaga (Cu) oleh cincau hijau yang sudah dilakukan, Adapun saran yang dapat diberikan adalah:

1. Menambah rentang variasi pengujian guna untuk mengetahui potensi optimum adsorpsi yang dapat dilakukan oleh adsorben cincau hijau.
2. Melakukan pengujian konsentrasi terlebih dahulu pada larutan untuk menentukan konsentrasi awal larutan.
3. Melalukan pengujian dengan menggunakan kandungan logam berat lain guna untuk mengetahui efektifitas adsorben cincau hijau.

DAFTAR PUSTAKA

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.

Anggriani, U.M., Hasan, A., dan Purnamasari, I. 2021. "Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) Kinetic Adsorption Of Activated Carbon in Decreasing Concentrations Of Copper (Cu) and Lead (Pb) Metals." *Jurnal Kinetika* 12(02):29–37.

Anggriawan, A., Atwanda, M.Y., Lubis, N., Fathoni, R. 2018. "Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Cu Dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (Zea Mays) Adsorption Ability Of Cu Heavy Metal Using Corn Husk Adsorbens (Zea Mays)." *Jurnal Ilmiah Manusia Dan Kesehatan* 1(3):255–64.

Aprian, R.D., Purnamasari, F. 2021. "Pemanfaatan Limbah Cucian Sebagai Sumber Fosfat Ramah Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Tanaman." 12(02):38–43.

Bangun, S.N. 2019. "Jurnal Kandungan Logam Berat Fe dan Cu Pada Organ Insang, Otot dan Gonad Ikan Belida (Notopterus Notopterus) dari Hilir Sungai Sail Pekanbaru."

Cahyani, M. D., Ria Azizah TN, Yulianto, B. 2012. Journal Of Marine Research. Volume 1, Nomor 2, Tahun 2012, Halaman 73-79.

Darmawan, F.R.P., Nurentama, F., dan Susilowati, T. 2019. "Adsorbsi Logam Berat Tembaga (Cu) Dengan Kitosan Dari Limbah Cangkang Kupang Putih." *Jurnal Teknik Kimia* 14(1):16–21. doi: 10.33005/jurnal_tekkim.v14i1.1650.

Durán-Valle, C.J. 2012. Techniques Employed in the Physicochemical Characterization of Activated Carbon. Universidad de Extremadura, Spain.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisisus. Yogyakarta

Elawati, Kandowangko, N.Y., Lamondo, D., dan Gintulangi., S.O. 2018. "Efesiensi Penyerapan Logam Berat Tembaga (Cu) Oleh Tumbuhan Kangkung Air (Ipomone Aquatica Forks) Dengan Waktu Kontak Yang Berbeda." *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa, Dan Teknologi* 6(2):162–66.

Fernandez, R. Benny., 2011. Spektroskopi Infra Merah dan Sinar Tampak. Padang: Universitas Andalas.

Giyatmi, Kamal, Z., dan Melati, D. 2008. Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean. Yogyakarta.

Gusti, Riski, D., dan Wuntu, A. 2010. "Adsorpsi Ion Tembaga (II) Menggunakan Ampas Daun Teh Sebagai Absorben." 3(2):61–64.

Habiba, L., Inda, N.I., Prismawiryanti, Sosidi, H., Sumarni, N.K., Puspitasari, D.J., Mirzan, M., dan Jusman. 2023. "Isotermal Adsorpsi Ion Tembaga (II) Menggunakan Arang Tongkol Jagung (Zea Mays L.) Teraktivasi Kalium Permanganat." *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia* 9(1):77–84. doi: 10.22487/kovalen.2023.v9.i1.16292.

Handayani, S. H., Yunus, A. dan Susilowati, A. 2015. Uji kualitas pupuk organik cair dari berbagai macam mikroorganimse lokal (MOL). El-Vivo 3 (1): 54- 60.

Hapsari, T. P. 2015. Pengaruh Konsesntrasi Ekstraksi Daun Cincau Hijau dan Suhu Ekstraksi Terhadap Karekteristik MIe Basah. Jurnal Teknologi Pangan, 6(1), 27-35.

Haryanto, B., Sinaga, W.K., dan Saragih, F.T. 2019. "Kajian Model Interaksi Pada Adsorpsi Logam Berat Kadmium (Cd2+) Dengan Menggunakan Adsorben Dari Pasir Hitam." *Jurnal Teknik Kimia USU* 8(2):79–84. doi: 10.32734/jtk.v8i2.2032.

Haryono, Noviyanti, A.R., dan Ernawati, E.E. 2023. "Sintesis, Karakterisasi, Dan Uji Adsorpsi Komposit Silika/Karbon Dari Limbah Sekam Padi Sebagai Adsorben Tembaga (II)." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 24(1):058–066. doi: 10.55981/jtl.2023.241.

Hasrianti. 2012. Adsorbsi Ion Cd2+ dan Cr6+ Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong. Thesis: Universitas Hasanudin makasar.

Hendayana dan Sumar. 1994. Kimia Analitik Instrumen. IKIP Semarang Press, Semarang.

Ina, A.T. 2014. "Pemanfaatan Pektin Kulit Buah Jeruk Siam (Citrus Nobilis Var. Microcarpa) Sebagai Adsorben Logam Tembaga (Cu)." (1996).

Indah, D.R., Hatimah, H., dan Hulyadi. 2021. "Efektivitas Ampas Tahu Sebagai Adsorben Logam Tembaga Pada Air Limbah Industri." *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia* 9(2):57. doi: 10.33394/hjkk.v9i2.4373.

Izzah, A. 2019. "Adsorpsi Logam Tembaga (Ii) Variasi Derajat Keasaman (Ph) Oleh Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Termodifikasi Asam Sitrat (0,5 M; 1,0 M; Dan 1,5 M)." *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab* 1(1):2019.

Khairuddin, Yamin, M., dan Kusmiyati. 2021. "Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Bandeng (Chanos Chanos Forsk) Yang Berasal Dari Kampung Melayu Kota Bima." *Jurnal Pijar Mipa* 16(1):97–102. doi: 10.29303/jpm.v16i1.2257.

Khopkar, S.M. 1990. Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Kosim, M.E., Siskayanti, R., Prambudi, D., dan Rusanti, W.D. 2022. "Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Dengan Karbon Aktif Komersil Terhadap Logam Tembaga Dalam Limbah Cair Elektroplating." *Jurnal Redoks* 7(1):36–47.

Kusumawardani, R., Zaharah, T.A., dan Destiarti, L. 2018. "Adsorpsi Kadmium(II) Menggunakan Adsorben Selulosa Ampas Tebu Teraktivasi Asam Nitrat." Jurnal Kimia Khatulistiwa 7(3): 75–83.

Lolo, A., Patandean, C.F., dan Ruslan, E. 2020. "Karakterisasi Air Daerah Panas Bumi Pencong Dengan Metode Aas (Atomic Absorption Spectrophotometer) Di Kecamatan Biringbulu, Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan." *Jurnal Geocelebes* 4(2):102–10.

Malik, F. R. 2021. "Pemanfaatan Cincau Hitam (Mesona Palustris Bl) Sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Air."

Mata, Y. N., Blazquez, M. L., Ballester, A., Gonzallez, F., dan 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.

Monita, R., Purnomo, T., Budiono, D. 2013. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Akibat Pemberian Logam Kadmium (Cd) pada Berbagai Konsentrasi. Universitas Negeri Surabaya. Jurnal LenteraBio ISSN: 2252-3979 Vol. 2 No. 3, September 2013: 247±251

Munandhar, A.V. 2021. "Pemanfaatan Cincau Hijau (Premna Oblongifolia Merr) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kandungan Timbal (Pb) Pada Air Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Tugas Akhir Pemanfaatan Cincau Hijau"

Nadir, M., Fitriyana. Ramadhani .A. 2022. "KAPASITAS ADSORPSI LOGAM TEMBAGA (Cu) MENGGUNAKAN BIOSORBEN PEKTIN DARI KULIT JERUK SIAM." 2(2):66–72.

Nisa, S.A. 2021. "Laju Adsorpsi Dan Pengaruh Ph Terhadap Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) Menggunakan Adsorben Hydrilla Verticillata Termodifikasi Asam Sitrat."

Nugraha, R.S. 2021. "Penyisihan Logam Cadmium (Cd) Dalam Air Menggunakan Cincau Hijau (Prema Oblongifolia Merr.) Sebagai Bio Adsorben." *Tugas Akhir* (Cd).

Nurlaeli, P.D., Oktaviandra, R.R.R., dan Billah, M. 2020. "Pemanfaatan Tempurung Kluwak Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadarlogam Berat Tembaga." *ChemPro* 1(01):41–45. doi: 10.33005/chempro.v1i01.40.

Palar, H. 2012. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta.

Permata, M.A.D., Purwiyanto, A.I.S., dan Diansyah, G. 2018. "Kandungan Logam Berat Cu (Tembaga) Dan Pb (Timbal) Pada Air Dan Sedimen Di Kawasan Industri Teluk Lampung, Provinsi Lampung." *Journal of Tropical Marine Science* 1(1):7–14. doi: 10.33019/jour.trop.mar.sci.v1i1.667.

Pranoto, P., Martini, T., dan Maharditya, W. 2020. "Uji Efektivitas Dan Karakterisasi Komposit Tanah Andisol/Arang Tempurung Kelapa Untuk Adsorpsi Logam Berat Besi (Fe)." *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia* 16(1):50. doi: 10.20961/alchemy.16.1.33286.50-65.

Pratiwi, A.D. 2016. "Efektivitas Pemanfaatan Limbah Tulang Sapi Sebagai Adsorben Logam Cu dalam Air Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta"

Puspita, E., Ali, M.I.A., dan Rhusmana, S.M.L. 2018. "Pemanfaatan Pektin Dari Daun Cincau Hijau (Premna Oblongifolia Merr) Sebagai Biosorben Logam Fe." *Polban* 9:83–88.

Safrianti, L., Wahyuni, N., dan Zahara, T.A. 2012. Adsorpsi Timbal (II) Oleh Selulosa Limbah Jerami Pada Teraktivasi Asam Nitrat. JKK, 1(1), 1-7

Sasongko, E.B., Widyastuti, E., dan Priyono, R.E. 2014. "Study of Water Quality and Utility of Dug Well to the People around Kaliyasa Rivers Cilacap." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 12(2):72–82.

Sethu, V.S., Goey, K.S., Iffah, F.R., Khoo, M., dan Andresen, J.M. 2010. Adsorption Characteristics of Cu (II) Irons in Aqueous Solutions Using Mangifera Indica (Mango) Leaf Bioserbent. Journal of Environmental Research and Development 5(2). Hal 264-275.

Sholikhah, H.I., Putri, H.R., dan Inayati. 2021. "Pengaruh Konsentrasi Aktivator Asam Fosfat (H3PO4) Pada Pembuatan Karbon Aktif Dari Sabut Kelapa Terhadap Adsorpsi Logam Kromium." *Equilibrium Journal of Chemical Engineering* 5(1):45. doi: 10.20961/equilibrium.v5i1.53572.

Suhada, F.A. dan Alfiah, T. 2019. "Perbandingan Kemampuan Sargassum Sp. Dan Alginat Sebagai Adsorben Logam Cu Dengan Variasi PH." *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII 2019* 1(1):85–90.

Susilawati, N. dan Andriyanie, F. 2019. "Pengaruh Waktu Kontak Dan Aktivasi Ampas Tebu Terhadap Kapasitas Adsorpsi Logam Cr Dan Mn." *Prosiding Seminar Nasional IIHasil Litbangyasa Industri* 277–84.

Syaifie, P.H., Taufiq, A., dan Wardhani, G.A. 2019. "Sintesis, Karakterisasi Dan Aplikasi

Zeolit Berbahan Dasar Kaolin Dan Abu Sekam Padi Untuk Adsorpsi Logam Tembaga Dan Krom Dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam." *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik* 9(1):17. doi: 10.37209/jtbbt.v9i1.129.

Tabak, A., Baltas , N., Afsin, B., Emirik, M., Caglar, B., & Eren, E. 2010. Adsorption of Reactive Red 120 from Aqueous Solutionsby Cetylpiradinium-Bentonit. JournalChemistry Technology Biotechnology, 85(1), 1199-1207.

Tanjaya. 2010. "Tanaman Cincau." *International Journal of Development and Management Review* 5(1):212–24.

Udyani, K., dan Wulandari, Y. 2014. Aktivasi Zeolit Alam Untuk Peningkatan Kemampuan Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Biodiesel. Seminar Nasional Sains dan Teknologi II Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.

Utama, S., Kristianto, H., dan Andreas, A. 2016. "Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr (Vi)) Menggunakan Karbon Aktif Dari Bahan Baku Kulit Salak." *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (Vi):1–6.

Wardani, G.A. dan Wulandari, W.T. 2018. "Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminate) Sebagai Biosorben Ion Timbal(II)." *Jurnal Kimia VALENSI* 4(2):143–48. doi: 10.15408/jkv.v4i2.6918.

Windiastuti, R.T. dan Santoso, T. 2011. "Determination of Optimum PH and Contact Time from the Adsorption Process of Cu(II) Ions by Corn Cob (Zea Mays) Biomass." *Jurnal Akademika Kimia* 9(4):224–29. doi: 10.22487/j24775185.2020.v9.i4.pp224-229.

Wong, W. W., Abbas, F. M., Liong, M. T., dan Azhar, M. E. 2008. Modification of Durian Rind Pectin for Improving Biosorbent Ability. International Food Research Journal, 15(3), 363-365.

Yanthy, K.I., Sahara, E., Dewi, K.S.P. 2013. Spesiasi dan Bioavabilitas Logam Tembaga (Cu) pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen di Kawasan Pantai Sanur. Jurnal Kimia. 7(2):141-152

Yuhaz, Z.V.R. 2021. "Kemampuan Batu Apung Dengan Fe- Coated Pumice Sebagai Adsorben Penyisihan Logam Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Kemampuan Batu Apung Dengan Fe- Coated Pumice Sebagai Adsorben Penyisihan Logam."

Yustinah, Hudzaifah, Aprilia, M., dan Syamsudin, A. B. 2020. Kesetimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dengan Adsorben Tanah Diatomit Secara Batch. Konversi, 9(12), 17-27.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I

PREPARASI ADSORBEN

Gambar L.1 Pencucian Daun Cinau

Gambar L.2 Penghancuran Daun Cincau

Gambar L.3 Cincau Dalam Bentuk Agar

PROSES ADSORPSI

Gambar L.4 Pembuatan Larutan Induk Cu

Gambar L.5 Menimbang Massa Adsorben

Gambar L.6 Pengadukan Larutan 150 Rpm

Gambar L.7 Penyaringan Larutan Menggunakan Kertas Saring

Gambar L.8 Pengujian Larutan Cu Menggunakan AAS

LAMPIRAN II

PEMBUATAN LARUTAN

II.1 Pembuatan Larutan Induk Konsentrasi 1000 ppm

Massa $CuSO_4.5H_2O$ $= \frac{BM\ CuSO4.5H2O}{BM\ Cu} \times 1\ gram$

$= \frac{249{,}685\ {}^{g}/_{mol}}{63{,}55\ {}^{g}/_{mol}} \times 1\ gram$

= 3,928 gram

Pengenceran ke 10 ppm 1000 ml

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$

$= \frac{1000ml \times 10ppm}{1000ppm}$

= 10 ml

Pengenceran ke 25 ppm 50 ml

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$

$= \frac{50ml \times 25ppm}{1000ppm}$

= 1,25 ml

Pengenceran ke 50 ppm 50 ml

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$

$= \frac{50ml \times 50ppm}{1000ppm}$

= 2,5 ml

Pengenceran ke 75 ppm 50 ml

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$

$= \frac{50ml \times 75ppm}{1000ppm}$

= 3,75 ml

Pengenceran ke 100 ppm 50 ml

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$

$= \frac{50ml \times 100ppm}{1000ppm}$

= 5 ml

Pengenceran ke 125 ppm 50 ml

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$

$= \frac{50ml \times 125ppm}{1000ppm}$

= 6,25 ml

Pengenceran ke 150 ppm 50 ml

$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$

$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$

$= \frac{50ml \times 150ppm}{1000ppm}$

= 7,5 ml

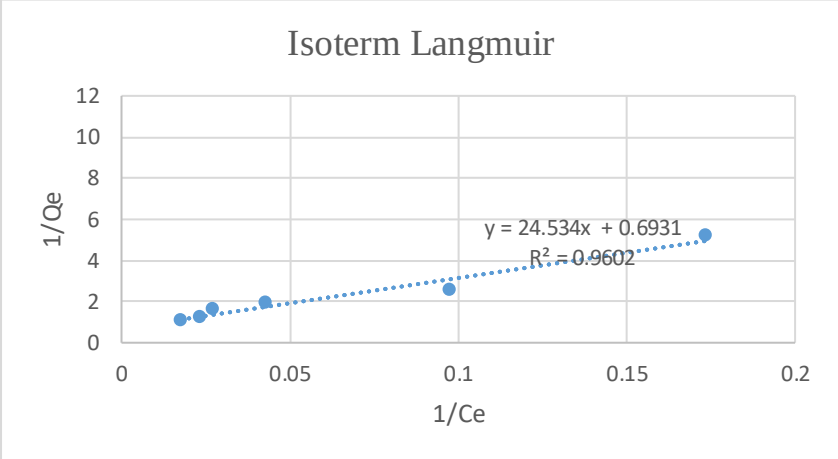
LAMPIRAN III

ISOTERM ADSORPSI

Lampiran Perhitungan Isoterm Langmuir dan Freundlich

Konsentrasi akhir	Qe (mg/g)	log Qe	C0 (ppm)	Ce (ppm)	Log Ce	Ln Ce	Ce/Qe	1/Qe	1/Ce
5.76	0.1924	-0.71579	25	5.76	0.760422	1.750937	29.93763	5.197505198	0.173611
10.28	0.3972	-0.40099	50	10.28	1.011993	2.3302	25.88117	2.517623364	0.097276
23.24	0.5176	-0.28601	75	23.24	1.366236	3.145875	44.89954	1.931993818	0.043029
37.01	0.6299	-0.20073	100	37.01	1.568319	3.611188	58.75536	1.58755358	0.02702
42.93	0.8207	-0.08582	125	42.93	1.632761	3.759571	52.309	1.218472036	0.023294
56.84	0.9316	-0.03077	150	56.84	1.754654	4.04024	61.01331	1.0734221	0.017593

Perhitungan isoterm Langmuir dilakukan plot 1/Qe terhadap 1/Ce, didapatkan persamaan y = 24,534x + 0,6931 dengan nilai R^2 = 0,9602



$$qmax = \frac{1}{intersep}$$

$$qmax = \frac{1}{0{,}6931}$$

$$qmax = 1{,}44279\ mg/g$$

$$KL = \frac{1}{24{,}534 \times 1{,}44279}$$

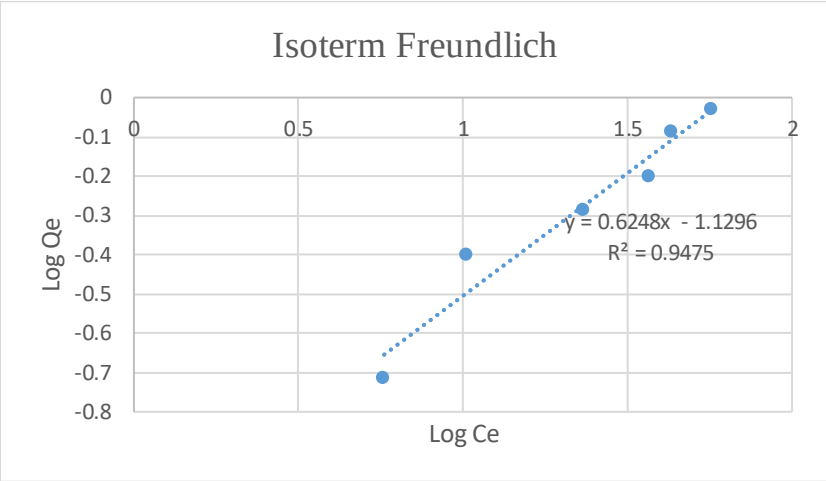
$$KL = 0{,}02825$$

$$RL = \frac{1}{1 + Ci + KL}$$

$$RL = 0{,}03222869$$

LANGMUIR					
Qo/slope	n/intercept	Qmax(mg/g)	KL	RL	R2
24.534	0.6931	1.44279	0.02825	0.03222869	0.9602

Perhitungan isoterm Freundlich dilakukan plot log Ce terhadap log Ce, didapatkan persamaan y = 0,6248x – 1,1296 dengan nilai R^2 = 0,9475



$$log\ Ce = \log kf + \frac{1}{n}\log Ce$$

$$\frac{1}{n} = slope$$

$$\frac{1}{n} = 0{,}6248$$

$$kf = antilog\ intercept$$

$$kf = 10^{intercept}$$

$$kf = 10^{1{,}1296}$$

$$kf = 13{,}47721$$

FREUNDLICH				
Slope	intercept	1/n	Kf	R2
0.6248	1.1296	0.6248	13.47721	0.9475

RIWAYAT HIDUP

Nama penulis adalah Aldy Dwi Putra atau biasa dikenal dengan panggilan Aldy, lahir di Pekanbaru, Riau pada 21 September 2001. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Sukirno dan Yetti Herawati. Penulis menempuh Pendidikan sekolah dasar SDIT Al-Ittihad Rumbai, kemudian sekolah menengah pertama di SMP Cendana Pekanbaru, dan sekolah menengah atas di SMAI Cikal Harapan I BSD. Pada tahun 2019, penulis masuk sebagai mahasiswa baru di Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia jalur prestasi. Selama kuliah penulis mengikuti berbagai kegiatan seperti kepanitian dan UKM yang ada dikampus, seperti menjadi *staff* keamanan dalam kegiatan Lintas Lingkungan 2020 dan UKM Basket. Penulis juga pernah menjalani magang di PT Pertamina Hulu Rokan pada semester enam.