



# Adsorpsi Ion Logam Cr (III) Menggunakan Limbah Ampas Kelapa Terimobilisasi Silika dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik

Siti Nadiya Hajati, Universitas Sapta Mandiri, Indonesia

## ABSTRACT

The adsorption study of Cr(III) metal ion using coconut dregs extract and silica immobilized coconut dregs extract with the help of ultrasonic waves has been carried out. The coconut dregs are waste from Pasa Amuntai, South Kalimantan. This research begins with the characterization of coconut dregs using FTIR, SEM-EDX, and XRD. The adsorption process of Cr(III) metal ion was carried out by adding the adsorbent to the metal solution. The results showed that the optimum pH for AK was reached at pH 4 while AKIS was at pH 5. The optimal contact time was obtained for each adsorbent at 60 minutes with an adsorbent mass of 0.7 g for AK and 0.3 g for AKIS. The adsorption kinetics follows *pseudo* second order kinetics and the adsorption isotherm follows the Langmuir isotherm. The maximum adsorption capacities of the adsorbents for AK and AKIS 0.308 and 1.150 mg.g<sup>-1</sup> at the optimum adsorption conditions, respectively.

## ARTICLE HISTORY

Submitted 13/05/2025  
Revised 13/06/2025  
Accepted 20/06/2025

## KEYWORDS

Adsorption; Cr(III) ions; coconut pulp; silica immobilization; ultrasonic waves

## CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ [sitinadiya.sn@gmail.com](mailto:sitinadiya.sn@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v7i1.11187>

## 1. PENDAHULUAN

Tanaman kelapa merupakan salah satu hasil kekayaan alam di Indonesia. Pemanfaatan buah kelapa sebagian besar masih dimanfaatkan pada pembuatan makanan dan minyak goreng (Hansen et al., 2010). Sebagian masyarakat belum mengetahui manfaat yang terkandung dalam tanaman kelapa termasuk ampas kelapa. Ampas kelapa memiliki kandungan polisakarida yaitu selulosa yang berfungsi sebagai adsorben (Maulidiyah, 2011). Adsorben pada ampas kelapa ini merupakan limbah yang kurang dimanfaatkan dan bersifat polar yang efektif dalam menyerap senyawa (Puspita, 2013).

Metode adsorpsi merupakan teknik yang umum digunakan pada pengolahan limbah yang mempunyai beberapa kelebihan yaitu mudah dioperasikan, efektif, dan dapat terdegradasi dalam menyerap logam berat. Prinsip adsorpsi berdasarkan interaksi ion logam dengan gugus fungsional seperti -OH, -NH, -SH, dan -COOH (Stumm & Morgan, 1995). Limbah logam berat merupakan limbah yang menjadi ancaman bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat (Ceribasi & Yetis, 2001).

Logam Cr(III) merupakan bentuk yang lebih stabil dan relatif kurang toksik, namun dalam jumlah tinggi tetap dapat membahayakan kesehatan. Cr(III) adalah logam biru abu yang bersifat cukup reaktif terhadap asam (Ibbet, dkk, 2007). Cr(III) akan membentuk Cr(III) oksida jika bereaksi dengan oksigen pada temperatur kamar. Selain stabil di udara, Cr(III) dapat teroksidasi membentuk lapisan tipis yang berperan sebagai lapisan pereaksi korosi untuk logam lain (Shriver, 2010). Tingkat keracunan Cr(III) pada manusia dapat diukur melalui kadar Cr(III) dalam urin. Cr(III) dalam tubuh manusia bisa masuk melalui makanan dan minuman yang menumpuk di ginjal dan liver dalam jangka waktu yang panjang. Sumber pencemaran Cr(III) berasal dari industri pelapisan krom, pabrik tekstil, cat, tinta, dan pengilangan minyak (Fessenden et al., 1997).

Teknik sonokimia yang memanfaatkan efek gelombang ultrasonik untuk mempengaruhi perubahan yang terjadi pada suatu proses kimia (Irawati et al., 2017). Keuntungan dari metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik yaitu lebih efisien dan waktu yang digunakan lebih singkat, sedangkan ekstraksi konvensional memberikan laju perpindahan massa yang rendah (Fuadi, 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji secara menyeluruh pemanfaatan ampas kelapa sebagai adsorben dalam menurunkan konsentrasi ion logam berat Cr(III) dari larutan. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengkarakterisasi sifat fisik dan kimia dari ampas kelapa sebagai adsorben menggunakan instrumen FTIR, SEM-EDX, dan XRD. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh berbagai parameter adsorpsi, yaitu pH larutan,

massa adsorben, waktu kontak, konsentrasi awal Cr(III), serta mengevaluasi model kinetika dan isoterm adsorpsi yang paling sesuai dalam proses penyerapan ion Cr(III) oleh ampas kelapa.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui kinetika, isoterm adsorpsi, dan kemampuan ekstrak ampas kelapa dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika sebagai adsorben dalam mengadsorpsi ion logam Cr(III)

### 2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Universitas Gadjah Mada, yang berlokasi di Jalan Bulaksumur, Caturtunggal, Kapanewon Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, pada bulan Januari. Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini diperkirakan berlangsung selama enam bulan, yaitu pada semester ganjil tahun akademik 2023/2024.

### 2.3 Target/Subjek Penelitian

Bahan-bahan dalam penelitian ini adalah bahan kimia yang digunakan dari Merek yaitu serbuk Cr(III), NaOH, HCl, Silika, N-heksana, kertas saring whatman, ampas kelapa (Pasar amuntai Kal-Sel), dan aquabides (PT jaya santosa). Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS, Thermo SCIENTIFIC iCE 3000 SERIES), Fourier Transform Infra Red (FT-IR, Shimadzu model FR-IR Prestige 21), Scanning Electron Microscope Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDX, JSM- 6510LA), X-Ray Diffraction (XRD, X'Pert Propnalytical), Ultrasonic bath (Branson 5800), pH meter (Xingweiqiang), satu set alat pengaduk magnet (Thermo Scientific), pengaduk magnet (magnetic stirrer), pyrex (gelas beker, corong pemisah, pipet volume, pipet tetes, propipet, spatula, erlenmeyer), ayakan 60 mesh (Sieve), neraca analitik (Metler Toledo ME204E), dan oven (Kirin).

### 2.4 Prosedur

#### a. Preparasi Pembuatan Adsorben Dari Limbah Ampas Kelapa

Preparasi diawali dengan bahan baku pembuatan adsorben yaitu limbah ampas kelapa. Preparasi dilakukan meliputi pencucian, pengeringan, penghalusan, pengayakan, dan penghilangan minyak. Ampas kelapa dibersihkan dari kotoran yang menempel kemudian dicuci dengan air bersih, disaring, lalu diperas. Ampas kelapa dicuci berulang-ulang sampai didapatkan sisa air hasil penyaringan berwarna jernih kemudian diperas menggunakan kain untuk mengurangi kandungan air. Ampas kelapa yang sudah diperas kemudian dikeringkan menggunakan oven 3 jam dengan temperatur 70°C, setelah ampas kelapa kering kemudian digerus dan diayak dengan ukuran 60 mesh. Hasil pengayakan diperoleh serbuk ampas kelapa dan siap digunakan untuk ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik.

#### b. Ekstraksi Serbuk Ampas Kelapa

Proses ekstraksi pada penelitian ini dilakukan menggunakan gelas beker dengan alat ultrasonik bath selama 2 jam dengan temperatur 60°C dengan perbandingan antara ampas kelapa sebanyak 25 gram dalam 100 mL N-heksana. Serbuk ampas kelapa yang sudah diekstrak kemudian dikeringkan 3 jam dalam oven pada suhu 70°C. Serbuk ampas kelapa kemudian diayak lagi dengan ukuran 60 mesh. Serbuk ampas kelapa ini siap digunakan sebagai adsorben (AK).

#### c. Imobilisasi Silika Pada Ekstrak Ampas Kelapa

Proses imobilisasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan gelas beker dengan alat magnetic stirrer selama 20 jam pada temperatur 25°C dengan perbandingan 4 (adsorben ekstraksi ampas kelapa (gr) : 1 (silika (gr)) menggunakan pelarut 80 mL NaOH 0,1 M. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring whatman no.1, kemudian pelarut diganti dengan 100 mL NaOH 0,05 M selama 3 jam. Setelah itu disaring lagi, pelarut diganti dengan akuabides sampai pH 7. Serbuk ekstraksi ampas kelapa ini siap digunakan sebagai adsorben ekstraksi ampas kelapa imobilisasi silika (AKIS).

#### d. Karakterisasi Adsorben

Serbuk ekstrak ampas kelapa (AK) dan ekstrak ampas kelapa imobilisasi silika (AKIS) yang digunakan sebagai adsorben dikarakterisasi dengan Fourier Transform Infra Red (FTIR) untuk mengetahui gugus-gugus fungsional, SEM-EDX untuk mengamati morfologi permukaan dan komposisi unsur pada adsorben, XRD untuk struktur kristal.

#### e. Uji Adsorpsi Ekstraksi Ampas Kelapa Dan Ekstraksi Ampas Kelapa Terimobilisasi Silika Terhadap Ion Logam Cr(III)

- **Penentuan Pengaruh pH**

Adsorben ekstrak ampas kelapa (AK) dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS) ditimbang sebanyak 0,2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur yang berisi 25 mL larutan Cr(III) dengan variasi pH larutan 3-8 dengan menggunakan campuran larutan HCl dan NaOH. Campuran diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 60 menit pada suhu 25°C. Setelah proses adsorpsi selesai lalu campuran adsorben dan adsorbat disaring dan kandungan logam dianalisis dengan menggunakan instrumen AAS.

- **Penentuan Variasi Massa Adsorben**

Adsorben ekstrak ampas kelapa (AK) dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS) ditimbang sebanyak 0,2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur yang berisi 25 mL larutan Cr(III) dengan variasi massa 0,1-0,5 gram. Campuran diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 60 menit pada suhu 25°C kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh diukur massa adsorben dengan menggunakan instrumen AAS.

- **Penentuan Variasi Waktu**

Adsorben ekstrak ampas kelapa (AK) dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS) ditimbang sebanyak 0,2 gram kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur yang berisi 25 mL larutan Cr(III) dengan variasi waktu (30, 60, 90, 120 dan 150 menit) lalu disaring filtrat yang diperoleh, diukur dengan menggunakan instrument AAS.

- **Penentuan Variasi Konsentrasi**

Adsorben ekstrak ampas kelapa (AK) dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS) ditimbang sebanyak 0,2 gram kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur yang berisi 25 mL larutan Cr(III) dengan variasi konsentrasi (15, 25, 50, 75, dan 100 ppm) kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh diukur dengan menggunakan instrument AAS.

## **2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan langsung saat terjadinya penelitian di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada. Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari 5 tahap yaitu preparasi pembuatan adsorben dari limbah ampas kelapa, ekstraksi serbuk ampas kelapa, imobilisasi silika pada ekstrak ampas kelapa, karakterisasi adsorben, dan uji adsorpsi ekstraksi ampas kelapa dan ekstraksi ampas kelapa terimobilisasi silika terhadap ion logam Cr(III).

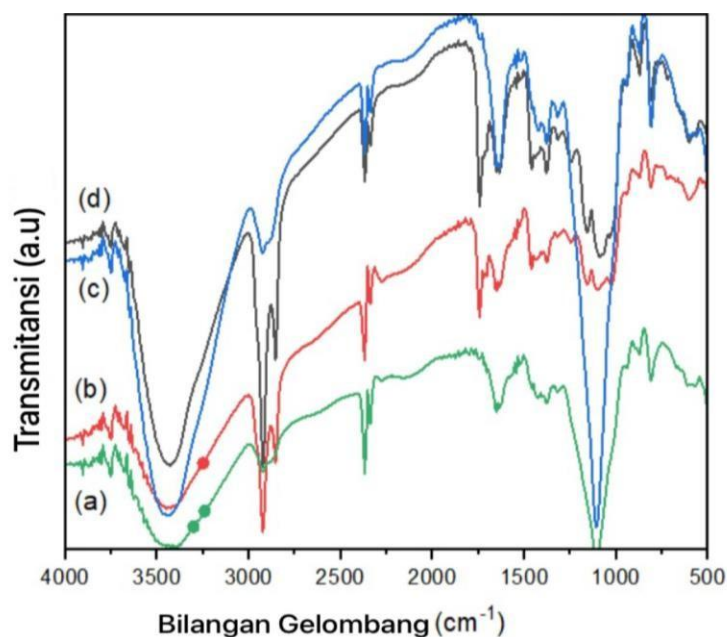
## **2.6 Teknik Analisis Data**

Analisa data yang diperoleh yaitu hasil dari Cr(III) pada ekstrak ampas kelapa (AK) dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS) dengan metode FTIR, SEM-EDX, XRD

# **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

## **3.1 Karakterisasi Ekstraksi Ampas Kelapa Dan Ekstraksi Ampas Kelapa Imobilisasi Silika Dengan Spektrofotometer IR**

Karakterisasi dengan menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi yang terdapat pada ekstraksi ampas kelapa (AK) dan ekstraksi ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS). Hasil karakterisasi ditunjukkan pada gambar. 1 terlihat adanya pita serapan yang lebar dan kuat pada bilangan gelombang  $3448\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan karakteristik vibrasi regangan O-H. Keberadaan ikatan gugus fungsi hidroksi (-OH) terdapat pada struktur molekul ampas kelapa (Gorgievski et al., 2013). Dua pita serapan pada bilangan gelombang 2924 dan  $2854\text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi simetri dan asimetri yang terdapat pada regangan C-H yaitu gugus alkil ( $\text{CH}_2$ ) (Iqbal et al., 2009). Jika hasil spektrum FTIR dibandingkan sebelum dan sesudah menggunakan adsorpsi ion logam Cr(III), dapat dilihat terjadi pergeseran pita serapan gugus hidroksil (O-H) dan C-O sedangkan gugus C-H,  $-\text{CH}_2$ , OH, dari  $\text{H}_2\text{O}$ , C-H aromatik tidak mengalami tidak mengalami pergeseran pita serapan. Pada adsorben AK pita serapan bergeser dari  $3448$  ke  $3425\text{ cm}^{-1}$  dan AKIS pita serapan O-H bergeser dari  $3464$  ke  $3448\text{ cm}^{-1}$ . Pita serapan C-O pada adsorben AK bergeser dari  $1103$  ke  $1080\text{ cm}^{-1}$ .



Gambar 1. Spektra IR a) AKIS-Cr; b) AK-Cr; c) AKIS; d) AK

Karakterisasi pergeseran serapan gugus fungsi menunjukkan terjadi interaksi antara ion Cr(III) dengan gugus fungsi hidroksil (OH) dan C-O (Gorgievski et al., 2013). Hal ini disebabkan ketika terjadi interaksi antara gugus OH dan ion logam Cr(III) maka massa tereduksi menjadi lebih besar. Berdasarkan hukum Hooke semakin besar massa tereduksi maka nilai bilangan gelombang menjadi lebih kecil. Secara umum, adsorben yang digunakan pada penelitian ini (AK dan AKIS) mengandung gugus hidroksil yang berperan penting dalam adsorpsi ion logam Cr(III).

Ion logam Cr(III) dapat berinteraksi dengan gugus-gugus fungsional yang terdapat pada permukaan ampas kelapa, seperti gugus hidroksil (–OH), gugus eter atau alkohol (C–O), dan gugus alkil (–CH<sub>2</sub>). Gugus-gugus ini berasal dari senyawa lignoselulosa, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin, yang secara alami menyusun biomassa ampas kelapa. Interaksi utama antara ion Cr(III) dan permukaan ampas kelapa kemungkinan besar melibatkan ikatan koordinasi dan interaksi elektrostatis antara ion Cr(III) dengan gugus hidroksil (–OH) dan C–O. Gugus alkil lebih berperan sebagai penstabil struktural daripada sebagai situs aktif adsorpsi (Kusumawardani et al., 2018).

Interaksi dengan Gugus Hidroksil (–OH) dan C–O bersifat polar dan memiliki pasangan elektron bebas pada atom oksigen, sehingga mampu berperan sebagai ligan donor dalam membentuk ikatan koordinasi dengan ion logam Cr(III). Ion Cr(III) yang memiliki muatan positif tinggi (kation trivalen) bersifat elektrofilik dan cenderung membentuk kompleks dengan gugus yang memiliki kemampuan donasi elektron. Mekanisme yang terjadi pada ikatan koordinasi pasangan elektron bebas dari atom O pada gugus –OH atau C–O berinteraksi langsung dengan orbital kosong Cr(III). Pada ikatan hidrogen meskipun lemah, gugus –OH dapat berkontribusi dalam membentuk ikatan hidrogen dengan air terhidrasi di sekitar ion logam, mempengaruhi lingkungan adsorpsi. Pada interaksi elektrostatis jika permukaan adsorben bermuatan negatif (pada pH tertentu), maka ion Cr(III) dapat tertarik secara elektrostatis ke permukaan tersebut.

### 3.2 Karakterisasi Ekstraksi Ampas Kelapa Dan Ekstraksi Ampas Kelapa Imobilisasi Silika Dengan SEM-EDX

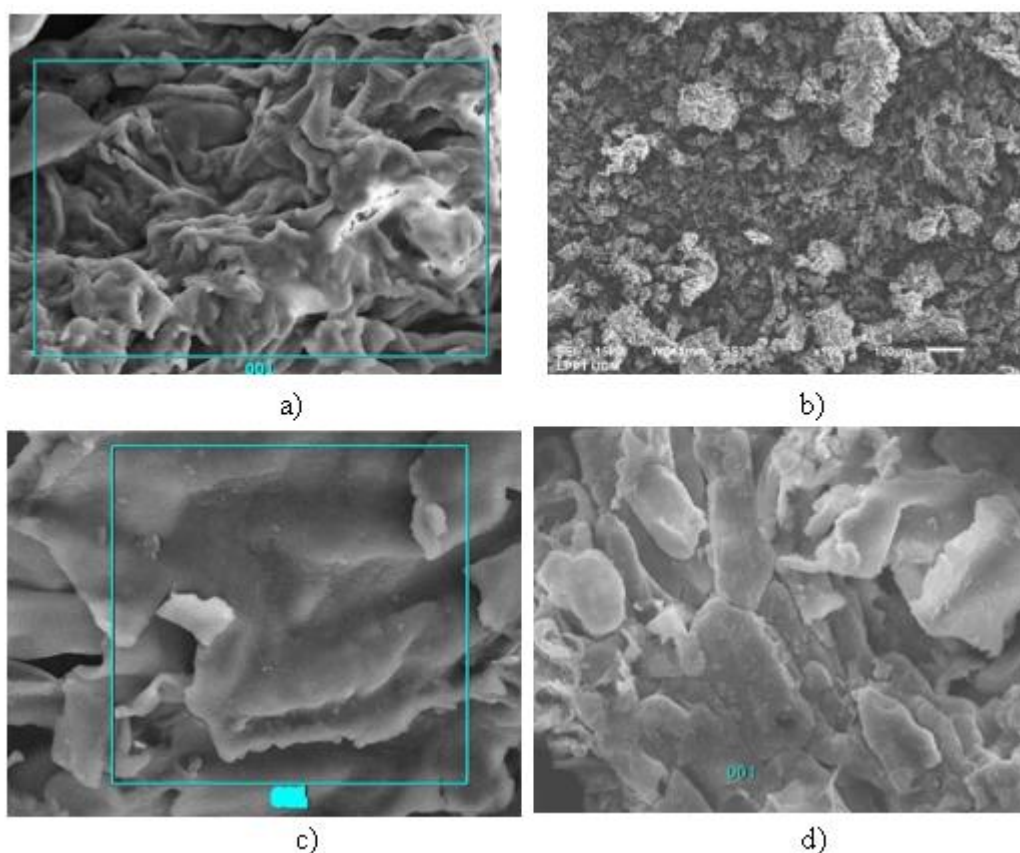
Analisis SEM dilakukan untuk mengamati perubahan morfologi permukaan adsorben setelah berinteraksi dengan ion logam Cr(III). Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa adsorben AK dan AKIS sebelum interaksi mempunyai struktur permukaan yang tidak beraturan dan berpori. Pada permukaan kedua adsorben mempunyai morfologi dengan tekstur permukaan yang lekuk (Gambar a dan b). Setelah proses adsorpsi dilakukan, tekstur lekuk tidak mengalami perubahan dan pori pada permukaan AK dan AKIS tidak terlihat dan bintil kecil yang berlapis muncul di permukaan adsorben. Selain itu, interaksi AK dan AKIS dengan ion logam Cr(III) menyebabkan pembentukan bongkahan kecil pada permukaan adsorben (Gambar c dan d). Keadaan ini hampir sama jika dibandingkan dengan hasil SEM adsorpsi ion logam Cu(II), Ni(II), dan Pb(II), menggunakan residu ampas kelapa seperti Gambar 2. Munculnya bongkahan kecil pada permukaan adsorben menunjukkan adanya interaksi yang terjadi antara adsorben dengan ion logam Cr(III).

Hasil analisis EDX pada AK setelah interaksi ion logam Cr(III) ditunjukkan oleh gambar 3. Berdasarkan hasil analisis EDX pada gambar 3 keberadaan unsur C dan O sebagai komponen utama yang menunjukkan intensitas terdeteksi cukup tinggi pada nilai energi 0,277 dan 0,525 keV. Pada spektrum EDX keberadaan ion logam Cr(III) juga

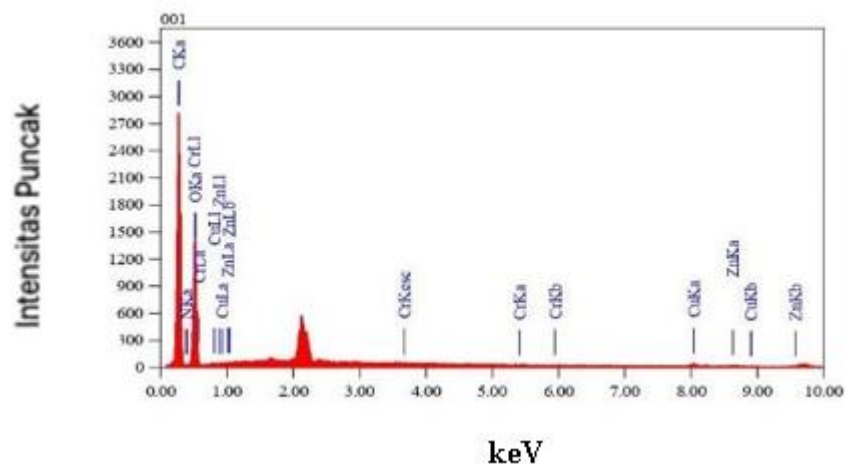
dapat diamati dari adsorben. Hasil interaksi adsorben dengan ion Cr(III) menunjukkan puncak dengan intensitas rendah yang teramati pada nilai energi 5,411 keV dengan komposisi sebesar 0,74%. Keberadaan ion logam Cr(III) pada permukaan adsorben setelah interaksi mengindikasikan terjadi ikatan antara logam Cr(III) dengan unsur yang ada pada permukaan adsorben.

Hasil analisis EDX terhadap permukaan ampas kelapa menunjukkan bahwa sebelum proses adsorpsi, unsur kromium (Cr) tidak terdeteksi atau terdeteksi dalam jumlah yang sangat kecil, yaitu sekitar 0,02% berat. Setelah proses adsorpsi ion Cr(III), terjadi peningkatan yang signifikan dalam kandungan unsur Cr, yaitu menjadi sebesar 3,15% berat. Peningkatan ini menandakan bahwa ion Cr(III) telah berhasil teradsorpsi dan menempel pada permukaan adsorben. Hal ini didukung oleh munculnya puncak karakteristik Cr dalam spektrum EDX setelah adsorpsi, yang tidak ditemukan pada spektrum sebelum adsorpsi.

Kehadiran unsur Cr pada permukaan ampas kelapa setelah kontak dengan larutan Cr(III) membuktikan bahwa adsorpsi telah berlangsung secara efektif. Interaksi ini kemungkinan terjadi melalui mekanisme ikatan koordinasi antara ion Cr(III) dan gugus fungsional ( $-OH$  dan  $C-O$ ) pada permukaan adsorben, serta interaksi elektrostatik. Adsorben AK dan AKIS termasuk jenis adsorpsi kimia karena energi adsorpsi yang dihasilkan AK 23,3750 kJ/mol dan AKIS 30,7724 kJ/mol. Pada adsorpsi fisika  $< 20$  kJ/mol, sedangkan adsorpsi kimia  $> 20$  kJ/mol.



Gambar 2. Citra SEM a) AK; b) AKIS; c) AK-Cr; d) AKIS-Cr



Gambar 3. Spektra EDX dari AKIS-Cr

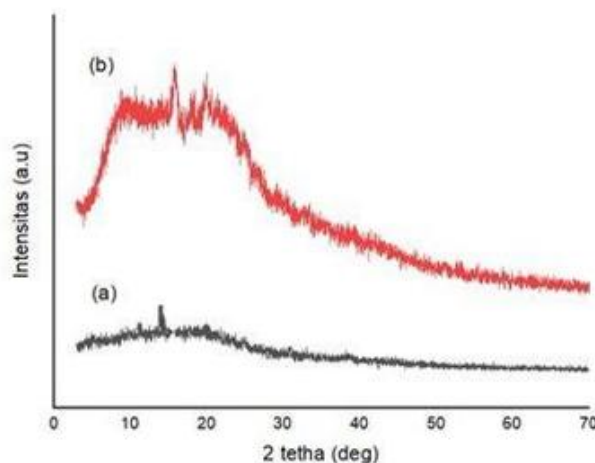
### 3.3 Karakterisasi Ekstraksi Ampas Kelapa Dan Ekstraksi Ampas Kelapa Imobilisasi Silika Dengan *X-Ray Diffraction* (XRD)

Difraktogram pada Gambar 4 diinterpretasi dengan cara membandingkan nilai  $2\theta$  puncak utama yang muncul pada difratogram ampas kelapa dengan data difratogram pada *Crystallography Open Database* (COD). hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan munculnya puncak difraksi khas kuarsa ( $\text{SiO}_2$  kristalin) yang tidak terdapat sebelumnya. Hal ini menandakan bahwa telah terjadi pembentukan fasa kristalin baru, bukan sekadar peningkatan intensitas dari fasa yang sudah ada.

Sebelum imobilisasi material dasar (ampas kelapa) tidak mengandung silika kristalin dalam bentuk kuarsa. Jika silika ada, bentuknya umumnya amorf atau tersebar tidak teratur, sehingga tidak menimbulkan puncak difraksi tajam pada XRD. Selama Imobilisasi Prekursor silika yang ditambahkan mengalami proses hidrolisis dan kondensasi, membentuk jaringan Si–O–Si. Pada kondisi tertentu, seperti pH netral hingga basa, suhu yang serta adanya waktu reaksi yang cukup, struktur silika dapat mengalami reorganisasi dan kristalisasi menjadi fasa kuarsa. Setelah Imobilisasi berdasarkan data difratogram COD, puncak yang muncul pada  $2\theta$  20,79; 26,57; 36,42; 39,37; 40,16; 42,31; 59,75; 67,95  $^\circ$  (COD 00-9005019) merupakan puncak dari kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ). Hal ini menunjukkan bahwa imobilisasi tidak hanya menambahkan silika secara fisik, tetapi juga mengubah struktur internal adsorben dengan membentuk fasa kuarsa yang stabil secara termodinamik.

Dengan demikian, kemunculan kuarsa setelah proses imobilisasi silika merupakan bukti terjadinya pembentukan fasa baru, bukan hanya peningkatan kristalinitas. Ini memperlihatkan bahwa perlakuan selama proses imobilisasi telah menghasilkan transformasi struktur silika dari bentuk amorf menjadi bentuk kristalin (kuarsa), yang terdeteksi melalui karakterisasi XRD. Jumlah ion Cr(III) yang teradsorpsi pada adsorben AK

mengalami kenaikan dari 0,228 menjadi 0,308 mg/g sedangkan kapasitas adsorpsi ion logam Cr(III) pada adsorben AKIS meningkat dari 0,290 menjadi 1,150 mg/g.



Gambar 4. Profil difratogram (a) ekstrak ampas kelapa; (b) ekstrak ampas kelapa imobilisasi silika

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa mineral kuarsa muncul pada ekstrak ampas kelapa sesudah terimobilisasi silika. Mineral kuarsa memiliki intensitas yang lebih tinggi dari ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika. Dalam proses ekstraksi ampas kelapa yang melibatkan imobilisasi silika terdapat adanya kuarsa.

Tabel 1. Interpretasi data XRD ekstrak ampas kelapa dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika

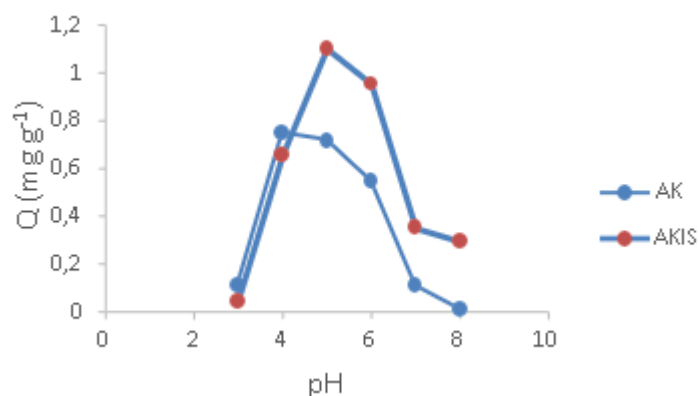
| Sampel                                        | 2 $\Theta$ (°) | d-spacing (Å) | Intensitas (%) | Size   |
|-----------------------------------------------|----------------|---------------|----------------|--------|
| Ekstrak Ampas Kelapa<br>Terimobilisasi Silika | 35,318         | 2,5392        | 9              | Kuarsa |
|                                               | 36,636         | 2,4508        | 7              | Kuarsa |
|                                               | 37,469         | 2,3982        | 9              | Kuarsa |
|                                               | 40,147         | 2,2442        | 7              | Kuarsa |
|                                               | 40,372         | 2,2322        | 10             | Kuarsa |
|                                               | 44,536         | 2,0327        | 9              | Kuarsa |
|                                               | 49441          | 1,8419        | 8              | Kuarsa |

### 3.4 Adsorpsi Ion Logam Cr(III)

Pada penelitian ini dikaji beberapa parameter yang memperngaruhi proses adsorpsi ion logam Cr(III) dengan ekstrak ampas kelapa (AK) dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS) sebagai adsorben. Parameter yang diteliti yaitu pengaruh variasi pH, massa adsorben, waktu, dan konsentrasi awal.

#### 1. Pengaruh Variasi pH Terhadap Adsorpsi Ion Logam Cr(III)

Kajian ini dilakukan untuk mengetahui pH larutan yang memberikan adsorpsi paling besar. Jumlah ion logam teradsorpsi sebagai fungsi pH disajikan dalam kurva pada Gambar 5.

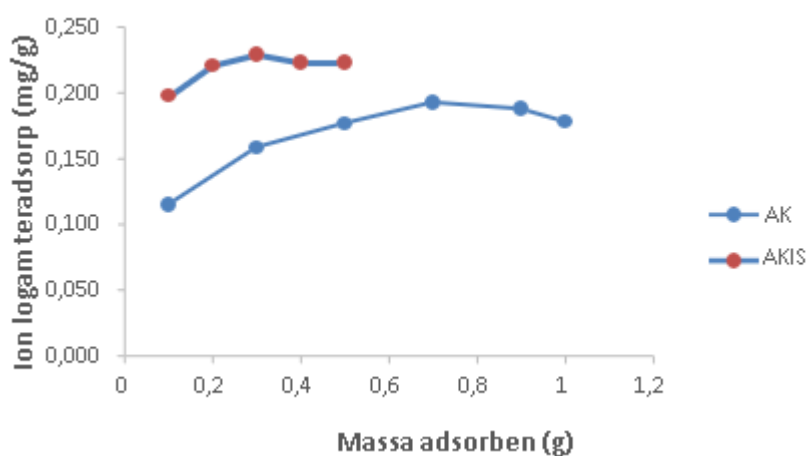


Gambar 5. Pengaruh pH larutan terhadap adsorpsi ion logam Cr(III) pada ekstrak ampas kelapa (AK) dan ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS)

Hasil penelitian pengaruh pH larutan terhadap kapasitas adsorpsi ion logam Cr(III) dapat dilihat pada Gambar 5. Menunjukkan bahwa semakin tinggi pH, ion logam yang teradsorpsi semakin meningkat dan mencapai maksimum pada pH 4 untuk adsorben ekstraksi ampas kelapa (AK) sedangkan untuk adsorben ekstraksi ampas kelapa terimobilisasi silika pada pH 5 (AKIS), dengan kapasitas adsorpsi masing-masing 0,750 dan 1,104 mg g<sup>-1</sup> dan pada pH lebih besar dari 4 dan 5 ion logam yang teradsorpsi semakin menurun. Pada pH rendah konsentrasi H<sup>+</sup> dalam larutan relatif besar.

## 2. Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Adsorpsi Ion Logam Cr(III)

Adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* pada suhu kamar. Jika adsorpsi dilakukan pada suhu tinggi maka akan terjadi tumbukan antar partikel logam akan semakin besar sehingga logam yang teradsorpsi semakin sedikit. Pengaruh massa adsorben terhadap ion logam Cr(III) ditunjukkan pada Gambar 6.

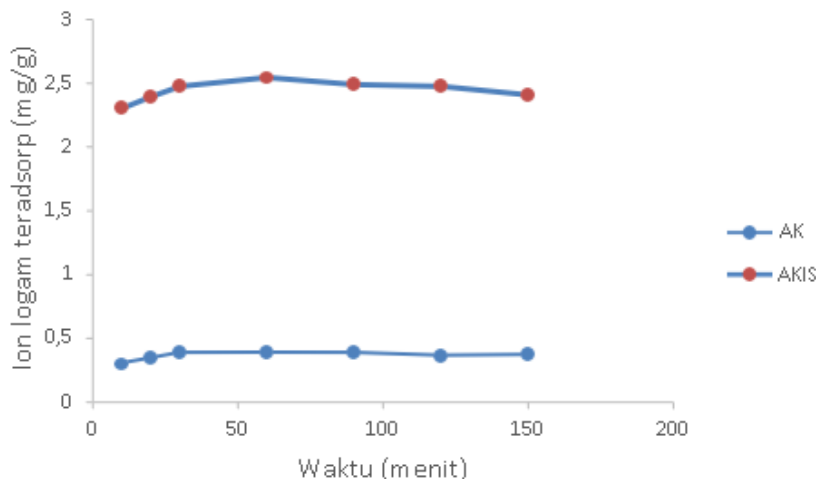


Gambar 6. Pengaruh massa adsorben terhadap adsorpsi ion logam Cr(III) pada AK dan AKIS

Hasil analisis pengaruh massa adsorben terhadap penyerapan ion logam Cr(III) pada Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin banyak adsorben yang digunakan, semakin besar pula penyerapan ion logam Cr(III) pada masing-masing adsorben. Pada penambahan adsorben dengan massa yang lebih besar maka akan menurunkan jumlah ion logam yang terserap dan kapasitas adsorpsi yang didapat mengalami penurunan. Hal ini karena penyerapan yang semakin besar seiring dengan banyaknya adsorben yang digunakan dapat mengakibatkan situs aktif pada adsorben juga akan bertambah. Keadaan ini yang menyebabkan jumlah ion logam yang terserap semakin banyak. Sehingga persen penyerapan semakin besar.

### 3. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Ion Logam Cr(III)

Kajian ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang optimal untuk adsorpsi ion logam Cr(III). Hubungan antara lama waktu kontak dengan banyaknya logam yang teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 7. Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka ion logam yang teradsorpsi juga akan semakin sedikit.



Gambar 7. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam Cr(III) pada AK dan AKIS

Gambar 7 menunjukkan adanya peningkatan adsorpsi ion logam pada menit 30 sampai 60 kemudian pada waktu selanjutnya kenaikan logam yang teradsorpsi tidak terlalu besar. Hal ini terjadi karena semua sisi aktif adsorben telah mengikat ion logam sehingga kenaikan tingkat adsorpsinya menjadi tidak besar. Waktu optimum interaksi ion logam Cr(III) dengan adsorben AK dan AKIS tercapai pada menit ke-60 dengan kapasitas adsorpsi masing-masing 0,393 dan 2,547 mg/g.

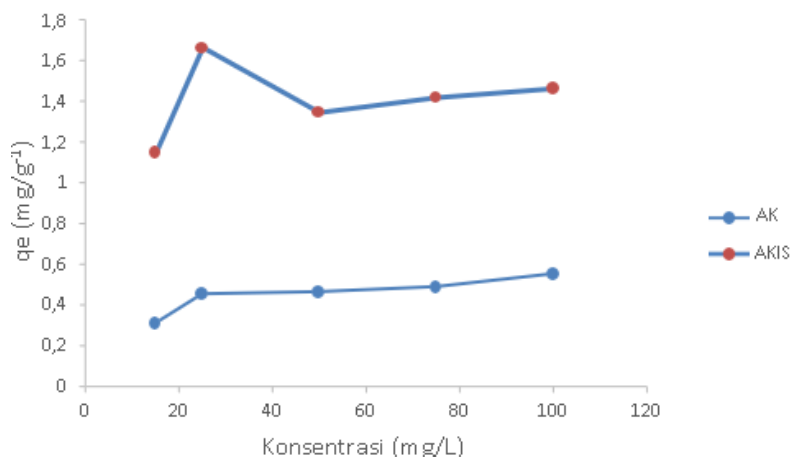
Tabel 2. Nilai R<sup>2</sup> pada setiap masing-masing persamaan orde

| Model Kinetika   | Persamaan Linear                                       | Nilai R <sup>2</sup> |        |
|------------------|--------------------------------------------------------|----------------------|--------|
|                  |                                                        | AK                   | AKIS   |
| Orde nol         | $C = C_0 - kt$                                         | 0,6326               | 0,4856 |
| Orde satu        | $\ln C = \ln C_0 - kt$                                 | 0,6425               | 0,3401 |
| Orde dua         | $\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = kt$                     | 0,6515               | 0,1905 |
| Orde tiga        | $\frac{1}{C^2} - \frac{1}{C_0^2} = 2kt$                | 0,6594               | 0,1405 |
| Pseudo orde satu | $\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - kt$                       | 0,0008               | 0,0526 |
| Pseudo orde dua  | $\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$ | 0,998                | 0,999  |

Pemilihan model kinetika reaksi pseudo orde dua didasarkan pada tingginya linearitas grafik kinetika adsorpsi. Linearitas persamaan kinetika *pseudo* orde dua adsorpsi Cr(III) oleh AK dan AKIS adalah 0,998 dan 0,999.

### 4. Pengaruh Konsentrasi Awal Terhadap Adsorpsi Ion Logam Cr(III)

Konsentrasi awal pada ion logam dapat memberikan efek terhadap proses adsorpsi. Semakin kecil konsentrasi maka jumlah logam yang terkandung pada larutan akan semakin rendah. Sehingga, dapat di adsorpsi dengan baik oleh adsorben. Dari Gambar 8 memperlihatkan pengaruh konsentrasi awal ion logam Cr(III) terhadap adsorben AK dan AKIS.



Gambar 8. Pengaruh konsentrasi awal terhadap adsorpsi ion logam Cr(III) pada AK dan AKIS

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi Cr(III) pada AKIS lebih besar daripada AK, dengan nilai masing-masing 1,150 dan 0,308 mg/g. Hasil yang ditunjukkan Gambar 8 bahwa jumlah ion logam teradsorpsi oleh adsorben meningkat ketika konsentrasi awal logam dinaikkan. Ketika konsentrasi awal Cr(III) dinaikkan dari 15 sampai 100 mg L<sup>-1</sup> jumlah ion Cr(III) yang teradsorpsi pada adsorben AK mengalami kenaikan dari 0,228 menjadi 0,308 mg/g sedangkan kapasitas adsorpsi ion logam Cr(III) pada adsorben AKIS meningkat dari 0,290 menjadi 1,150 mg/g.

Tabel 3. Hasil analisis isoterm adsorpsi

| Parameter Isoterm |                                       | Cr(III)                |                        |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|
|                   |                                       | AK                     | AKIS                   |
|                   | Pers. Linear                          | $y = 0,2447x - 0,6387$ | $y = 0,0162x + 0,1343$ |
|                   | R <sup>2</sup>                        | 0,7532                 | 0,0693                 |
| Freundlich        | n                                     | 4,0866                 | 61,7283                |
|                   | K <sub>f</sub> (L mg <sup>-1</sup> )  | 0,2297                 | 1,3623                 |
|                   | Pers linear                           | $y = 1,6952x + 7,0431$ | $y = 0,6946x + 0,1457$ |
| Langmuir          | R <sup>2</sup>                        | 0,9781                 | 0,9979                 |
|                   | q <sub>m</sub> (mg/g)                 | 0,0113                 | 0,0276                 |
|                   | K <sub>L</sub> (L mol <sup>-1</sup> ) | 12,5149                | 247,82                 |
|                   | E <sub>ads</sub> (kJ/mol)             | 23,3750                | 30,7724                |

Isoterm langmuir mengasumsikan adsorpsi *monolayer* merupakan adsorpsi yang terjadi pada situs homogen spesifik adsorben, setiap molekul adsorbat setara secara energi dan tidak ada transmigrasi adsorbat dalam bidang permukaan. Isoterm freundlich mengasumsikan bahwa proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben dengan situs yang terdistribusi secara heterogen dan tidak mengasumsikan adanya adsorpsi monolayer. Adsorben AK dan AKIS termasuk jenis adsorpsi kimia karena energi adsorpsi yang dihasilkan AK 23,3750 KJ/mol dan AKIS 30,7724 kJ/mol. Pada adsorpsi fisika <20 kJ/mol, sedangkan adsorpsi kimia >20 kJ/mol.

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang diperoleh, maka peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian pada kemampuan ekstraksi ampas kelapa imobilisasi silika memiliki kemampuan adsorpsi ion logam Cr(III) yaitu massa adsorben 0,3 gr dan waktu 30 menit, sedangkan ekstraksi ampas kelapa yaitu massa adsorben 0,7 gr dan waktu 60 menit.
2. Adsorpsi ion logam Cr(III) dipengaruhi oleh pH dengan konsentrasi 25 mg/L oleh adsorben ekstraksi ampas kelapa (AK) mencapai maksimum pada pH 4, sedangkan adsorben ekstrak ampas kelapa terimobilisasi silika (AKIS) mencapai maksimum pada pH 5.

3. Hasil kajian kinetika adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi ion logam Cr(III) oleh adsorben AK sebesar 0,998 dan AKIS 0,999 mengikuti reaksi *pseudo* orde dua.
4. Hasil kajian isoterm adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi ion logam Cr(III) oleh adsorben AK dan AKIS mengikuti isoterm langmuir dengan nilai kapasitas adsorpsi untuk logam Cr(III) masing-masing sebesar 0,590 mg/g dan 1,440 mg/g.

#### 4.2 Saran

Disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut tentang karakterisasi, kinetika, dan isoterm adsorpsi baik pada adsorben dan logam yang lain dengan ekstraksi bantuan gelombang ultrasonik agar bisa dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya. Pentingnya gelombang ultrasonik ini yaitu efisiensi ekstraksi, waktu singkat, penggunaan pelarut yang lebih ringan, dan mendapatkan kualitas produk yang lebih baik.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Çeribasi, I. H., & Yetis, U. (2001). Biosorption of Ni(ii) and Pb(ii) by *Phanerochaete Chrysosporium* From a Binary Metal System - Kinetics. *Water SA*, 27(1), 15–20. <https://doi.org/10.4314/wsa.v27i1.5004>
- Fessenden, R. J., Fessenden, J. S., & Pudjaatmaka, A. H. (1997). *Kimia Organik*. Erlangga.
- Fuadi, A. (2014). Ultrasonik sebagai Alat Bantu Ekstraksi Oleoresin Jahe. *Jurnal Teknologi*, 12(1).
- Gorgievski, M., Božić, D., Stanković, V., Štrbac, N., & Šerbula, S. (2013). Kinetics, equilibrium and mechanism of Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> ions biosorption using wheat straw. *Ecological Engineering*, 58, 113–122. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.06.025>
- Hansen, H. K., Arancibia, F., & Gutiérrez, C. (2010). Adsorption of Copper Onto Agriculture Waste Materials. *Journal of Hazardous Materials*, 180(1–3), 442–448. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.04.050>
- Iqbal, M., Saeed, A., & Zafar, S. I. (2009). FTIR Spectrophotometry, Kinetics and Adsorption Isotherms Modeling, Ion Exchange, and EDX Analysis for Understanding the Mechanism of Cd<sup>2+</sup> and Pb<sup>2+</sup> Removal by Mango Peel Waste. *Journal of Hazardous Materials*, 164(1), 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.07.141>
- Irawati, D. A., Hamzah, B., & Rahman, N. (2017). Pengaruh Ion Logam Cu(II) Terhadap Persen Ekstraksi Ion Pb(II) Menggunakan Teknik Emulsi Membran Cair. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(4), 172. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2016.v5.i4.8066>
- Kusumawardani, R., Anita Zaharah, T., & Destiarti, L. (2018). Adsorpsi Kadmium Menggunakan Adsorben Selulosa Ampas Tebu. *JKK: Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), 75–83.
- Maulidiyah, V. O. (2011). *Pemanfaatan Ampas Kelapa Kering pada Proses Adsorpsi Ion Logam Berat Cd (II) dengan Variasi Waktu Kontak dan pH*. Universitas Negeri Malang.
- Puspita, Y. V. D. (2013). *Karakterisasi dan Uji Kemampuan Serbuk Ampas Kelapa Asetat sebagai Adsorben Belerang Dioksida (SO<sub>2</sub>)*. Universitas Negeri Malang.
- Stumm, W., & Morgan, J. J. (1995). *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*.