

**PENGARUH PENAMBAHAN 2-AMINOMETHYL PYRIDINE PADA KOMPOSIT SILIKA DAN KARBON AKTIF DAN APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI LOGAM****Pb²⁺ DAN Cu²⁺**Safrinda¹, La Harimu^{*2}, Ratna²¹Alumni Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo, Kendari²Pengajar Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo, Kendari(*) Corresponding author: harim_1@yahoo.co.id**Article History**

Received:

Revised:

Published:

Abstract

This research has been carried out on the effect of the addition of 2-aminomethyl pyridine on silica and activated carbon composites and their application for the heavy metals Pb²⁺ and Cu²⁺. This study aims to determine the optimal pH, mass, and contact time. The adsorption of Pb²⁺ and Cu²⁺ metal ions has been carried out by varying the pH, the adsorbent mass, and the contact time. The optimal pH for the adsorption process of Pb²⁺ and Cu²⁺ solutions for the adsorption process of activated carbon composite with silica and 2-aminomethyl pyridine is at pH 4 with the adsorption presentations of both metallic ions, respectively 82.70% and 80.20%. The optimal carbon mass activated with silica and composites 2-aminomethyl pyridine to reduce the levels of Pb²⁺ is 0.3 grams with an adsorption presentation of 90%, and Cu²⁺ is 0.4 grams with an adsorption presentation of 89.6%. The optimal carbon contact time activated with silica composite and 2-aminomethyl pyridine to reduce the levels of Pb²⁺ is 45 minutes with an adsorption presentation of 96.6%, and Cu²⁺ is 60 minutes with an adsorption presentation of 98.

Keywords: Rice hush ash, silica, 2- Aminomethyl Pyridine adsorption, Pb²⁺, Cu²⁺

1. PENDAHULUAN

Sekam padi merupakan salah satu sumber penghasil silika yang diperoleh setelah sekam dibakar sempurna. Melalui pemanfaatan tungku sekam, maka akan muncul lagi limbah lain yaitu limbah arang sekam padi. Kandungan serat kasar berupa selulosa dan lignin sangat berpotensi sebagai adsorben termasuk untuk logam berat. Komposisi kimia yang utama pada sekam padi yang bertindak sebagai adsorben serat (31,37- 49,92%), selulosa (34,34-43,80%), dan lignin (21,40-46,97%). Sedangkan apabila sekam padi berada dalam bentuk abu sekam padi, maka kandungan utama yang dapat bertindak sebagai adsorben limbah logam berat adalah silika dalam bentuk SiO₂ dengan kandungan 86,90-97,30%. (La Harimu dkk, 2019).

Menurut (Kalapathy dkk, 2000) senyawa silika mudah larut pada suasana basa, dan akan mengendap pada suasana asam. Berdasarkan hal tersebut, untuk membuat senyawa silika mudah terambil dari abu sekam padi, maka digunakan pelarut bersifat basa seperti larutan KOH dan NaOH. Silika yang dihasilkan dengan pelarutan dengan larutan NaOH memiliki kadar yang lebih besar dibandingkan dengan larutan KOH basa pekat seperti NaOH dalam kondisi panas secara perlahan dapat mengubah silika menjadi silikat yang larut dalam air. Fajar dkk, (2013) menyatakan silika yang dihasilkan dari abu sekam padi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan silika mineral, yaitu silika sekam padi memiliki butiran halus, lebih reaktif, diperolehnya pun dengan cara mudah dan biaya yang relatif lebih murah. Berdasarkan kelebihan tersebut menunjukkan silika dari sekam padi berpotensi untuk digunakan sebagai sumber silika. Silika memiliki luas permukaan yang besar, struktur berpori yang teratur, dan volume pori yang besar. Oleh karena itu silika sering digunakan sebagai katalis, dan adsorben (Emelia dkk., 2015).

Silika banyak digunakan dalam penelitian sebagai adsorben, karena silika memiliki gugus aktif yang merupakan sisi aktif dari silika untuk mengadsorpsi zat (Erna dkk., 2010). Silika memiliki sifat

nontoksik dan biokompatibel sehingga banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Matrik silika secara kimia stabil, bersifat hidrofilik, mudah disintesis dan

memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, stabilitas termal yang tinggi, Permukaan stabil dalam medium asam (Antovska, 2006). Sehingga silika sangat cocok untuk dijadikan adsorben karena sifatnya tersebut. Karbon aktif adalah arang yang telah mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimianya. Pemanfaatan karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben karena karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar dalam hal ini untuk menyerap logam berat (Arsad dkk, 2010).

Menurut Fajri (2013) Meningkatkan kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi logam berat atau mengadsorpsi limbah yang lain maka perlu dibuat komposit. Komposit adalah suatu sistem yang tersusun melalui pencampuran dua material atau lebih yang berbeda dalam bentuk dan komposisi material. Dalam hal ini silika dan karbon aktif apa bila dipadukan akan memberikan kemampuan yang lebih besar dalam proses adsorpsi. (Rinaldi, 2021) dalam penelitiannya melaporkan bahwa persentase adsorpsi dari komposit silika-karbon aktif lebih tinggi dibandingkan dengan daya adsorpsi silika dan karbon aktif, yaitu 64,83%. Silika memiliki persentase adsorpsi pada surfaktan anionik sebesar 58,82%. Karbon Aktif memiliki persentase adsorpsi pada limbah laundry sebesar 48,02% Komposit memiliki persentase yang lebih besar dalam mengadsorpsi surfaktan anionik pada limbah laundry dibandingkan silika dan karbon aktif, karena disebabkan oleh struktur pori dari komposit yang memiliki gugus aktif silika dan ukuran pori yang besar dan berasal dari sifat pori karbon aktif, sehingga daya adsorpsinya terhadap surfaktan besar karena memiliki sifat dari dua bahan, maka komposit dapat mengadsorpsi secara fisika maupun kimia.

Menambah jumlah gugus aktif yang ada pada permukaan komposit maka perlu ditambahkan bahan yang lain yang mempunyai gugus aktif, penambahan gugus aktif disesuaikan dengan jenis material atau logam berat yang diadsorpsi. 2-aminomethyl pyridine merupakan ligan basa menengah yang mempunyai atom-atom donor yang bersifat elektronegatif pada gugus aminonya (NH_2). Basa menengah akan lebih baik mengadsorpsi atau berikatan dengan ion logam yang bersifat asam menengah seperti Pb^{2+} dan Cu^{2+} sehingga komposit yang telah terbentuk diperkaya lagi dengan 2-aminomethyl pyridine (La Harimu dkk, 2013).

Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “ pembuatan komposit karbon aktif dan silika 2-Aminomethyl pyridine dan aplikasinya untuk adsorpsi logam berat Pb^{2+} dan Cu^{2+} .”

2. METODE PENELITIAN

2.1 Preparasi Sampel

Sampel abu sekam padi yang selanjutnya diekstraksi hingga diperoleh silika. Kemudian dimodifikasi dengan karbon aktif hingga memperoleh komposit lalu ditambahkan 2-aminomethyl pyridine, komposit diaplikasikan pada proses adsorpsi logam berat Pb^{2+} dan Cu^{2+} .

2.1.1 Pemisahan Silika dari Abu Sekam Padi Menggunakan Larutan NaOH 12%

Ditimbang sebanyak 40 gram abu sekam padi yang telah diayak. Dimasukan kedalam gelas kimia 600 mL. Ditambahkan sebanyak 240 mL larutan NaOH 12% kemudian dipanaskan pada suhu 85°C selama 90 menit sambil diaduk menggunakan magnetic stirer. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring, kemudian filtratnya dinetralkan dengan asam sulfat 0,5 M hingga terdapat endapan gel dan didiamkan selama 18 jam. Endapan jel yang terbentuk tersebut kemudian disaring, lalu dicuci menggunakan aquades panas sebanyak 1000 mL, dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 3 jam dan ditimbang serta dihitung persentase kadar silika yang diperoleh menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar silika} = \frac{\text{berat silika yang diperoleh (g)}}{\text{berat abu sekam padi (g)}} \times 100\%$$

(La Harimu dkk, 2019)

2.1.2 Pemurnian Silika dari Abu Sekam Padi Menggunakan H_2SO_4 10,88%

Rendemen silika dari abu sekam padi hasil perendaman menggunakan NaOH dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL kemudian ditambahkan 100 mL asam sulfat dengan konsentrasi 10,88%. Larutan tersebut didiamkan selama 120 menit. Dicuci dengan aquades 200 mL selanjutnya larutan tersebut disaring. Endapan hasil penyaringan dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 2 jam kemudian ditimbang dan ditentukan persentasenya.

$$\text{Kadar silika} = \frac{\text{berat silika yang diperoleh (g)}}{\text{berat abu sekam padi (g)}} \times 100\%$$

(La Harimu dkk, 2019)

2.1.3 Sintesis Komposit Silika dari Abu Sekam Padi dengan Karbon Aktif

Produk silika yang dihasilkan digerus dan diayak dengan ayakan 100 mesh terlebih dulu kemudian dicampur dengan karbon aktif yang telah di gerus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh dengan massa 10 g silika dan 20 g karbon aktif dalam larutan etanol 80 mL kemudian direfluks selama 3 jam, kemudian disaring. Endapan yang terbentuk dikeringkan dengan oven pada temperatur 90°C selama satu malam. Kemudian hasil dikalsinasi selama 3 jam pada temperature 200°C (Kesumaningrum dkk., 2011).

2.1.4 Modifikasi Silika dari Abu Sekam Padi Menggunakan 2-(Aminometil) piridin

Sebanyak 14 gram komposit silika karbon aktif ditambahkan 100 mL etanol dan 1,4 gram 2-aminomethyl pyridin kemudian direfluks selama 3 jam. Kemudian disaring dan dipanaskan di oven pada suhu 80°C kemudian hasilnya dianalisis dengan IR dan SEM.

2.2 Uji Kerja Komposit 2-Aminomethyl Pyridine (Silika dari Abu Sekam Padi dan Karbon Aktif) dalam Mengadsorpsi Pb^{2+} dan Cu^{2+}

2.2.1 Penentuan pH Optimum

Disiapkan sebanyak 4 buah Erlenmeyer 50 mL dan dimasukkan masing-masing 0,2 g serbuk silika kedalam Erlenmeyer. Selanjutnya, kedalam Erlenmeyer ditambahkan 10 mL larutan ion logam Pb^{2+} konsentrasi 10 ppm. Selanjutnya dilakukan penambahan NaOH 0,1 M dan HCl 0,1 M sebagai pengatur pH. Adsorpsi dilakukan dengan variasi pH 3, 4, 5, dan 6, kemudian diaduk menggunakan magnetik stirrer rpm selama 15 menit. Larutan disaring dengan kertas saring *Whatman* 41. Konsentrasi ion logam Pb dan pada filtrat ditentukan dengan menggunakan AAS. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada logam Cu^{2+} (La Harimu dkk, 2019).

2.2.2 Penentuan Massa Optimum

Adsorpsi dilakukan dengan berbagai massa yaitu 0,05, 0,1, 0,2, 0,3 dan 0,4 gram dengan pH optimum yang diperoleh pada penentuan pengaruh pH larutan. Disiapkan 4 buah Erlenmeyer 50 mL, dimasukkan masing-masing 0,05, 0,1, 0,2, 0,3 dan 0,4 gram serbuk silika, selanjutnya kedalam Erlenmeyer ditambahkan 10 mL larutan ion logam Pb^{2+} dengan konsentrasi 10 ppm, kemudian diaduk menggunakan magnetik stirrer rpm selama 15 menit. Larutan disaring dengan kertas saring *Whatman* 41. Konsentrasi ion logam Pb^{2+} dan pada filtrat ditentukan dengan menggunakan AAS. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada logam Cu^{2+} (La Harimu dkk, 2019).

2.2.3 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Dilakukan dengan variasi waktu kontak larutan 15, 30, 45, dan 60 menit dengan pH dan massa yang diperoleh pada penentuan pengaruh pH optimum larutan dan massa optimum silika terhadap penyerapan larutan ion logam Pb^{2+} . Disiapkan 4 buah erlenmeyer 50 mL, dimasukan serbuk silika dengan massa optimum. Selanjutnya, kedalam erlenmeyer ditambahkan 10 mL larutan ion logam Pb^{2+} dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan selanjutnya, diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan variasi waktu masing-masing 15, 30, 45 dan 60 menit. Larutan disaring dengan kertas saring *Whatman* 41. Konsentrasi ion logam Pb^{2+} dan pada filtrat ditentukan dengan menggunakan AAS Perlakuan yang sama juga dilakukan pada logam Cu^{2+} (Arneli dalam Utomo dkk, 2018).

2.3 Teknik Analisisn Data

Data hasil pengukuran absorbansi ion logam Pb^{2+} dan Cu^{2+} pada variasi pH, waktu kontak, dan massa adsorben menggunakan AAS digunakan untuk menghitung konsentrasi akhir ion logam Pb maupun ion logam Cu setelah adsorpsi (C_e) dengan menggunakan persamaan regresi.

$$y = ax + b$$

dimana:

y = absorbansi

x = C_e = konsentrasia akhir logam Pb dan Cu

a = slope

b = intersep

Selanjutny, harga C_e yang diperoleh digunakan untuk menghitung presentase logam yang teradsorpsi dihitung denggan persamaan :

$$\% \text{ Teradsorpsi} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

Dengan C_0 adalah konsentrasi awal larutan logam (mg/L), C_e adalah konsentrasi setelah dsorpsi (mg/L). Dari hasil perhitungan persen teradsorpsi (% teradsorpsi) terhadap variasi pH dan massa adsorben dilihat pada pH dan massa berapa persen teradsorpsi tertinggi.

Sedangkan untuk menghitung nilai kapasitas adsorpsi digunakan persamaan:

$$Q = \frac{C_0 - C_e}{m} \times V$$

Dimana:

Q = kapasitas adsorpsi per bobot molekul (mg/g)

C_0 = konsentrasi awal larutan logam (mg/L)

C_e = konsentrasi setelah adsorpsi (mg/L)

m = massa adsorben (g)

V = volume larutan (L)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Preparasi Sampel

3.1.1 Pemisahan Silika dari Abu Sekam Padi Menggunakan NaOH 12%

Pemisahan silika dari abu sekam padi menggunakan NaOH 12% dilakukan dengan mereaksikan 40 gram abu sekam padi kedalam 240 mL NaOH 12%. Abu sekam dan NaOH dipanaskan pada suhu 85°C , pemanasan berlangsung selama 90 menit sambil diaduk dengan *magnetic stirer* agar abu sekam padi dan NaOH dapat tercampur dan terdistribusi secara merata dan mempercepat kontak antara NaOH dan abu sekam padi sehingga hasil yang diperoleh lebih optimal. Proses ini masih terbentuk senyawa natrium silikat. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar silika dalam abu sekam padi sebanyak 19,8732 gram dengan persentase 49,683%. Hasil ekstraksi dari NaOH 12% tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh La Harimu dkk (2019) dengan kandungan silika dalam abu sekam padi sekitar 86,90-97,30%, diduga karena kualitas abu sekam padi mulai dari proses pembakaran dan pengabuan yang tidak baik sehingga menurunkan kadar silikanya dan rendemen yang didapat berada dibawah 80%. Oleh karena silika yang diperoleh belum terlalu murni maka hasil yang diperoleh harus dilakukan pemurnian lagi untuk mendapatkan silika yang benar-benar murni dengan melakukan perendaman silika dalam larutan H_2SO_4 10,88 %.

3.1.2 Pemurnian Silika menggunakan H_2SO_4 10,88%

Setelah diekstraksi dengan NaOH 12%, diperoleh silika dengan rendemen 49,683%. maka dilakukan pemurnian dengan cara perendaman silika kedalam larutan H_2SO_4 10,88%. Perendaman ini bertujuan untuk melarutkan komponen yang mudah larut kedalam suatu pelarut agar terjadi pemisahan karena silika hasil pengeringan dari abu sekam padi masih memiliki banyak pengotor yang ditandai dengan warnanya masih gelap. Perendaman dengan asam kuat seperti H_2SO_4 efektif untuk mengurangi zat-zat organik pengotor dalam sekam padi yang biasanya terdapat dalam jumlah sedikit atau bertujuan untuk menurunkan kadar pengotor berupa oksida-oksida logam seperti Na_2O , K_2O dan CaO dalam abu sekampadi (Mujiyanti dkk., 2010). Silika yang dihasilkan dari pemurnian dengan menggunakan H_2SO_4 10,88%. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kadar silika hasil pemurnian menggunakan H_2SO_4 sebanyak 17,2831 gram dengan persentase 86,96%.

3.1.3 Sintesis Komposit Silika dari Abu sekm Padi dengan Karbon aktif

Pembuatan komposit ini merupakan pengembangan adsorben yang bahannya terdiri dari silika yang berasal dari abu sekam padi dan karbon aktif. Pembuatan komposit ini menggunakan pelarut etanol sebanyak 80 mL dengan tujuan untuk mengkarakterisasi struktur permukaan dari silika dan karbon aktif (Kesumaningrum dkk., 2011). Silika dari sekam padi sebanyak 10 gram ditambahkan bersamaan dengan karbon aktif sebanyak 20 gram dalam larutan etanol menghasilkan larutan yang berwarna hitam mengikuti warna dari karbon aktif. Larutan kemudian disaring dan membentuk serbuk dan dikalsinasi pada suhu 400°C , setelah dikalsinasi diperoleh komposit silika-karbon aktif.

3.1.4 Modifikasi Silika dari Abu Sekam Padi menggunakan 2- Aminomethyl Pyridine

Modifikasi silika dari tahap pembuatan komposit silika dan karbon aktif dilakukan dengan mereaksikan sebanyak 14 gram komposit silika karbon aktif ditambahkan 100 mL etanol dan 2,8 gram 2-aminomethyl pyridin kemudian direfluks selama 3 jam . Kemudian disaring dan dipanaskan di oven pada suhu 50⁰C, setelah di oven didapatkan modifikasi komposit silika-karbon aktif dan 2-aminomethyl (pyridin) 14 gram. Kemudian komposit silika-karbon aktif dan 2-aminomethyl (pyridin) dianalisis dengan IR dan SEM.

3.2 Uji Kerja Komposit 2-Aminomethyl Pyridine (Silika dari Abu Sekam Padi dan Karbon Aktif) dalam Mengadsorpsi Pb²⁺ dan Cu²⁺

3.2.1 Penentuan pH optimum larutan ion logam Pb²⁺ dan Cu²⁺

Penentuan pH optimum ini bertujuan untuk mengetahui pH larutan yang dibutuhkan oleh komposit silika-karbon aktif-2 aminomethyl pyridine untuk mengadsorpsi logam Pb²⁺ dan Cu²⁺ secara maksimal. Penentuan pH optimum ini dilakukan dengan larutan Pb²⁺ dan Cu²⁺ dengan konsentrasi awal 10 ppm. Data hasil penyerapan Pb²⁺ dan Cu²⁺ oleh komposit silika-karbon aktif-2 aminomethyl.

Tabel 1. Data Konsentrasi Ion Logam Pb²⁺ Yang Teradsorpsi Oleh Komposit Silika-Karbon Aktif-2- Aminomethyl Pyridine pada berbagai pH larutan

| No | pH | C ₀ (ppm) | C _e (ppm) | % Adsorpsi | C Teradsorpsi (ppm) |
|----|----|----------------------|----------------------|------------|---------------------|
| 1 | 3 | 10 | 2,14 | 78,60 | 7,86 |
| 2 | 4 | 10 | 1,73 | 82,70 | 8,27 |
| 3 | 5 | 10 | 2,24 | 77,60 | 7,76 |
| 4 | 6 | 10 | 2,30 | 77 | 7,7 |

Berdasarkan Tabel 4.1 Hasil pengukuran ion logam Pb²⁺ dengan berbagai macam variasi pH, dilihat bahwa pH sangat mempengaruhi dalam proses adsorpsi, adanya peningkatan persentasi adsorpsi dengan kenaikan pH larutan. Dimana pH 3 penyerapan hanya mencapai 78,60% dan pada pH 4 terjadi peningkatan pH lebih besar dan mencapai optimumnya dengan persentasi 82,70%, daya serap yang tinggi ini disebabkan situs aktif suatu pH sangat mempengaruhi permukaan adsorben yang berperan aktif dalam suatu proses pengadsorpsian ion logam dan mempengaruhi kelarutan suatu keasaman dari ion logam dalam larutan. Hal ini juga diduga disebabkan karena jumlah ion H⁺ mulai berkurang dengan H⁺ berkurang maka permukaan adsorben cenderung terionisasi dengan melepas ion H⁺ dan permukaan adsorben menjadi negatif (Vasu, 2008). sehingga terjadi interaksi elektrostatis antara permukaan adsorben dengan logam Pb²⁺ . Namun pada pH 5 dan 6 penyerapannya menurun, penurunan tersebut terjadi karena pH tinggi logam Pb²⁺ mengalami reduksi menjadi ion bermuatan +1 (Wirawan dan Lestari, 2008). Terhidrolisisnya Pb²⁺ maka muatan positifnya berkurang menjadi +1 sehingga interaksi dengan permukaan adsorben menjadi berkurang.

Tabel 2. Data Konsentrasi Logam Cu²⁺ Yang Teradsorpsi Oleh Komposit Silika-Karbon Aktif-2- Aminomethyl Pyridine pada berbagai pH larutan

| No | pH | C ₀ (ppm) | C _e (ppm) | % Adsorpsi | C Teradsorpsi (ppm) |
|----|----|----------------------|----------------------|------------|---------------------|
| 1 | 3 | 10 | 2,13 | 78,70 | 7,87 |
| 2 | 4 | 10 | 1,98 | 80,20 | 8,02 |
| 3 | 5 | 10 | 2,21 | 77,90 | 7,79 |
| 4 | 6 | 10 | 2,25 | 77,50 | 7,75 |

3.2.2 Penentuan massa komposit silika-karbon aktif-2- aminomethyl pyridine terhadap penyerapan logam Pb^{2+} dan Cu^{2+}

Penelitian untuk menguji variasi massa logam Pb^{2+} dan Cu^{2+} massa komposit yang digunakan yaitu 0,05 gram ; 0,1; 0,2; 0,3; dan 0,4 gram. Pengaruh massa terhadap adsorpsi logam Pb^{2+} dan Cu^{2+} adsorben komposit silika-karbon aktif-2- aminomethyl pyridine dengan cara dipipet masing-masing 10 mL larutan Pb^{2+} dan Cu^{2+} 10 ppm dengan pH larutan yang memberikan efisiensi penyerapan optimum pada variasi pH. Kemudian ditambahkan 0,05 gram komposit silika-karbon aktif-2-aminomethyl pyridine. Setelah itu diaduk menggunakan magnet stirer selama 15 menit. Fungsi pengadukan agar komposit dan logam dapat terkontak secara merata sehingga proses adsorpsi dapat terjadi secara maksimal. Setelah itu dilakukan pengukuran menggunakan AAS (SNI 06-6989), maka diperoleh data konsentrasi ion logam Pb^{2+} dan Cu^{2+} yang teradsorpsi oleh silika pada berbagai massa yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 perolehan data penurunan data konsentrasi berbagai massa komposit untuk logam Pb^{2+} dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data konsentrasi ion logam Pb^{2+} yang teradsorpsi oleh komposit silika-karbon aktif-2-aminomethyl pyridine pada berbagai massa adsorben

| No | Massa | C_o (ppm) | C_e (ppm) | % Adsorpsi | C Teradsorpsi (ppm) |
|----|-------|-------------|-------------|------------|---------------------|
| 1 | 0,05 | 10 | 1,94 | 80,6 | 8,06 |
| 2 | 0,1 | 10 | 1,77 | 82,30 | 8,23 |
| 3 | 0,2 | 10 | 1,73 | 82,70 | 8,27 |
| 4 | 0,3 | 10 | 1,00 | 90 | 9 |
| 5 | 0,4 | 10 | 1,36 | 86,40 | 8,64 |

Berdasarkan hasil data variasi massa komposit silika-karbon aktif-2-aminomethyl pyridine untuk menurunkan kadar logam Pb^{2+} penyerapan tertinggi pada massa 0,3 gram yaitu sebesar 9% dan mengalami penurunan kembali pada penambahan massa 0,4 gram yaitu sebesar 8,96%. Penambahan massa adsorben sangat berpengaruh pada proses adsorpsi, penambahan yang bervariasi juga menunjukkan nilai kekeruhan yang berbeda, dimana proses adsorpsi yang berlangsung setelah mencapai proses optimum penyerapan material terlarut dalam air tidak mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh komposit yang sudah berada pada titik kejenuhan, dimana pori-pori pada dinding adsorben tidak dapat menyerap logam Pb^{2+} dengan baik sehingga pada saat mencapai titik jenuh, molekul yang terserap oleh dinding pori adsorben terlepas kembali ke dalam sampel. Hal ini dikarenakan proses penyerapan terjadi secara fisik yang bersifat reversible. Sejalan dengan pernyataan Lestari (2010) bahwa adsorpsi berlangsung dengan cepat dan bersifat reversibel. Adsorbat yang terikat secara lemah pada permukaan adsorben, dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke bagian permukaan lainnya.

Data konsentrasi logam Cu^{2+} yang teradsorpsi oleh silika dapat dilihat pada Tabel 4.4. Terlihat bahwa pada proses adsorpsi logam Cu^{2+} terjadi peningkatan persen seiring bertambahnya massa adsorben yaitu pada massa 0,4 dengan presentasi adsorpsi sebesar 89,6% . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. Data Konsentrasi Logam Cu²⁺ Yang Teradsorpsi Oleh Komposit Silika-Karbon Aktif-2-Aminomethyl Pyridine

| No | Massa | C ₀ (ppm) | C _e (ppm) | % Adsorpsi | C Teradsorpsi (ppm) |
|----|-------|----------------------|----------------------|------------|---------------------|
| 1 | 0,05 | 10 | 2,10 | 79 | 7,9 |
| 2 | 0,1 | 10 | 2,06 | 79,40 | 7,97 |
| 3 | 0,2 | 10 | 1,98 | 80,20 | 8,02 |
| 4 | 0,3 | 10 | 1,41 | 85,90 | 8,59 |
| 5 | 0,4 | 10 | 1,04 | 89,60 | 8,96 |

Berdasarkan pada Tabel 4 massa optimum pada penelitian ini yaitu 0,4 dengan persentasi 89,60%. Dari hasil penelitian dapat dikatakan hasil yang didapat sesuai dengan teorinya, dimana semakin besar massa adsorben maka semakin banyak konsentrasi logam Cu²⁺ yang terserap. Bertambahnya berat adsorben komposit sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan sekam padi sehingga menyebabkan efisiensi penyerapan meningkat (Refilda dkk, 2001).

Perbedaan persen optimum kedua ion logam adsorpsi diduga disebabkan karena dalam adsorben terdapat gugus N yang merupakan basa *borderline* yang akan selektif dengan logam Asam *borderline* seperti Pb²⁺ dan Cu²⁺ (Cahyano, 2007). Logam Pb²⁺ lebih besar penyerapannya yaitu 90% sementara logam Cu²⁺ sebesar 89,6% dikarenakan logam Cu memiliki nomor atom 29 dan logam Pb dengan nomor atom 82 yang mempengaruhi perbedaan sifat asam basa keras lunak. Dalam penelitian Sembiring dkk (2009) kapasitas adsorpsi ion Pb(II) , Cu(II) dan Cd(II) masin-masing sebesar 322,58, 0,033 dan 0,0322 $\mu\text{mol/g}$ pada biomassa *nannocloropsis sp* yang dienkapsulasi akuagel silika. Tampak bahwa kapasitas adsorpsi ion logam pada adsorben biomassa *nannocloropsis sp* mengikuti urutan : Cd(II) < Cu(II)< Pb(II). Hal ini dapat dijelaskan dengan meninjau sifat asam basa keras lunak. Dalam hal ini Pb(II) dan Cu(II) tergolong asam madya (*borderline*), sehingga akan berinteraksi kuat dengan karbon silat dari biomassa *nannocloropsis sp*.

3.2.3 Penentuan pengaruh waktu kontak

Penentuan waktu optimum bertujuan untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh silika dari abu sekam padi dalam mengadsorpsi Pb²⁺ dan Cu²⁺ secara maksimal. Variasi waktu yang digunakan yaitu 15, 30, 45 dan 60 menit. Penurunan kadar Pb²⁺ dan Cu²⁺ menggunakan adsorben silika dari abu sekam padi dengan variasi waktudapat dilihat hubungan waktu dengan efisiensi adsorpsi fenol oleh silika dari abusekam padi pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 4.5 Data konsentrasi logam Pb²⁺ yang teradsorpsi oleh komposit silika-karbon aktif-2-aminomethyl pyridine pada berbagai waktu kontak

| No | Waktu kontak | C ₀ (ppm) | C _e (ppm) | % Adsorpsi | C Teradsorpsi (ppm) |
|----|--------------|----------------------|----------------------|------------|---------------------|
| 1 | 15 | 10 | 1,00 | 90 | 9 |
| 2 | 30 | 10 | 0,59 | 94,1 | 9,41 |
| 3 | 45 | 10 | 0,34 | 96,60 | 9,66 |
| 4 | 60 | 10 | 0,36 | 96,40 | 9,64 |

Berdasarkan Tabel 5. dapat dilihat bahwa pengaruh waktu kontak terhadap pengabsorpsian logam Pb²⁺ memberikan pengaruh lebih besar dimana Pb²⁺ mencapai waktu optimumnya pada 45 menit dengan efisiensi adsorpsi 96,60%. Pada waktu kontak 60 menit terjadi penurunan penyerapan komposit pada logam Pb²⁺. Hal ini terjadi karena waktu kontak yang terlalu lama menyebabkan terjadinya peristiwa desorpsi adsorbat dari permukaan adsorben disebabkan karena permukaan adsorben telah jenuh. Sesuai dengan pernyataan Venuogopal (2011) yang menyatakan bahwa waktu kontak yang lama memungkinkan proses

difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik, namun pada kondisi dinamis situs aktif sudah jenuh akan terjadi penurunan kapasitas penyerapan.

Data pengaruh variasi waktu kontak (15,30,45, dan 60) pada komposit silika-karbon aktif-2-aminomethyl pyridine dengan pH dan massa optimum dari hasil perlakuan sebelumnya, dapat dilihat dari Tabel 6. berikut.

Tabel 6. Data Konsentrasi Logam Cu^{2+} Yang Teradsorpsi Oleh Komposit Silika-Karbon Aktif-2-Aminomethyl Pyridine Pada Berbagai Waktu Kontak

| No | Waktu kontak | C_0 (ppm) | C_e (ppm) | % Adsorpsi | C Teradsorpsi (ppm) |
|----|--------------|-------------|-------------|------------|---------------------|
| 1 | 15 | 10 | 1,04 | 89,60 | 8,96 |
| 2 | 30 | 10 | 0,68 | 93,2 | 9,32 |
| 3 | 45 | 10 | 0,38 | 96,20 | 9,62 |
| 4 | 60 | 10 | 0,18 | 98,20 | 9,82 |

Berdasarkan Tabel 6. semakin bertambahnya waktu kontak proses penyerapan semakin meningkat. Dari data tersebut didapatkan adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kontak 60 menit dengan persentasi adsorpsi sebesar 98,20% . ini sesuai dengan pernyataan (Syauqiah, 2011) waktu kontak merupakan hal yang menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan adsorben makin lama. Sejalan dengan pernyataan (Anber, 2011) waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik. Semakin lama waktu kontak maka proses adsorpsi akan semakin baik. Hal ini disebabkan waktu yang dibutuhkan untuk adsorben dan adsorbat semakin lama untuk saling kontak sehingga akan ada lebih banyak yang teradsorpsi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

pH optimum larutan pb^{2+} dan Cu^{2+} untuk proses adsorpsi oleh komposit silika-karbon aktif-2-aminomethyl pyridine adalah pada pH 4 dengan. pb^{2+} presentasi adsorpsi kedua ion logam sebesar 82,70% untuk ion logam pb^{2+} dan 80,20% untuk ion logam Cu^{2+} . Massa optimum komposit silika-karbon aktif dan 2-aminomethyl pyridine untuk menurunkan kadar pb^{2+} adalah 0,3 gram dengan presentasi adsorpsi sebesar 90% dan Waktu kontak optimum komposit silika-karbon aktif dan 2-aminomethyl pyridine untuk menurunkan kadar pb^{2+} adalah 45 menit dengan presentasi adsorpsi sebesar 96,6% dan Cu^{2+} adalah 0,4 gram dengan presentasi adsorpsi sebesar 89,6% dan Cu^{2+} adalah 60 menit dengan presentasi adsorpsi sebesar 98,2%

REFERENSI

- Anber, M. 2011. Thermodynamics Approach In The Adsorption Of Heavy Metals.
- Antovska, P., Cvetkovska, M., Dan Goracinova, K. 2006. Preparation And Characterization Of Sol-Gel Processed Spray Dried Silica Xerogel Microparticles As Carrier Of Heparin Sodium. Bulletin Of The Chemists And Technologists Of Macedonia. Vol. 25 (2) : 121–126.
- Arsad., Effendi., dan Saibatul H. 2010. Teknologi Pengolahan Dan Pemanfaatan Karbon Aktif Untuk Industri. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan. 2 (2), 43.
- Arsad., Effendi., Dan Saibatul H. 2010. Teknologi Pengolahan Dan Pemanfaatan Karbon Aktif untuk industri. Jurnalrisetindustrihasilhutan. 2 (2),43.
- Cahyano, H. 2007. Recovery Logam Berat Cd (II), Cu(II), Cr(II) Menggunakan Teknik Membran Cair Ruanh (Blm) Dengan Senyawa Pembawa Turunan Eugenol Bergugus Aktif N. Skripsi. Semarang.
- Emelia, T.A., Jannatun, C.D., Heru, S., Minta, Y. 2015. Sintesa Komposit Silika Karbon dengan Metode Sol-Gel. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. JURNAL TEKNIK POMITS. 2 (1) : 1-6.
- Emelia, T.A., Jannatun, C.D., Heru, S., Dan Minta, Y. 2015. Sintesa Komposit Silika Karbon Dengan Metode Sol-Gel. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. Jurnalteknik Pomits. 2(1) : 1-6.

- Erna, K.S., Choiril, A., Dan Taslimah. 2010. Modifikasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Dengan Γ -Glycidoxypropyltri Methoxysilane Dan Mercapto Benzothiazole Untuk Adsorpsi Ilogam Kadimium (II). Undip. Semarang. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*. 13(3):71-75.
- Fajar, G., Muhammad, R.H., Primata, M. 2013. Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi Dengan Pelarut KOH. Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Konversi*. 2 (1) : 28-31.
- Fajri I.R., Tarkono, Dan Sugiyanto. 2013. Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Volume Bermatrik Polyester. *Jurnal Fema*. 1(2).
- Harimu, L., La Rudi., Aceng H., Giswa A. P. S., Asriyanti. 2019. Studi Variasi Konsentrasi NaOH Dan H₂SO₄ Untuk Memurnikan Silika Dari Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Ion Logam Pb²⁺ Dan Cu²⁺. *Indo. J. Chem. Res.* 6(2), 83- 86.
- Harimu, L.; Hasria, H.; Intan, P. 2013. Separation Of Copper and Chromium Metal In Ultrabasic Rocks From Top Of Manoapa Region, Subdistrict Of Lasusua Southeast Sulawesi By Ligand of 2 - (Aminometil) Pyridine. *Indo. J. Chem. Res.* 1. 47-52.
- Kalapathy, U., A. Proctor, dan J. Schultz. 2000. A Simple Method for Production of Pure Silica from Rice Hull Ash. *Bioresources. Technology*. 73, 257.
- Kesumaningrum, Juwita, Nor B. A. P., dan Ahmad Suseno. 2011. Adsorpsi Fenol dengan TiO₂/zeolit artificial Berbahan Dasar Sekam Padi dan Limbah Kertas. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 14 (1), 30.
- Lestari, S. 2010. Pengaruh Berat Dan Waktu Kontak Untuk Adsorpsi Timbal (II) Oleh Adsorben Kulit Batang Jambu Biji (Psidium Guajava L). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 8(1). 7-10.
- Refilda, M.S., Zein, R., Dan Munaf, E. 2001. Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-Logam Berat Pada Air Limbah. Padang : Fmipa Unand.
- Sembiring, Z., Buhani., Suharso., Dan Sumadi. 2009. The Isothermic Adsorption Of Pb (Ii), Cu (Ii) Dan Cd (Ii) Ions On Nannocloropsois Sp Encapsulated By Silica Aquagek. *Indo. J. Chem.* 9(1).
- Syauqiah, I., Amalia A., Dan Hetty A. K. 2011. Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknik*. 12(1).
- Vasu, A. E. 2008. Surface Modufication Of Activated Carbon For Enhancement Of Nickel (Ii) Adsorption. *E-Journal Of Chemistry*. 5(4). 814-819.
- Venugopal, V., Dan Mohanty, K. 201. Biosorptive Uptake Of Cr (Vi) From Aqueous Solutions By Parthenium Hysterophorus Weed: Equilibrium, Kinetics And Thermodynamic Studies. *Chemical Engineering Journal*. 174 (1). 151-158.
- Wirawan, T., Dan Lestari, S. 2008. Pemanfaatan Arang Hayati Aktif Tempurung Jarak Pagar (Jatropha Curcas) Sebagai Adsorben Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu). *Jurnal Ilmiah Mahakam*. (7). 59-67.