

PENGARUH ION Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , DAN Cr^{3+} TERHADAP PENYERAPAN LOGAM Pb^{2+} MENGGUNAKAN C-Sinamal Kaliks [4] Resorsinarena (CSKR) YANG DISINTESIS DARI MINYAK KAYU MANIS (*Cinnamomum Burmanii*)

Faizah khairiyah^{*1}, Sri Benti Etika², Edi Nasra³, Bahrizal⁴

²KBK Kimia Organik Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

³KBK Kimia Analitik Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

⁴KBK Kimia Anorganik Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

Jln.Prof.Dr.Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp.0751 7057420

Email: faizah.khairiyah1@gmail.com

Abstract

Research on the effect of Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , and Cr^{3+} ions as disturbing ions on the adsorption of Pb^{2+} metal using C-Cinamal Calix [4] Resorsinarena (CCCR) synthesized as an adsorbent using the batch method. The variables in this study were the types of disturbing ions namely Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , and Cr^{3+} and the concentrations of each confounding ion which were 40 ppm, 80 ppm, 160 ppm, 240 ppm, and 400 ppm. The results showed a decrease in adsorption capacity of Pb^{2+} by synthesized CCCR. The addition of Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , and Cr^{3+} ions to the adsorption of Pb^{2+} metal tends to disrupt at concentrations of 80 ppm, 160 ppm, 240 ppm and 400 ppm with a decrease in the percentage of adsorption of 17.736%, 49.289%, 86.111% and 67.986%. The main factor that influences the reduction in the percentage of Pb^{2+} adsorption by the synthesized CCCR caused by disturbing ions is that the ion radius level is also influenced by acid-base grouping according to the Hard and Soft Acids and Bases principle.

Keywords --Adsorption, metal Pb, C-Cinamal Calix [4] Resorsinarena, Cinnamon Oil

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan disebabkan oleh pembuangan langsung limbah industri ke tanah dan sumber alami. Limbah tersebut mengandung logam berat yang merupakan kontaminan yang paling berbahaya, karena tidak dapat didegradasi (non-biodegradable) oleh organisme hidup yang ada di lingkungan, sehingga menyebabkan berbagai penyakit. Limbah yang paling banyak mengandung logam berat berasal dari industri kimia. Salah satu logam yang paling umum ditemukan dalam limbah tersebut yaitu timbal (Ezzeddine *et al*, 2018). Logam tersebut merupakan ancaman yang signifikan bagi manusia, hewan, dan untuk seluruh ekosistem karena bersifat toksisitas yang memiliki efek mutagenik dan karsinogenik (Sutkowy & Klosowski, 2018).

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang dapat masuk dan terakumulasi kedalam tubuh manusia sehingga berbahaya bagi tubuh. Pb kebanyakan berasal dari industri yaitu dari produksi baterai, perisai, radiasi, dan elektroda. Timbal ini berbahaya bahkan dalam konsentrasi rendah. Sedangkan pada konsentrasi tinggi, Pb dalam tubuh manusia dapat menyebabkan anemia, diare, atau dapat menyebabkan koma karena bersifat karsinogenik, mutagenik, dan beracun untuk reproduksi (Tandon *et al*, 2018). Oleh karena itu, seharusnya dihindari pada lingkungan.

Permasalahan logam berat diperairan perlu ditanggulangi dengan cara menghilangkan logam berat didalam perairan dengan menggunakan beberapa metode seperti presipitasi kimia, elektrodialisis, pertukaran ion, pemisahan membran, dan redoks (Huang *et al*, 2017). Tetapi metode ini memerlukan biaya mahal dan tidak efektif untuk konsentrasi ion logam rendah. Sebaliknya, salah satu metode prakonsentrasi lebih baik karena murah dan ramah lingkungan yang dapat digunakan untuk kadar logam yang sangat kecil yaitu ekstraksi fasa padat. Pada teknik ini, adsorben yang digunakan umumnya adalah bahan yang memiliki sisi aktif pada permukaan sentuh yang besar (Sulastrri, 2010).

Proses penelitian ini memerlukan material adsorben untuk prakonsentrasi, senyawa yang memiliki potensi besar sebagai material adsorben untuk metode ini adalah kaliksarena. Kaliksarena merupakan senyawa oligomer siklis yang tersusun atas satuan-satuan cincin aromatis yang dihubungkan oleh suatu jembatan metilen dan mempunyai geometri berongga pada bagian pusatnya sehingga digunakan dalam sistem host-guest (inang-tamu) melalui pembentukan kompleks, baik dengan ion maupun molekul (Sardjono, 2007). Kaliksarena memiliki turunan C-sinamal kaliks [4] resorsinarena (CSKR) yang dihasilkan dari reaksi sinamaldehyd dan resorsinol. CSKR hasil sintesis ini telah digunakan sebagai adsorben untuk penyerapan Pb (II) secara teruji pada penelitian sebelumnya (Nurlaili, 2018).

Untuk mencegah dampak negatif yang ditimbulkan terhadap masyarakat sekitar, maka perlu dilakukan penelitian pada penyerapan logam Pb (II) dalam perairan tercemar logam berat, beberapa parameter yang mempengaruhi keberhasilan penyerapan logam Pb dalam penelitian ini seperti pengaruh pH, waktu kontak, dan juga pengaruh ion lain (pengganggu) terhadap penyerapan logam pada kondisi optimum. Keberadaan ion pengganggu menyebabkan adsorpsi terhadap Pb (II) menjadi terganggu. Adanya ion-ion selain Pb (II) dalam larutan menyebabkan terjadi kompetisi diantara ion-ion tersebut untuk dapat terserap dipermukaan adsorben (Windawati dan Untreated, 2018). Berdasarkan hal tersebut maka peneliti tertarik untuk menggunakan CSKR hasil sintesis sebagai adsorben. Dimana CSKR juga dapat membentuk ikatan dengan Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} sebagai ion pengganggu sehingga perlu diselidiki pengaruhnya dalam penyerapan Pb (II) pada kondisi optimum.

METODA PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas kimia, set alat refluks, AAS (*varian AA240*), FTIR (perkin Elmer universal ATR Sampling Accessorg 735 B), Spektrofotometer UV-Vis (Analytikjena Specord 210), rotary evaporator (Heidolph Laborota 4000), corong pisah, desikator, gelas ukur, labu ukur, neraca analitik, spatula, batang pengaduk, pipet volume, pipet tetes, karet penghisap, erlenmeyer, alat shaker (GEMMY Orbit Shaker Model: VRN-480), botol semprot, tabung thiele, Melting point.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah HNO_3 0,1 M dan 1 M, resorsinol, sinamaldehyd, HCl 5%, etanol, dietil eter, Na_2SO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CH_3COONa , CH_3COOH , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ dan $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$.

A. Isolasi Sinamaldehyd dari Minyak Kayu Manis

Masukan minyak kayu manis sebanyak 50 gram ke dalam gelas kimia dan ditambahkan natrium bisulfit jenuh hingga endapan tidak bertambah lagi. Endapan disaring dan dicuci dengan 10 ml etanol dan 10 ml dietil eter. Kemudian endapan ditambahkan larutan HCl 5% sebanyak 20 ml dan direfluks pada suhu 60°C selama 30 menit. Selanjutnya campuran diekstraksi dengan (1 x 10 ml) eter. Lapisan atas digabung dan dikeringkan dengan Na_2SO_4 anhidrat. Setelah penyaringan, larutan dievaporasi menggunakan rotary evaporator sehingga menghasilkan sinamaldehyd (Sardjono dkk, 2008).

B. Karakterisasi Sinamaldehyd

Pemeriksaan lanjut sinamaldehyd hasil isolasi digunakan FTIR untuk melihat gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa sinamaldehyd, pengukuran spektrofotometer UV-Vis untuk melihat ikatan rangkapnya dan penggunaan tabung thiele untuk menentukan titik didih pada sinamaldehyd.

C. Pengujian Titik Didih pada Sinamaldehyd

Sediakan tabung thiele dan tabung reaksi kecil. Tabung thiele diisi minyak. Masukan larutan sinamaldehyd pada tabung reaksi kecil. Selanjutnya ikat tabung reaksi tersebut pada termometer menggunakan benang. Masukan tabung reaksi beserta termometer kedalam tabung thiele, dan panaskan perlahan-lahan. Perhatikan gelembung pertama pada tabung reaksi dan catat suhu sinamaldehyd tersebut mendidih.

D. Sintesis CSKR

Sebanyak 3 gram sinamaldehyd hasil isolasi dicampur dengan 3 gram resorsinol dalam 50 ml etanol 95% kemudian ditambahkan 0,5 ml HCl 5%. Larutan tersebut diaduk dan direfluks pada suhu 77°C selama 2 jam. Endapan disaring dan dicuci dengan etanol 10 ml dan air 10 ml. Selanjutnya dikeringkan untuk mendapatkan padatan CSKR (Sardjono, 2008).

E. Karakterisasi CSKR

Karakterisasi dilakukan dengan pemeriksaan lanjut CSKR hasil sintesis digunakan FTIR untuk melihat gugus fungsi yang terdapat dalam CSKR hasil sintesis dan Melting Point untuk mengetahui titik leleh pada CSKR.

F. Pengujian Titik Leleh pada CSKR

Sampel CSKR hasil sintesis dari sinamaldehyd isolasi dimasukan ke dalam pipa kapiler hingga panjang $\pm 0,5$ cm (usahakan bagian yang tertutup/buntu pada pipa kapiler. Pipa kapiler tersebut dimasukan kedalam Melting Point, dan pastikan padatan dalam pipa kapiler teramati lewat kaca pembesar pada Melting Point. Melting Point dinyalakan dan mulai mengamati kenaikan suhu pada termometer. Jika padatan mulai meleleh, catat suhu pada saat padatan mulai meleleh.

G. Perlakuan Pengaruh Ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Cd^{2+} pada penyerapan Logam Pb^{2+}

1. Pengaruh Ion Cu^{2+} pada penyerapan logam Pb^{2+}

Sebanyak 2,5 ml larutan Pb 1000 ppm dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml. Tambahkan ion Cu^{2+} 1000 ppm dengan variasi konsentrasi 40 ppm, 160 ppm, 240 ppm, 400 ppm. Kemudian ditambahkan Buffer Asetat pH 3 sampai tanda batas. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Pb (II) sebelum dan setelah dikontakan dengan adsorben.

2. Pengaruh Ion Zn^{2+} pada penyerapan logam Pb^{2+}

Sebanyak 2,5 ml larutan Pb 1000 ppm dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml. Tambahkan ion Zn^{2+} 1000 ppm dengan variasi volume 80 ppm, 160 ppm, 240 ppm, 400 ppm. Kemudian ditambahkan Buffer Asetat pH 3 sampai tanda batas. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Pb (II) sebelum dan setelah dikontakan dengan adsorben.

3. Pengaruh Ion Cr^{3+} pada penyerapan logam Pb^{2+}

Sebanyak 2,5 ml larutan Pb 1000 ppm dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml. Tambahkan ion Cr^{3+} 1000 ppm dengan variasi volume 80 ppm, 160 ppm, 240 ppm, 400 ppm. Kemudian ditambahkan Buffer Asetat pH 3 sampai tanda batas. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Pb (II) sebelum dan setelah dikontakan dengan adsorben.

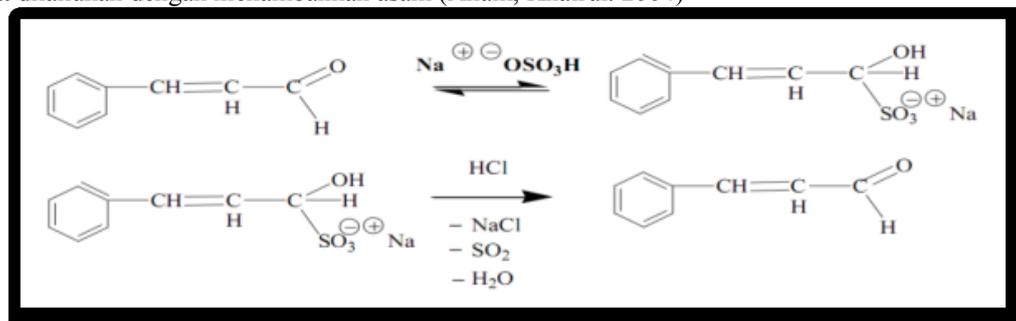
4. Pengaruh Ion Cd^{2+} pada penyerapan logam Pb^{2+}

Sebanyak 2,5 ml larutan Pb 1000 ppm dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml. Tambahkan ion Cd^{2+} 1000 ppm dengan variasi volume 40 ppm, 160 ppm, 240 ppm, 400 ppm. Kemudian ditambahkan Buffer Asetat pH 3 sampai tanda batas. Penentuan jumlah logam yang terserap dilakukan dengan mengukur konsentrasi larutan Pb (II) sebelum dan setelah dikontakan dengan adsorben.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Isolasi sinamaldehyd dari minyak kayu manis

Sinamaldehyd dapat dipisahkan dari minyak kayu manis dengan cara penambahan natrium bisulfit jenuh, melalui reaksi adisi nukleofilik seperti gambar 1. Senyawa hasil adisi bisulfit berupa garam yang mudah untuk dipisahkan dan reaksi ini dapat bersifat balik sehingga untuk mendapatkan aldehyd kembali dapat dilakukan dengan menambahkan asam (Anam, Khairul, 2004)



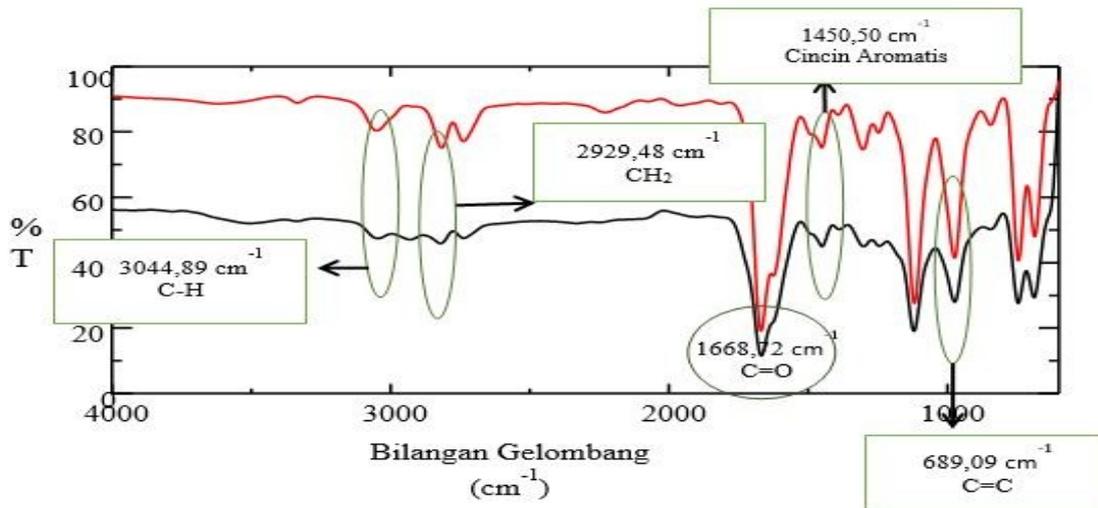
Gambar 1. Reaksi sinamaldehyd dengan natrium bisulfit (Ngadiwiyana *et al*, 2004)

Sinamaldehyd yang dihasilkan kemudian diisolasi dengan ekstraksi pelarut dengan menggunakan pelarut eter, kemudian dicuci dengan aquades hingga netral. Selanjutnya dikeringkan dengan natrium sulfat ahidrous. Pelarut eter dihilangkan dengan *rotary evaporator* (Ngadiwiyana dkk, 2004). Sinamaldehyd yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan spektroskopi FTIR.

Isolasi sinamaldehyd tergolong cukup mudah karena kandungan sinamaldehyd dalam minyak kayu manis tergolong tinggi. Dari 50 gram minyak kayu manis menghasilkan sinamaldehyd sebanyak 18,352 gram dengan rendemen sebesar 36,66%.

2. Karakterisasi sinamaldehyd hasil isolasi

Sinamaldehyd hasil isolasi dikarakterisasi dengan FTIR, spektroskopi UV-Vis, dan tabung thiele. Analisis spektroskopi FTIR untuk mengetahui vibrasi gugus-gugus fungsi dari suatu senyawa. Dari spektrum FTIR pada gambar 2 terlihat adanya puncak tajam pada bilangan gelombang 1668,72 cm^{-1} yang menunjukkan adanya serapan gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$). Gugus karbonil distruktur ini terkonjugasi dengan ikatan rangkap. Selanjutnya pada bilangan gelombang 2929,48 cm^{-1} hasil serapan dari (CH_2). Kemudian pada bilangan gelombang 3044,89 cm^{-1} hasil serapan dari ($\text{C}-\text{H}$) memperkuat hasil isolasi. Adanya cincin aromatis ditunjukkan pada bilangan gelombang 1450,60 cm^{-1} . Adanya ikatan ($\text{C}=\text{C}$) diperkuat oleh data pada daerah sidik jari pada serapan bilangan gelombang 689,09 cm^{-1} (Sastrohamidjojo, 1992). Hasil yang diperoleh sama dengan spektrum FTIR Sinamaldehyd murni.

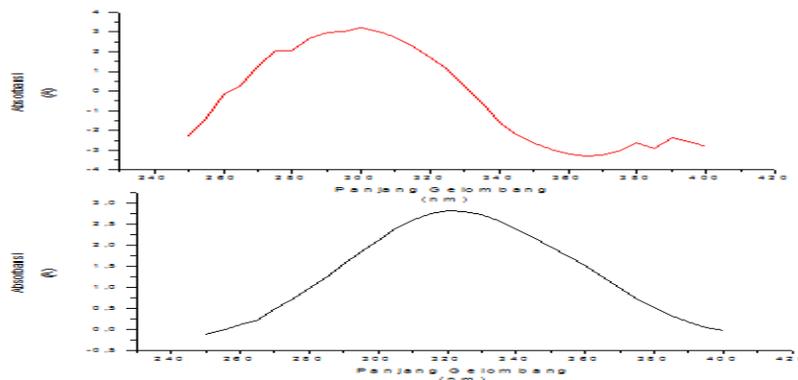


Gambar 2. Spektrum Infra Merah Sinamaldehyd

Sinamaldehyd Murni ———
Sinamaldehyd Isolasi ———

Untuk memperkuat hasil isolasi dilakukan pengukuran titik didih dengan menggunakan tabung Thiele pada sinamaldehyd hasil isolasi dan dibandingkan dengan sinamaldehyd murni. Hasil pengukuran titik didih baik sinamaldehyd isolasi maupun sinamaldehyd murni sama yaitu 160°C (<http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=992382>).

Kemudian dilakukan juga pengukuran spektroskopi UV-Vis, untuk mengetahui adanya ikatan rangkap. Hasil pengukuran menunjukkan terjadinya penyerapan pada panjang gelombang 320 nm dengan absorbansi 1,722 yang dapat dilihat pada gambar 3. Pita serapan tersebut lebih tinggi dari pada serapan diena terkonjugasi pada transisi $\pi - \pi^*$ di daerah ≥ 270 nm. Hal ini menunjukkan ikatan rangkap pada sinamaldehyd terkonjugasi. Hasilnya hampir sama dengan spektrum UV-Vis sinamaldehyd murni.

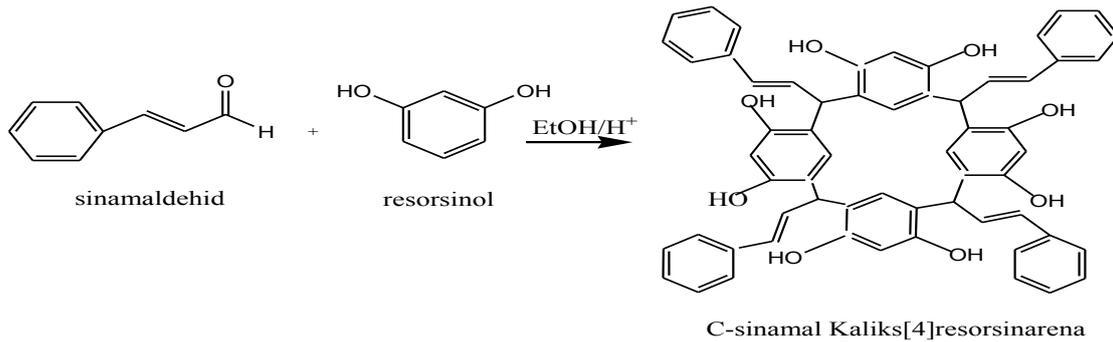


Gambar 3. Spektrum UV-Vis Sinamaldehyd

CSKR dari Sinamaldehyd Murni ———
CSKR dari Sinamaldehyd Isolasi ———

3. Sintesis CSKR

Sintesis CSKR dilakukan dengan mereaksikan sinamaldehyd dengan resorsinol pada suasana asam. Sintesis CSKR dilakukan pada suhu 77°C dengan waktu reaksi adalah 2 jam. Reaksi yang terjadi selama pembentukan CSKR adalah reaksi substitusi elektrofilik (Fitriyah, Utomo, & Kusumaningrum, 2013). Suasana asam dari HCl menyebabkan sinamaldehyd membentuk karbokation (Handayani, Jumina, Siswanta, & Mustofa, 2014) seperti pada gambar 4.

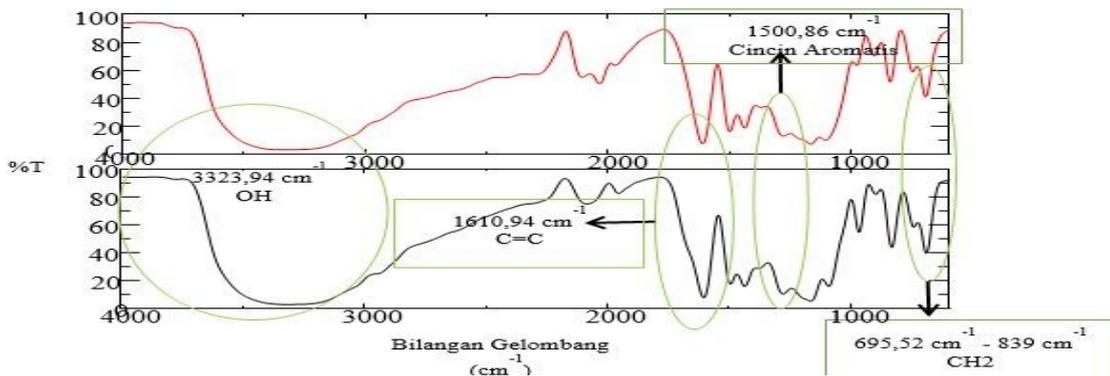


Gambar 4 Sintesis Kaliks[4]Resorsinarena (Sardjono, 2008)

Produk sintesis langsung terpisah dari campuran reaksi sebagai padatan berwarna kemerahan sebanyak 5,225 gram. Hasil sintesis CSKR ini dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR, Spektroskopi UV-Vis dan Melting Point.

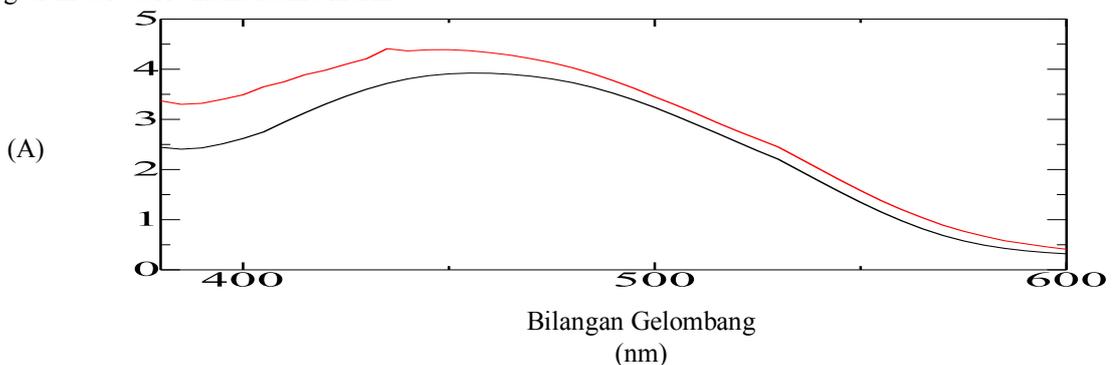
4. Karakterisasi CSKR

Karakterisasi CSKR dengan FTIR memperlihatkan adanya puncak yang lebar dan kuat pada bilangan gelombang 3323,94 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi O-H. Selanjutnya adanya serapan pada bilangan gelombang 1610,94 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi (C=C). Pada serapan kuat daerah 1500,86 cm^{-1} menunjukkan adanya cincin aromatis. Kemudian spektrum IR juga menampilkan pita serapan yang berasal dari vibrasi (CH₂) yang berada pada sidik jari 695,52 cm^{-1} -839,60 cm^{-1} (Sastrohamidjojo, 1992), seperti yang terlihat pada gambar 5. Karakterisasi CSKR yang disintesis dari sinamaldehyd murni memperlihatkan hasil yang hampir sama dengan CSKR yang disintesis dari sinamaldehyd hasil isolasi.



Gambar 5. Spektrum Infra Merah CSKR

Kemudian dilakukan pengukuran titik leleh dengan melting point dari sinamaldehyd isolasi dan dibandingkan dengan hasil sintesis dari sinamaldehyd murni untuk memperkuat hasil sintesis CSKR. Titik leleh CSKR yang disintesis yaitu 358°C dan titik leleh CSKR dari sinamaldehyd murni adalah 359°C. Selanjutnya dilakukan juga pengukuran spektroskopi UV-Vis pada CSKR yang menyerap pada panjang gelombang 440 nm dengan absorbansi 4,365 yang membuktikan adanya ikatan rangkap terkonjugasi pada senyawa CSKR, yang terlihat pada gambar 6. Hasilnya hampir sama dengan Spektrum UV-Vis CSKR yang disintesis dari sinamaldehyd murni.

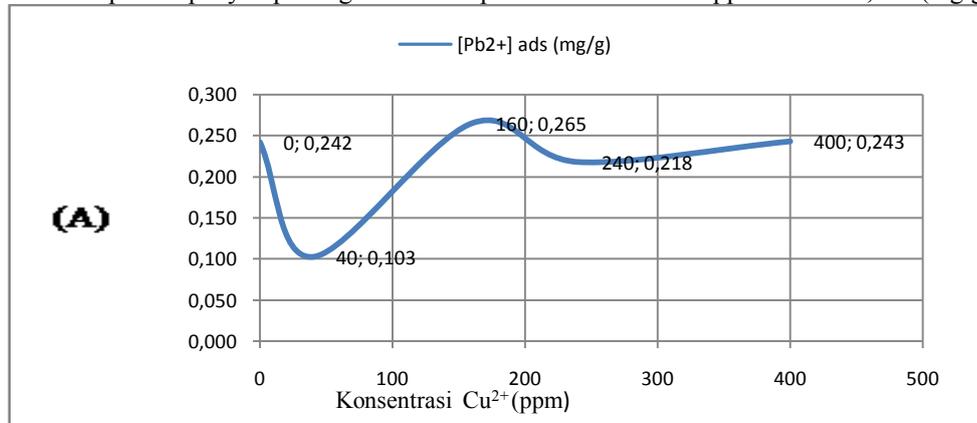


Gambar 6. Spektrum UV-Vis CSKR
(Etika, Sri Bentiet *al*, 2018)

CSKR dari Sinamaldehyda Murni —
CSKR dari Sinamaldehyda Isolasi —

5. Pengaruh ion Cu^{2+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+}

Pada penelitian ini dilakukan penambahan ion Cu^{2+} sebagai larutan pengganggu untuk mengetahui pengaruh terhadap penyerapan ion logam Pb^{2+} pada CSKR hasil sintesis. Hal ini menyebabkan terjadinya kompetisi antar ion Cu^{2+} dan Pb^{2+} pada proses penyerapan oleh CSKR hasil sintesis. Untuk mengetahui adanya pengaruh ion Cu^{2+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+} dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi ion Cu^{2+} dari 40 ppm, 160 ppm, 240 ppm, dan 400 ppm. Dapat dilihat pada gambar 7 adanya ion pengganggu Cu^{2+} dapat menurunkan persentase dan kapasitas penyerapan Pb^{2+} oleh CSKR hasil sintesis. Penurunan kapasitas penyerapan logam Pb cenderung terjadi pada saat penambahan konsentrasi 160 ppm sampai 240 ppm sebesar 0,265(mg/g) menjadi 0,218 (mg/g), sehingga terjadi penurunan persentase serapan 17,736% dan kapasitas penyerapan logam Pb naik pada konsentrasi 400 ppm sebesar 0,243 (mg/g).

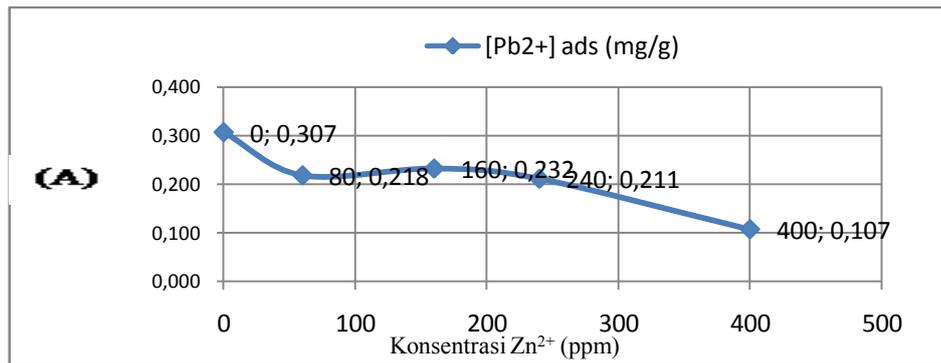


Gambar 7. Pengaruh ion Cu^{2+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+}

Berdasarkan grafik yang diperoleh dapat dilihat adanya ion pengganggu Cu^{2+} yang telah mengganggu proses penyerapan ion Pb^{2+} sehingga menurunnya kapasitas penyerapan Pb^{2+} . Hal ini disebabkan karena adanya kekuatan pembentukan kompleks yang bergantung pada kemampuan polarisasi dari ion-ion tersebut yaitu jari-jari ionnya. Ion Cu^{2+} memiliki jari-jari ion sebesar 96 pm yang lebih kecil dibandingkan jari-jari ion Pb^{2+} sebesar 120 pm. Menurut jasmidi et al., (2002) ion logam yang memiliki jari-jari ion yang kecil akan menghasilkan interaksi yang kuat dengan ligan karena mempunyai kemampuan polarisasi yang tinggi sehingga Cu^{2+} lebih mudah diserap oleh adsorben (Darmayanti dkk, 2012).

6. Pengaruh ion Zn^{2+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+}

Penyerapan logam berat Pb^{2+} oleh CSKR hasil sintesis juga dapat dipengaruhi oleh kehadiran ion lain yaitu ion Zn^{2+} yang dianggap sebagai ion pengganggu dengan berbagai variasi konsentrasi 80 ppm, 160 ppm, 240 ppm, dan 400 ppm. Sehingga terjadinya kompetisi diantara kedua logam untuk dapat lebih dulu berikatan dengan situs aktif adsorben sehingga menyebabkan kapasitas penyerapan logam Pb^{2+} mengalami penurunan yang signifikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi ion Zn^{2+} yang ditambahkan. Hal ini terjadi, karena proses penyerapan Pb^{2+} oleh CSKR hasil sintesis telah dipengaruhi oleh ion pengganggu Zn^{2+} . Dapat dilihat pada gambar 8.

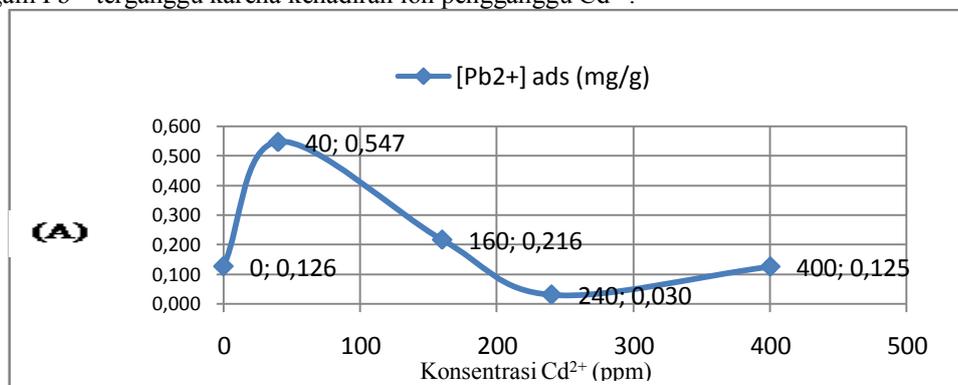


Gambar 8. Pengaruh ion Zn²⁺ terhadap penyerapan logam Pb²⁺

Berdasarkan grafik yang diperoleh penurunan kapasitas penyerapan cenderung terjadi pada saat konsentrasi ion Zn²⁺ 240 ppm sampai 400 ppm sebesar 0,211 (mg/g) menjadi 0,107 (mg/g), hal ini dapat disimpulkan bahwa adanya kehadiran ion Zn²⁺ dapat menurunkan persentase penyerapan logam Pb²⁺ sebesar 49,289%, berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa penyerapan Pb²⁺ dengan penambahan Zn²⁺ belum mencapai kapasitas adsorpsi yang maksimal. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan jari-jari ion logam. Besarnya jari-jari ion logam Pb²⁺ dan Zn²⁺ berturut-turut adalah 120 pm dan 74 pm dimana Zn²⁺ yang memiliki jari-jari ion yang lebih kecil sehingga semakin kecil jari-jari ion suatu logam maka semakin besar harga energi ionisasinya. Harga energi ionisasi inilah yang berpengaruh terhadap kemampuan ion logam dalam melepaskan elektron, semakin besar harga energi ionisasi maka semakin sulit untuk melepaskan elektron berarti kekuatan ikatan ion logam tersebut semakin kecil sehingga semakin mudah diserap oleh adsorben (Nur & Kristianingrum, 1995).

7. Pengaruh ion Cd²⁺ terhadap penyerapan logam Pb²⁺

Pengaruh ion logam Cd²⁺ sebagai ion pengganggu terhadap penyerapan Pb²⁺ oleh CSKR hasil sintesis dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi ion Cd²⁺ dari 40 ppm, 160 ppm, 240 ppm, dan 400 ppm untuk mengamati adanya pengaruh ion pengganggu Cd²⁺ yang disebabkan terjadinya kompetisi antara kedua logam yang akan diserap oleh adsorben. Dapat dilihat pada gambar 9 bahwa kapasitas penyerapan ion logam Pb²⁺ terganggu karena kehadiran ion pengganggu Cd²⁺.

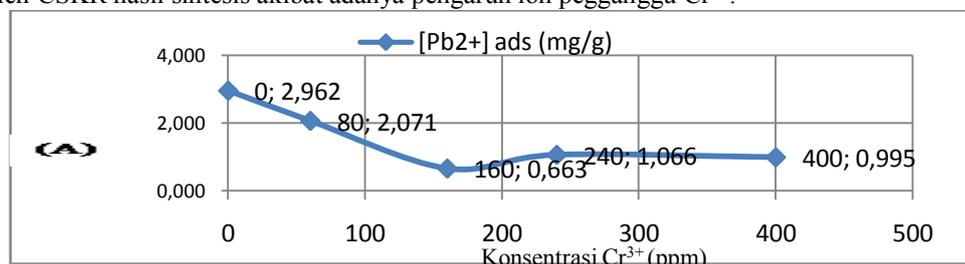


Gambar 9. Pengaruh ion Cd²⁺ terhadap penyerapan logam Pb²⁺

Berdasarkan grafik yang diperoleh kapasitas penyerapan logam Pb²⁺ mengalami penurunan yang signifikan, penurunan tersebut cenderung terjadi pada saat penambahan konsentrasi 160 ppm sampai 240 ppm sebesar 0,216 (mg/g) menjadi 0,030 (mg/g) sehingga mengalami penurunan persentase penyerapan logam Pb²⁺ sebesar 86,111% dan kapasitas penyerapan logam Pb²⁺ meningkat pada konsentrasi 400 ppm sebesar 0,125 (mg/g). Penurunan kapasitas serapan Pb²⁺ terjadi karena logam-logam tersebut bermuatan sama +2. Sehingga kedua ion logam saling berkompetisi untuk berikatan dengan situs aktif pertukaran kation yang sama. Selain itu juga disebabkan karena perbedaan jari-jari ion logam, ion logam Pb²⁺ memiliki jari-jari ion sebesar 120 pm sedangkan Cd²⁺ sebesar 96 pm, ion logam Cd²⁺ memiliki jari-jari ion yang lebih kecil sehingga lebih cepat diserap oleh adsorben. Karena semakin besar jari-jari ion maka semakin kecil harga energi ionisasinya sehingga semakin mudah untuk melepaskan elektron menyebabkan kekuatan ikatan logamnya semakin kuat sehingga sulit untuk diserap oleh adsorben (Fatmawati dkk, 2015; Nur & Kristianingrum, 1995).

8. Pengaruh ion Cr³⁺ terhadap penyerapan logam Pb²⁺

Penyerapan ion logam Pb^{2+} yang menggunakan CSKR hasil sintesis sebagai adsorben dapat dipengaruhi oleh kehadiran ion pengganggu Cr^{3+} dengan variasi konsentrasi 60 ppm, 160 ppm, 240 ppm, dan 400 ppm. Sehingga terjadinya kompetisi antara ion logam untuk dapat berikatan dengan situs aktif pada adsorben. Dapat dilihat pada gambar 10 telah terjadinya penurunan kapasitas penyerapan ion logam Pb^{2+} oleh CSKR hasil sintesis akibat adanya pengaruh ion pengganggu Cr^{3+} .



Gambar 10. Pengaruh ion Cr^{3+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+}

Berdasarkan grafik yang diperoleh penurunan kapasitas penyerapan ion logam Pb^{2+} cenderung terjadi pada saat konsentrasi 80 ppm sampai 160 ppm sebesar 2,071 (mg/g) menjadi 0,663 (mg/g) sehingga mengalami penurunan persentase penyerapan logam Pb^{2+} sebesar 67,986 % dan mengalami peningkatan kapasitas penyerapan ion logam Pb^{2+} pada konsentrasi 240 ppm sebesar 1,066 (mg/g). Terjadinya penurunan kapasitas penyerapan Pb^{2+} secara signifikan dapat dijelaskan berdasarkan teori HSAB (Hard and Soft Acids and Bases) yang dikembangkan oleh Pearson. Menurut Pearson ion Cr^{3+} merupakan asam keras sedangkan ion Pb^{2+} merupakan asam menengah. Sisi aktif pada adsorben CSKR hasil sintesis dominan mengandung gugus fungsional $-OH$ yang merupakan jenis basa keras. Hal ini mengakibatkan interaksi antara gugus fungsional pada adsorben dengan ion Cr^{3+} lebih besar dibandingkan dengan ion Pb^{2+} , sehingga interaksi kuat terjadi antara asam keras dengan basa keras (Purwanti dan Koestiari, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

Penambahan ion pengganggu dengan variasi konsentrasi dapat menurunkan kapasitas serapan logam Pb^{2+} oleh adsorben yaitu CSKR hasil sintesis sehingga persentase penyerapan logam Pb^{2+} juga menurun. Faktor utama yang mempengaruhi penurunan tersebut adalah tingkat jari-jari ion selain itu juga dipengaruhi oleh pengelompokan asam-basa menurut prinsip HSAB (Hard and Soft Acids and Bases). Penambahan ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} pada penyerapan logam Pb^{2+} cenderung mengganggu pada konsentrasi 80 ppm, 160 ppm, 240 ppm, dan 400 ppm yang menyebabkan penurunan persentase penyerapan logam Pb^{2+} masing-masing sebesar 17,736%, 49,289%, 86,111%, dan 67,986%.

REFERENSI

- Anam, Khairul. 2004. *Pemanjangan Sistem konyugasi Cinnamaldehyd dan Uji Aktifitas Sebagai Bahan Aktif Takbir Surya*. JKSA. Vol. VII. No. 1
- Darmayanti, dkk. 2012. *Adsorption of Plumbum (Pb) and Zinc (Zn) From Its The Solution by Using Biological Charcoal (Biocharcoal) of Kepok Banana Peel by pH and Contact Time Variation*. Pendidikan Kimia/FKIP - University of Tadulako, Palu.
- Etika, S. B., Nasra, E., & Rilaztika, I. (2018). *Synthesis and Characterization of C-Cinnamal Calix [4] Resorsinarena from Cinnamon Oil Waste West Sumatra*. Jurnal ICOMSET.
- Ezzeddine, Z., Batonneau-Gener, I., Pouilloux, Y., Hamad, H., & Saad, Z. (2018). Synthetic Nax Zeolite as a Very Efficient Heavy Metals Sorbent in Batch and Dynamic Conditions. *Colloids and Interfaces*, 2(2), 22. <https://doi.org/10.3390/colloids2020022>
- Fatmawati, S. N., Hastuti, R., Haris, A. (2015). *a Analytical Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Soedarto, Tembalang, Semarang*
- Fitriyah, A. W., Utomo, Y., & Kusumaningrum, I. K. (2013). Analisis Kandungan Tembaga (Cu) Dalam Air dan Sedimen di Sungai Surabaya. *Jurnal Online Universitas Negeri Malang*, 2(1), 1–8.
- Handayani, D. S., Jumina, J., Siswanta, D., & Mustofa, M. (2014). ADSORPSI ION LOGAM Pb (II) dan Cr (III) OLEH POLI 5ALLILKALIKS [4] ARENA TETRAESTER (Adsorption of Pb (II), Cd (II), and Cr (III) by Poly-5-allyl-calix [4] arene tetraester). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 19(3), 218–225. Retrieved from <http://jpe-ces.ugm.ac.id/ojs/index.php/JML/article/view/107>
- Huang, X., Chen, T., Zou, X., Zhu, M., Chen, D., & Pan, M. (2017). The adsorption of Cd(II) on

- manganese oxide investigated by batch and modeling techniques. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph14101145>
<http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9923482>
- Jasmidi, S. E., & Mudijiran. (2000). *Pengaruh lama dan kondisi penyimpanan biomassa terhadap biosorpsi timbal dan seng oleh biomassa saccharomyces cerevisiae*. Indonesian Journal of Chemistry, 11-15.
- Ngadiwiyana, Ismiyarto, Khairul, A. 2004. *Pemanjangan Sistem Terkonjugasi Sinamaldehyd Dan Uji Aktivitas Sebagai Bahan Aktif Tabir Surya*. JKSA, Vol. VII, No.1
- Nur, R., & Kristianingrum, S. (1995). Penggunaan campuran arang aktif dengan zeolit alam untuk adsorpsi logam tembaga dan seng.
- Nurlaili. 2018. *Penyerapan Ion logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} dari Larutan menggunakan C-SinamalKaliks[4]Resorsinarena yang disintesis dari Minyak Kayu Manis (Cinnamomum burmanii)*. Skripsi. Padang : Universitas Negeri Padang.
- Purwanti, N., & Koestiari, T. 2014. *Kapasitas Adsorpsi Bentonit Teknis Sebagai Adsorben Logam Berat Cu(Ii) Dengan Pesaing Ion Ca^{2+}* . Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences State University of Surabaya
- Sardjono, R. E., Jumina, Nurwahidin, A. W., Taufik, Sastrohamidjojo, H., and Santoso, S. J., 2008, *Adsorption characteristics of Pb(II) onto C-4-Hydroxy-3-methoxyphenyl calix[4]resorcinarene in Batch and Fixed Bed Column Systems*, Proceeding of The International Seminar on Chemistry 2008, pp. 419-425.
- Sastrohamidjojo, H. 1992. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Sulastris, S. (2010). Ekstraksi fasa padat sebagai langkah awal pada pemantauan terhadap pencemaran ion logam berat.
- Sutkowsy, M., & Klosowski, G. (2018). Use of the coenobial green algae Pseudopediastrum boryanum (Chlorophyceae) to remove hexavalent chromium from contaminated aquatic ecosystems and industrial wastewaters. *Water (Switzerland)*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/w10060712>
- Tandon, K., John, M., Heuss-Abichler, S., & Schaller, V. (2018). Influence of Salinity and Pb on the Precipitation of Zn in a Model System. *Minerals*, 8(2), 43. <https://doi.org/10.3390/min8020043>
- Windawati, N., & Untreated, S. (2018). Pengaruh Konsentrasi terhadap Adsorpsi Ion Cd^{2+} dan Cu^{2+} dari Garam Nitratnya oleh Arang Sekam Padi dan Arang Komersial dengan Sistem Kolom, (1), 1–2.