



KOVALEN: Jurnal Riset Kimia

<https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/kovalen>



Optimalisasi Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis L.f*) Sebagai Adsorben Logam Berat Kobalt (Co) dengan Metode Aktivasi Kimia

[Optimization of Teak Wood Sawdust Waste (*Tectona grandis L.f*) as Heavy
Metal Adsorbent of Cobalt (Co) by Chemical Activation Method]

Faradin✉, Asti Muharti, Nazwa Jinanti Dinafa, Holisha Widiyanto

Program Studi Kimia, Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon, Jl. Lingkar Selatan, KM 1,7 Desa Harjatani,
Cilegon, Banten 42411, Indonesia

Abstract. Teak wood (*Tectona grandis L.f.*), a high-quality wood commonly used in Indonesia, specifically in the Cilegon area, has the potential to be used as an alternative to reduce environmental pollution. This research aimed to test teak wood sawdust waste as an adsorbent for cobalt heavy metal, create activated charcoal from the sawdust waste for the same purpose, and determine the optimal conditions for treatment with and without chemical activation. Industrial waste samples were found to contain 50.7 ppm of cobalt metal through ICPS testing. Activated chemical adsorption, without activation and with industrial wastewater mixture, resulted in a decrease in cobalt metal concentration by 78.2% or 11.08 ppm. The optimal conditions for activated chemical adsorption were found at a pH of 5, an adsorbent mass of 600 mg, and a time of 40 minutes, resulting in decreases of 60.9% (21.2751 ppm), 71% (15.7821 ppm) and 67.7% (17.5812 ppm), respectively. The results show that teak wood sawdust waste can effectively adsorb cobalt heavy metal, providing a potential solution for industrial wastewater treatment.

Keywords: Teak Wood, cobalt (Co) heavy metal, adsorption, inductively coupled plasma spectrometry, chemical activation

Abstrak. Pohon jati (*Tectona grandis L.f.*) merupakan salah satu kayu berkualitas tinggi yang sering digunakan di Indonesia khususnya daerah Cilegon. Kayu jati memiliki senyawa selulosa yang dapat digunakan sebagai alternatif mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Tujuan dari riset ini adalah menguji potensi limbah serbuk gergaji kayu jati sebagai adsorben logam berat kobalt, membuat arang aktif dari limbah serbuk hasil sisa gergaji kayu jati sebagai adsorben logam berat kobalt (Co) dan menguji kondisi terbaik ketika mendapat perlakuan tanpa aktivasi dan teraktivasi kimia. Metode adsorpsi menggunakan perlakuan aktivasi kimia pada uji pH, berat dan waktu optimum dan tanpa aktivasi kimia pada uji berat optimum. Pada sampel limbah industri didapatkan hasil uji ICPS mengandung logam berat kobalt sebesar 50,7 ppm. Hasil uji ICPS penentuan adsorpsi kimia teraktivasi dan campuran air limbah industri didapatkan penurunan konsentrasi logam kobalt sebesar 11,08 ppm atau 78,2%. Pada penentuan adsorpsi kimia teraktivasi didapatkan hasil yang optimum pada pH 5 dengan penurunan konsentrasi logam kobalt sebesar 60,9% atau 21,2751 ppm. Pada berat optimum terjadi pada massa adsorben sebesar 600 mg dengan penurunan konsentrasi logam kobalt sebesar 71% atau 15,7821 ppm. Pada waktu optimum diperoleh pada waktu 40 menit dengan penurunan konsentrasi logam kobalt sebesar 67,7% atau 17,5812 ppm. Hasil uji ICPS penentuan adsorpsi tanpa teraktivasi kimia dan campuran air limbah industri didapatkan penurunan konsentrasi logam kobalt sebesar 26,14 ppm atau 47,9 %. Melihat data diatas dapat disimpulkan bahwa perlakuan adsorpsi teraktivasi dan tanpa aktivasi kimia dapat mempengaruhi proses penyerapan logam berat kobalt, sehingga hasil yang terbaik adalah proses penyerapan dengan perlakuan teraktivasi kimia.

Kata Kunci: Kayu Jati, Logam Berat Kobalt (Co), Adsorpsi, *Inductively Coupled Plasma Spectrometry*, Aktivasi Kimia

Diterima: 21 Oktober 2023, Disetujui: 13 Juni 2024

Sitasi: Faradin., Muharti, A., Dinafa, N. J., dan Widiyanto, H. (2024). Optimalisasi Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis L.f*) Sebagai Adsorben Logam Berat Kobalt (Co) dengan Metode Aktivasi Kimia. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 10(2): 85-94.

✉ Corresponding author
E-mail: Adinfaradin17@gmail.com

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2024.v10.i2.16629>



2477-5398/ © 2024 Faradin et al.
This is an open-access article under the CC BY-SA license.

LATAR BELAKANG

Kota Cilegon merupakan salah satu wilayah dengan kemajuan pesat pada sentra industri di Indonesia. Hal ini tentu membawa dampak positif terhadap perekonomian nasional, namun menyisakan masalah akibat adanya limbah-limbah industri yang berdampak pada aspek lingkungan dan kesehatan. Berdasarkan tahun 2018 terdapat data Dinas Kesehatan Kota Cilegon yang tercatat sekitar 21 ribu jiwa masyarakat Cilegon terkena masalah pada paru-paru mereka akibat cemaran logam berat (Aziz & Huda, 2020). Terdapat logam berat yang membahayakan bagi tubuh manusia yaitu kobalt (Co). Batas toleransi logam kobalt (Co) dalam tubuh manusia yaitu 1000 µg/hari (Murniasih & Taftazani., 2013). Apabila melewati batas toleransi harian, muncul kelainan pada jantung seperti gagal jantung dan tekanan darah tinggi. Logam berat bersifat toksik, karsinogenik, dan sulit terdegradasi sehingga bersifat akumulatif sebagai polutan lingkungan (Nugraha dkk., 2022).

Logam berat adalah logam bersifat toksik apabila masuk ke dalam tubuh melebihi ambang batas nilai akan berbahaya. Kehidupan ekosistem air akan tercemar ketika terdapat logam berat karena sulit terdegradasi dan terakumulasi pada ekosistem maupun lingkungan (Adhani & Husaini, 2017). Logam berat kobalt (Co) didapatkan dari limbah seperti biji besi, timbal, tembaga, perak, dan nikel. Bilangan oksidasi pada logam berat kobalt (Co) yaitu 2⁺ dan 3⁺ sehingga sifatnya mudah larut pada mineral asam-asam encer (Fa'izzah & Sugiyarto, 2016). Diperairan umumnya logam berat kobalt (Co) hadir dalam bentuk ion-ion terhidrasi, terdapat metode yang tepat untuk

menurunkan konsentrasi logam kobalt (Co) yaitu menggunakan adsorpsi.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PP No. 22 Tahun 2021) Baku mutu air sungai untuk kobalt (Co) yaitu sebesar 0.2 mg/L. Metode yang sering digunakan dalam analisis kobalt (Co) antara lain: *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS), dan *Inductively Coupled Plasma Spectrometry* (ICP-MS) Penurunan konsentrasi logam kobalt (Co) di industri pada saat ini menggunakan bahan-bahan kimia. Adanya penambahan bahan kimia ini akan menurunkan konsentrasi kobalt (Co), akan tetapi bisa memunculkan permasalahan baru dan mengakibatkan penanganan air limbah semakin kompleks. Mengingat bahaya kobalt (Co) sebagai logam berat, maka perlu adanya bahan adsorben terhadap logam berat tersebut secara praktis, efektif, dan ramah lingkungan.

Salah satu metode pengurangan konsentrasi logam berat pada limbah cair yaitu adsorpsi. Kemampuan yang dimiliki metode adsorpsi yaitu adsorbat yang terjerap pada permukaannya yang dicirikan berupa senyawa-senyawa organik, warna zat, dan ion logam yang menempel di larutan (Dehghani et al., 2016). Adsorpsi merupakan keadaan zat untuk gaya tarik-menarik pada material padat agar zat yang terjerap pada permukaan (Tang et al., 2019). Terdapat faktor yang terlibat dalam proses adsorpsi seperti: temperatur, pH, *pre-treatment adsorben*, partikulat, dan keberadaan ion lain dalam larutan (Maghfirana, 2019). Tahapan adsorpsi dilakukan apabila adsorben sudah di preparasi kemudian dikontakan pada senyawa tertentu untuk melalui proses penyerapan (Song et al., 2017). Terdapat tiga tahap dalam adsorpsi yaitu preparasi, karakterisasi, dan adsorpsi kimia

(Song et al., 2017). Salah satu aplikasi dari adsorpsi agar dapat menurunkan konsentrasi logam berat kobalt (Co) adalah sisa-sisa serbuk gergaji kayu jati yang dijadikan sebagai adsorben.

Adsorbat yang diserap oleh adsorben dapat berupa senyawa-senyawa organik, warna pada zat, serta ion logam yang terkandung di larutan (Dehghani et al., 2016). Penelitian ini menggunakan adsorben dari sisa-sisa serbuk gergaji kayu jati. Keunggulan yang dimiliki kayu pada adsorben ini adalah sebagai bahan penjerap logam berat dalam media air karena mengandung senyawa selulosa paling tinggi. Beberapa penelitian melakukan aktivasi terhadap adsorben agar proses penyerapan terhadap adsorbat lebih maksimal. Salah satu metode aktivasi yang digunakan adalah aktivasi kimia.

Serbuk gergaji kayu akan digunakan sebagai bahan adsorben karena mengandung senyawa karbon tinggi (Maharani & Sa'diyah, 2021). Untuk meningkatkan penyerapannya, perlu dilakukan aktivasi kimia atau fisika. Aktivasi adalah perlakuan penting pada arang agar didapatkan pori-pori permukaan yang besar karena memecah ikatan hidrokarbon atau molekul- molekul yang teroksidasi pada arang sehingga mengalami perubahan fisik secara fisika atau kimia (Deltapuro, 2020). Aktivasi kimia merupakan pengaktifan arang melalui metode perendaman dengan bantuan bahan kimia sebagai *activating agent*. Contoh bahan yang sering digunakan adalah HNO_3 , KOH , dan ZnCl_2 (Vinsiah, 2015). Banyak keunggulan yang didapatkan menggunakan metode aktivasi kimia salah satunya adalah produk adsorben yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan metode aktivasi fisika. Beberapa penelitian menunjukkan adanya peningkatan

nilai kapasitansi akibat perlakuan aktivator kimia (Taer et al., 2016). Aktivator kimia yang dipilih pada penelitian ini yaitu HNO_3 . Keunggulan dari HNO_3 adalah oksidator kuat. Limbah serbuk gergaji kayu jati merupakan adsorben yang digunakan pada penelitian ini menerapkan metode aktivasi kimia. Riset ini bertujuan antara lain (1) Menguji potensi limbah serbuk hasil sisa gergaji kayu jati sebagai adsorben logam berat kobalt (Co), (2) Membuat arang aktif dari limbah serbuk hasil sisa gergaji kayu jati sebagai adsorben logam-logam berat kobalt (Co) sebagai salah satu upaya kontrol lingkungan di daerah industri Cilegon (3) Menguji kondisi terbaik ketika mendapat perlakuan tanpa aktivasi dan teraktivasi kimia. Beberapa riset meneliti limbah serbuk hasil sisa gergaji kayu jati dijadikan adsorben padatan untuk logam-logam berat tertentu saja seperti Pb, Cr, dan Cd. Tetapi belum ada yang memanfaatkannya untuk menyerap logam berat kobalt (Co), sehingga riset ini sangat berpotensi sebagai topik baru yang perlu direalisasikan. Penelitian ini perlu dikembangkan lagi kedepannya mengingat bahaya logam berat kobalt serta harganya yang mahal diharapkan dapat ditemukan metode untuk mendaur ulang logam kobalt yang telah menempel pada adsorben.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah akuades, sampel adsorben teraktivasi kimia, label kertas, air limbah industri, HNO_3 1N, kertas saring *whatman* 41, HCL 0,1 N, NaOH 0,1 N dan *cobalt ICP standard*.

Alat – alat yang dipakai pada penelitian ini antara lain (ICPS) *Inductively Coupled*

Plasma Spectrometry, scanning electron microscope (SEM), oven, neraca analitik, labu ukur, botol semprot, batang pengaduk, spatula, pipet tetes, dan stopwatch, corong, gelas ukur, pH meter, gelas kimia, toples, saringan 70 mesh, erlenmeyer, magnetic stirrer.

Prosedur Penelitian

Preparasi adsorben

Serbuk gergaji kayu jati yang didapatkan dari Cilegon-Banten, dicuci hingga bersih kemudian dikeringkan sampai 5 hari di suhu ruang 19°C- 35 °C. Sampel ditimbang 500 g, dihaluskan dengan blender, kemudian diayak pada ayakan 70 *mesh*, lalu serbuk gergaji kayu jati tersebut di masukan ke dalam wadah yang kedap udara (toples).

Aktivasi adsorben

Disiapkan sebanyak 500 mL larutan HNO₃ dengan konsentrasi 1N pada gelas kimia. Larutan dimasukan dengan sampel serbuk gergaji sebanyak 50 g, campuran diaduk oleh *magnetic stirrer* hingga 30 menit, lalu disaring. Filtrat dengan kertas *whatman 41*, sampel ditambahkan dengan pencucian akuades hingga netral, lalu lakukan pengeringan di oven 105°C sampai 3 jam. Adsorben teraktivasi HNO₃ 1N siap digunakan (Maharani & Sa'diyah, 2021).

Penentuan adsorpsi

Adsorben ditimbang sebanyak 25 g lalu dimasukan kedalam erlenmeyer, ditambahkan air limbah industri sampai 250 mL, pengadukan campuran dengan *magnetic stirrer* sampai 30 menit, lalu didiamkan sampai terlihat 2 lapisan selama 24 jam, kemudian dilakukan analisa kadar kobalt (Co) menggunakan ICPS untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi penyerapan kadar kobalt (Co) yang terjadi serta untuk mengetahui keberadaan pori pada

permukaan karbon aktif memakai alat SEM sebelum dan sesudah penyerapan limbah industri (Maharani & Sa'diyah, 2021).

Penentuan pH optimum

Variasi pH yang digunakan yaitu 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 pada penentuan pH optimum. Sebanyak 0,5 g partikel ukuran 70 *mesh* dimasukan pada 7 buah erlenmeyer yang berbeda. Masing-masing erlenmeyer diisi sampel air limbah sebanyak 25 mL. Labu erlenmeyer ditutup dengan *aluminium foil*, di *stirrer* 30 menit, didiamkan 24 jam, filtrat dan residu disaring oleh kertas saring *whatman 41*. Konsentrasi larutan tersebut di ukur oleh instrumen ICPS.

Penentuan berat optimum

Variasi berat yang digunakan antara lain 200, 400, 600, 800,1000 (mg) pada penentuan berat optimum. Sampel partikel ukuran 70 *mesh* dimasukan pada 5 buah erlenmeyer, 5 erlenmeyer diisi 25 mL sampel, lalu ditutup dengan *aluminium foil*, di *stirrer* 30 menit, didiamkan selama 24 jam, penyaringan dengan kertas *whatman 41*, konsentrasi larutan diukur oleh instrument ICPS.

Penentuan waktu optimum

Pada 6 buah erlenmeyer berukuran 100 mL, dimasukan 6 erlenmeyer 0,5 g adsorben, lalu masing masing erlenmeyer ditambahkan 25 mL sampel, lalu ditutup dengan *aluminium foil*, di *stirrer* pada variasi waktu antara lain 10, 20, 30, 40, 50, dan 70 menit. Kemudian disaring dengan kertas *whatman 41*, konsentrasi larutan diukur dengan instrumen ICPS.

Adsorbsi kobalt dengan adsorben tanpa aktivasi

Adsorben tanpa aktivasi sebanyak 25 g diuji dengan SEM sebelum dan sesudah penyerapan sampel limbah industri dan diuji

ICPS. Adsorpsi limbah kobalt (Co) dilakukan dengan menggunakan variasi berat 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 (mg). Serbuk gergaji yang tidak teraktivasi pada partikel ukuran 70 mesh dimasukan pada 7 buah erlenmeyer, lalu 7 buah erlenmeyer diisi 25 mL sampel, lalu ditutup dengan aluminium foil di stirrer 30 menit, didiamkan 24 jam, lalu penyaringan dengan kertas whatman 41, konsentrasi larutan diuji oleh instrumen ICPS.

HASIL PEMBAHASAN

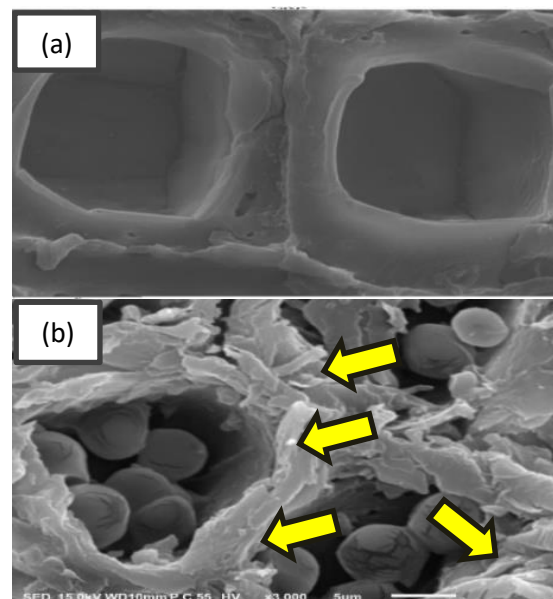
Adsorpsi Kobalt dengan Adsorben Teraktivasi HNO_3

Pada percobaan ini telah dilakukan uji ICPS untuk mendeteksi jejak logam pada sampel. Didapatkan hasil penyerapan logam setelah uji ICPS sebesar 11,08 ppm dengan persentase penyerapan logam kobalt yang didapatkan sebesar 78,2%. Dengan hasil ini menunjukkan bahwa logam berat kobalt sudah terjerap dalam sampel adsorben. Pada penentuan adsorpsi kimia teraktivasi hasil yang diharapkan oleh peneliti sudah sesuai dengan yang diinginkan yaitu didapatkan hasil pada adsorben ditandai dengan penurunan konsentrasi logam pada sampel. Air limbah industri yang awalnya memiliki kandungan kobalt sebesar 54,7 ppm mengalami pengurangan konsentrasi setelah adanya penyerapan oleh adsorben sebesar 11,08 ppm atau 78,2% (Tabel 1).

Tabel 1. Penyerapan Kobalt dengan adsorben teraktivasi HNO_3

No	Sampel uji ICPS	Hasil penyerapan (ppm)	Hasil penyerapan (%)
1	Air limbah industri	54,70	-
2	Campuran adsorben dan air limbah industri	11,08	78,20

Hasil karakterisasi dengan SEM sebelum dan sesudah penyerapan limbah industri ditunjukkan pada Gambar 1.



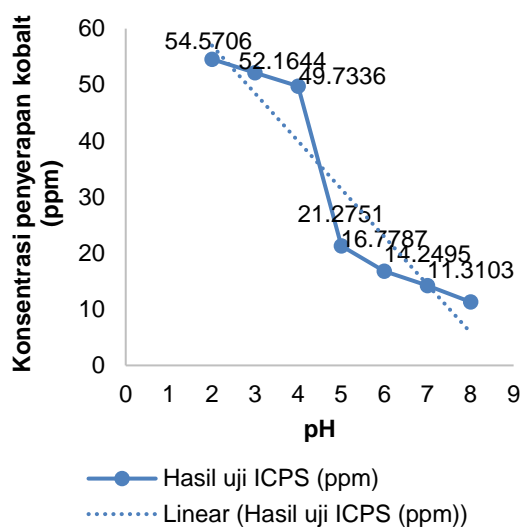
Gambar 1. (a) Morfologi adsorben teraktivasi sebelum dan (b) setelah dikontakan dengan air limbah industri pada perbesaran 3000x.

Pada perbesaran 3000x, pada gambar 1(a) dapat dilihat bentuk morfologi permukaan masih rata dikarenakan belum adanya penyerapan pada limbah logam kobalt sehingga pori-pori pada adsorben masih sangat besar. sedangkan pada gambar (b) bentuk morfologi dapat diketahui pada permukaan tidak sama dan tidak merata. Hal itu disebabkan pada adsorben yang sudah dikontakan dengan air limbah industri mengandung logam kobalt mengalami proses adsorpsi, sehingga pada permukaan pori-pori adsorben sebagian diisi oleh logam kobalt yang menempel. Hal itu menunjukkan adsorben yang digunakan efektif dalam menyerap logam berat kobalt.

pH Optimum

Faktor penting yang berpengaruh pada penyerapan ion-ion logam adalah pH. Hal itu disebabkan kelarutan ion-ion pada logam bergantung pada pH sehingga faktor tersebut

sangat penting dalam proses adsorpsi. Grafik penentuan pH optimum dapat dilihat pada Gambar 2.



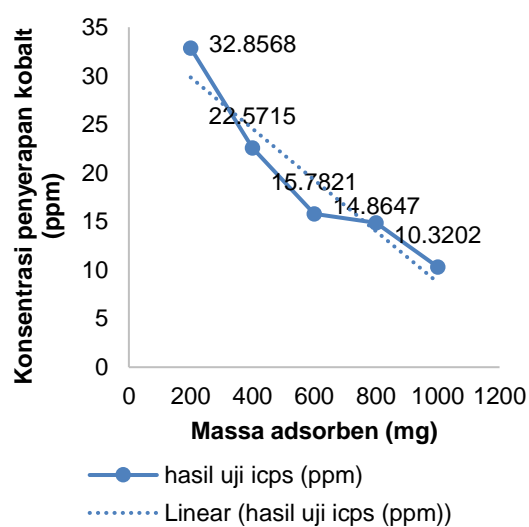
Gambar 2. Grafik penentuan pH optimum

Gambar 2 menunjukkan bahwa penyerapan ion-ion logam kobalt mengalami penurunan yang signifikan. Pada uji penentuan pH optimum sampel limbah yang digunakan seragam pada 7 percobaan yaitu sebesar 54,70 ppm. Dari grafik didapatkan penurunan konsentrasi limbah kobalt optimum pada pH 5 yaitu 21,2751 ppm dengan persentase sebesar 60,91%, sedangkan pada pH yang terlalu asam yaitu 2-4 daya serap logam pada sampel relatif rendah, hal itu terjadi logam kobalt (Co) terhalang untuk berinteraksi dengan adsorben akibat adanya ion H⁺ yang banyak (Sari, 2022). Ketika larutan sampel berada di pH 7-8 terus mengalami penurunan kadar kobalt pada sampel dikarenakan ikatan hidroksida akan sulit terbentuk diakibatkan karena pH yang tinggi akan sukar larut (Irawan & Ain, 2018).

Berat Optimum

Kapasitas adsorpsi dipengaruhi oleh massa adsorben karena dapat menentukan hasil penurunan ion logam yang menempel pada sampel. Beberapa percobaan variasi berat

untuk mengetahui keoptimuman berat pada proses adsorpsi. Grafik penentuan berat optimum dapat dilihat pada Gambar 3.

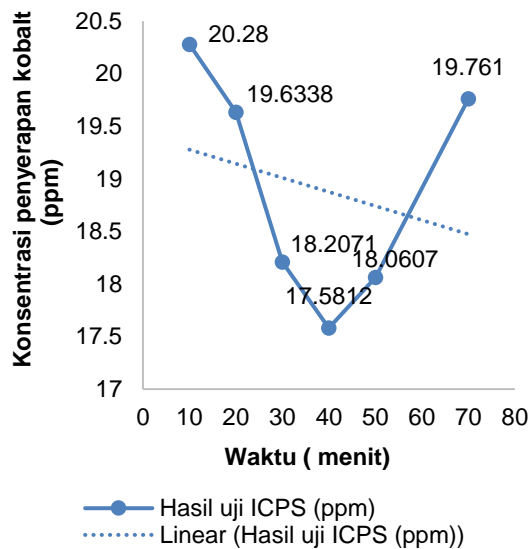


Gambar 3. Grafik penentuan berat optimum

Gambar 3 menunjukkan bahwa penyerapan logam kobalt bertambah seiring bertambahnya massa adsorben. Hal ini dikarenakan sisi aktif permukaan adsorben semakin banyak, sehingga semakin banyak kobalt yang terjerap pada adsorben (Agustina *et al.*, 2022). Pada uji penentuan berat optimum sampel limbah yang digunakan seragam pada 5 percobaan yaitu sebesar 54,70 ppm. Pada penelitian ini didapatkan hasil penentuan berat optimum terjadi pada massa adsorben sebesar 600 mg sebesar 15,7821 ppm, karena mengalami penurunan penyerapan logam yang signifikan dengan persentase sebesar 71,04%.

Waktu Optimum

Variasi waktu dilakukan agar didapatkan variasi yang optimum dalam proses adsorpsi pada adsorben untuk mengadsorpsi logam kobalt secara maksimal. Penambahan waktu adsorpsi tidak akan menambah persentase penyerapan logam apabila adsorben telah mengalami kondisi pada titik jenuhnya (Sahara, 2018). Grafik penentuan waktu optimum dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik penentuan waktu optimum

Gambar 4 menunjukkan bahwa penyerapan logam kobalt bertambah seiring bertambahnya waktu adsorpsi. Hal itu disebabkan partikel adsorben akan banyak waktu kontak untuk berinteraksi (Sahara, 2018). Pada uji penentuan waktu optimum sampel limbah yang digunakan seragam pada 6 percobaan yaitu sebesar 54,70 ppm. Pada penelitian didapatkan hasil penentuan waktu optimum pada waktu adsorpsi 30 menit sebesar 18,2071 ppm, karena mengalami penurunan penyerapan logam yang signifikan dengan persentase sebesar 66,59%.

Penyerapan Kobalt dengan Adsorben Tanpa Aktivasi

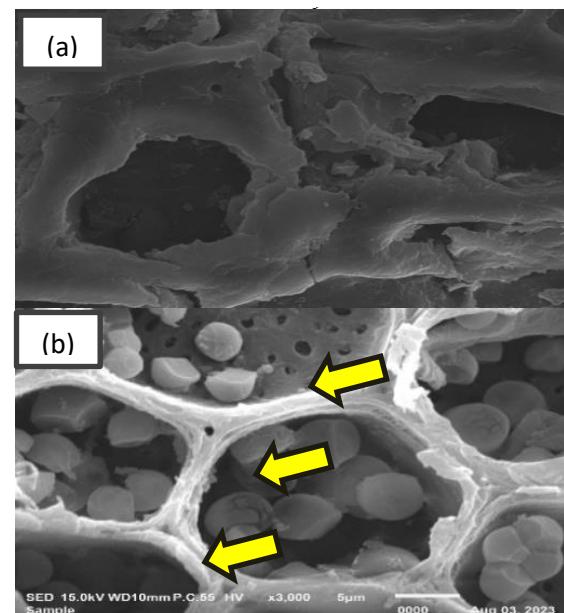
Pada percobaan ini telah dilakukan uji ICPS untuk mendeteksi jejak logam pada sampel. Sampel limbah kobalt yang digunakan pada penentuan adsorben tanpa aktivasi menggunakan konsentrasi sebesar 54,70 ppm. Pada sampel adsorben tanpa aktivasi didapatkan hasil uji ICPS mengalami penurunan konsentrasi logam berat kobalt sebesar 26,14 ppm dengan persentase sebesar 47,90% (Tabel 2). Hal tersebut mendapatkan hasil yang kurang bagus

dibandingkan dengan adsorben dengan teraktivasi kimia yaitu didapatkan penyerapan konsentrasi logam kobalt sebesar 11,08 ppm dengan persentase sebesar 78,20%.

Tabel 2. Penyerapan kobalt dengan adsorben tidak teraktivasi

No	Sampel uji ICPS	Hasil penyerapan (ppm)	Hasil penyerapan (%)
1	Air limbah industri	54,70	-
2	Campuran adsorben dan air limbah industri	26,14	47,90

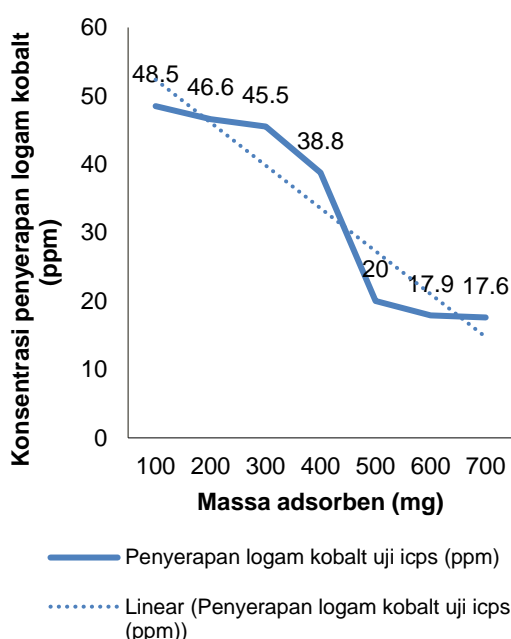
Untuk mengetahui morfologi pori-pori adsorben dalam menyerap adsorben dilakukan uji SEM. Hasil karakterisasi SEM dari uji penentuan adsorpsi tanpa aktivasi sebelum dan sesudah penyerapan limbah industri ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. (a) Hasil karakterisasi SEM adsorben tanpa aktivasi sebelum dan (b) setelah dikontakan dengan air limbah industri pada perbesaran 3000 kali.

Pada Gambar 5, hasil karakterisasi menunjukkan bahwa adsorben tanpa aktivasi

sebelum dan sesudah dikontakan dengan air limbah industri mengandung logam kobalt pada perbesaran 3000 kali. pada gambar (a) dapat dilihat bentuk morfologi permukaan masih rata dikarenakan belum adanya penjerapan pada limbah logam kobalt sehingga pori-pori pada adsorben masih sangat besar. Poro-pori permukaan pada adsorben tanpa aktivasi kimia permukaan sangat sedikit dibandingkan dengan pori-pori adsorben teraktivasi kimia. sedangkan pada gambar (b) dapat diketahui bentuk morfologi permukaan tidak sama dan tidak merata. Hal tersebut disebabkan pori-pori sudah terisi dengan logam kobalt dan pada uji tanpa aktivasi pori-pori adsorben cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan teraktivasi kimia sehingga daya serap logam kobalt yang dihasilkan tidak maksimal. Grafik penentuan berat optimum pada adsorben tanpa aktivasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik penentuan berat optimum pada adsorben tanpa aktivasi

Gambar 6 menunjukkan bahwa penyerapan logam kobalt bertambah seiring bertambahnya massa adsorben. Hal itu terjadi penambahan sisi aktif permukaan adsorben

yang banyak (Agustina et al., 2022). Pada uji penentuan berat optimum pada adsorben tanpa teraktivasi kimia sampel limbah yang digunakan seragam pada 7 percobaan yaitu sebesar 54,70 ppm. Hasil yang didapatkan pada penentuan berat optimum tanpa aktivasi terjadi pada massa adsorben sebesar 500 mg, karena mengalami penurunan penyerapan logam kobalt signifikan sebesar 20 ppm dengan persentase sebesar 63,3%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan penentuan berat optimum pada adsorben aktivasi kimia yaitu penurunan konsentrasi limbah kobalt sebesar 15,7821 ppm dengan persentase sebesar 71,04%. Sehingga kedepannya adsorben yang digunakan adalah dengan metode aktivasi kimia karena terbukti dapat memberikan hasil yang optimal.

KESIMPULAN

Adsorben dari serbuk hasil sisa gergaji kayu jati terbukti dapat digunakan sebagai adsorben logam berat kobalt. Hasil penyerapan kobalt sebesar 78,20%. Kondisi optimum penyerapan logam kobalt terjadi pada pH 5 sebesar 21,2751 ppm atau 60,91%, berat kobalt 600 mg sebesar 15,7821 ppm atau 71,04% dan waktu kontak 30 menit sebesar 18,2071 ppm atau 66,59%. Perlakuan adsorben teraktivasi kimia dan tanpa aktivasi sangat berpengaruh dalam proses penyerapan logam berat kobalt yang ditandai dengan hasil uji ICPS tanpa aktivasi sebesar 47,90%. Hasil tersebut lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan adsorben teraktivasi.

Penelitian lebih mendalam perlu dilakukan dalam *recovery* logam berat kobalt yang terjerap dalam adsorben sehingga dapat digunakan kembali mengingat ion logam kobalt yang sangat mahal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami dari team PKM-RE Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya terhadap Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (BELMAWA) dibawah naungan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Ditjen Diktiristek) karena memberi kesempatan terhadap team kami hibah pendanaan untuk melakukan penelitian mengenai masalah pencemaran lingkungan dari limbah logam berat kobalt sehingga team kami dapat menemukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Terucap terima kasih juga sebanyak-banyaknya terhadap kampus Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon dan kepala Laboratorium yang telah memfasilitasi team kami dalam melakukan penelitian di Laboratorium selama 4 bulan sehingga penelitian ini terlaksana dengan sukses dan lancar hingga akhir. Terucap kasih untuk team CoWood STAK Cilegon yang telah bersama-sama melakukan penelitian selama 4 bulan sehingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L., Sitorus, S., Sari, I.K.L. 2022. Pemanfaatan Arang Aktif Dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Bangkirai (*Shorea Laevifolia Eudert*) Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B. *Jurnal Atomic* 06(2):119-123
- Aziz, Thoriq & Huda, Khoirul. 2020. Pengawasan Dinas Lingkungan Hidup Terkait dengan Pencemaran Lingkungan oleh Limbah Industri di Kota Cilegon. *International Journal of Demos*, 2: 240-248.
- Dehghani, M.H., Sanaei, M., Ali, I., Bhatnagar, A. 2016. Removal of chromium (VI) from aqueous solution using treated waste newspaper as a low-cost adsorbent: Kinetic modeling and isotherm studies. *Journal of Molecular Liquids*, 671-679.
- Fa'izzah, M., dan Sugiyarto, K.H. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Kobalt (II) dengan Ligan 1,10-Fenantrolin dan Anion Trifluorometanasulfonat. Pendidikan Kimia.
- Husaini, Adhani, R. 2017. Logam Berat Sekitar Manusia. Lambung Mangkurat University Press, Banjarmasin.
- Irawan, C., & Ain, M.I.M. 2018. Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Logam Fe Dengan Menggunakan Abu Layang Sebagai Adsorben. *Prosiding Snitt Poltekba*, 3(1): 288-291.
- Maghfirana, C.A. 2019. Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Singkong Terhadap Logam Timbal (Pb) Menggunakan Sistem Kontinyu. *Tugas Akhir*, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Maharani, D.F., dan Sa'diyah, K. (2021). Adsorpsi Logam Nikel Menggunakan Adsorben Serbuk Gergaji Kayu. *Distilat*. 7(2), 170-178
- Murniasih, S., dan Taftazani, A. (2013). Evaluasi Hg, Cd, Co, Cr, dan As dalam Sampel Produk Agroindustri berdasarkan Keputusan BPOM dan ADI (Accept Daily Intake). *J. Iptek Nuklir Ganendra*, 16(1), 26 – 37.
- Nugraha, M.A., pamungkas, A., Syari, I. A., Sari, S.P., Umroh., Hudatwi, M. Utami, E., Akhrianti, I., Priyambada, A. (2022). Penilaian Pencemaran Logam Berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada Sedimen Permukaan Perairan Matras, Sungailiat, Bangka. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1), 70-78.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. *Peraturan Pemerintah RI No 22 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Lembaran Negara RI Tahun 2021*. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Sahara, E. 2018. Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B Dalam Larutan Oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gumi

- Teraktivasi Asam Fosfat, *Cakra Kimia (Indonesian E-journal of Applied Chemistry)*, 6(1).
- Sari, F., Fitriyano, G., Syamsudin AB., Redjeki, A.S., Hadikusuma, H. (2022). Pengaruh Ph Dan Waktu Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Arang Aktif Dari Gambas (*Luffa acutangula*) Atau Oyong Kering. *Jurnal Konversi*, 11(1), 31-38.
- Song, et al. 2017. Study on Adsorption Properties and Mechanism of Pb^{2+} With Different Carbon-Based Adsorbents. *Journal Science of the Total Environment*, 1 - 7.
- Taer, E., Yusra, H., Iwantono, & Taslim, R. (2016). Analisa Dimensi, Densitas dan Kapasitansi spesifik eElektroda Karbon Superkapasitor dari Bunga Rumput Gajah dengan Variasi Konsentrasi Pengaktifan KOH. *Spektra Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 1(1), 55–60.
- Tang, J., et al. 2019. Study on Adsorption Properties and Mechanism of Thallium onto Titanium Iron Magnetic Adsorbent. *Journal Science of the Total Environment*, 1- 8.
- Vinsiah, R., Suharman, A., dan Desi. (2015). *Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kulit Buah Karet*. Universitas Sriwijaya, Palembang.