

Adsorpsi Logam Cu dengan Graphene Oksida

Raihan Nurfauziah, Zulfa Rahmah Fadillah, Sinta Setyaningrum, Eko Andrijanto*

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 40559, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 31 Agustus 2021
Disetujui 28 Desember 2021

Key word:

Heavy metals
Adsorption isotherm
Graphene oxide sand composite
Visible light spectrophotometer

Kata Kunci:

Logam berat
Adsorpsi isotherm
Komposit pasir graphene oksida
Spektrofotometer sinar tampak
(visible)

ABSTRACT

The development of industry around the river causes an increase in pollutants flowing in the river. One type of industrial pollutant is heavy metals. Heavy metals are toxic and toxic, so the presence of heavy metals in the aquatic environment can damage aquatic ecosystems. One of the ways to remove heavy metals is by using the isotherm adsorption method. Namely the process where the absorption of heavy metals on the surface of solids, namely the adsorbent. The adsorbent used is a graphene oxide sand composite which is made from carbon and has a high potential to remove heavy metal pollutants. The experiment was carried out by mixing the adsorbent with a solution of Cu²⁺ metal ions and adsorption was carried out using several parameters, namely variations in contact time and adsorption pH and measurements were made using a visible spectrophotometer. Optimum absorption occurs at the 25th minute contact time with an efficiency of 96.2% and at an adsorption pH of 8 with an efficiency of 99.4%. So it can be concluded that graphene oxide sand composite can be used to remove heavy metal pollutants.

ABSTRAK

Berkembangnya industri disekitar sungai menimbulkan peningkatan polutan yang mengalir di aliran sungai. Salah satu jenis polutan industri tersebut yaitu logam berat. Logam berat bersifat toksik dan beracun, sehingga kehadiran logam berat di lingkungan perairan dapat merusak ekosistem perairan. Logam berat dapat dihilangkan salah satunya dengan menggunakan metode adsorpsi isotherm. Yaitu proses dimana terjadinya penyerapan logam berat pada permukaan padatan yaitu adsorben. Adsorben yang digunakan adalah komposit pasir graphene oksida yang berbahan dasar karbon dan memiliki potensi tinggi untuk menghilangkan polutan logam berat. Percobaan dilakukan dengan cara mencampurkan adsorben dengan larutan ion logam Cu²⁺ dan dilakukan adsorpsi dengan menggunakan beberapa parameter yaitu variasi waktu kontak dan pH adsorpsi dan dilakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer sinar tampak. Penyerapan optimum terjadi saat waktu kontak menit ke 25 dengan %efisiensi 96,2% dan pada pH adsorpsi 8 dengan %efisiensi 99,4%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa komposit pasir graphene oksida mampu digunakan untuk menghilangkan polutan logam berat.

*e-mail:

eko.andrijanto@polban.ac.id

*Telp: 085795097344

Pendahuluan

Air bersih dan sehat yang terbebas dari kontaminan sangat penting untuk keberlangsungan kehidupan. Namun demikian, cadangan air bersih dunia semakin menipis dan tingkat kontaminan yang diizinkan semakin ketat, yang menimbulkan

tantangan untuk memenuhi standar ini untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Kontaminasi logam berat pada air menjadi perhatian yang serius, hal ini dikarenakan pelepasan logam berat ke lingkungan perairan dan tanah berpotensi berdampak pada kesehatan manusia dan ekosistem. Karena

sifatnya yang tidak dapat terurai secara hayati dan cenderung terakumulasi dalam waktu yang sangat lama maka logam berat dianggap sebagai polutan yang ada didalam air. Beberapa unsur logam yang beracun diantaranya timbal, kromium, tembaga dan nikel.

Peningkatan penggunaan logam dalam industri mempengaruhi peningkatan kontaminan logam berat pada sumber alami seperti pada sungai. Karena itu pengembangan teknologi baru untuk meningkatkan kualitas pengolahan air menjadi hal yang sangat diperlukan.

Logam berat termasuk dalam golongan logam pada umumnya, hanya berbeda nya pada efek toksiknya yang menimbulkan logam berat itu masuk kedalam tubuh, karena logam berat dapat menggantikan ion esensial yang terdapat dalam suatu biomolekul sehingga akan mempengaruhi dan menghalangi aktifitasnya dalam mengatur metabolisme tubuh [1].

Salah satu metode pengolahan limbah logam berat adalah dengan proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben untuk mengadsorpsi ion logam [2]. Adsorben yang sering digunakan bisa dari berbagai jenis material mulai dari karbon aktif, mineral lempung [3], limbah pertanian, dan nanopartikel. Namun disini bahan dasar yang digunakan yaitu material karbon yaitu Graphene Oksida. Graphene Oksida merupakan material dua dimensi dari karbon tunggal dengan gugus hidoksil, asetil dan epoksi berada pada permukaan graphene. Graphene dapat diperoleh dengan mensintesis material grafit [4]. Dalam penelitian ini kami menggunakan graphene oksida yang berasal dari grafit yang dieksfoliasi menggunakan Metode Hummer yang dimodifikasi yang kemudian di kompositkan dengan bahan pasir pantai. Komposit ini nantinya digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan kontaminan logam berat dalam air.

Graphene oksida sangat menarik untuk menghilangkan ion logam karena sifatnya yang sangat hidrofilik dan adanya gugus fungsi yang mengandung atom oksigen. Dispersibilitas yang sangat baik dari graphene oksida dan kecenderungan graphene oksida yang kuat dapat menghilangkan logam berat dari larutan

air [5].

Proses adsorpsi merupakan proses dimana molekul cairan akan menyentuh dan menempel pada permukaan padatan. Kelebihan dari metode adsorpsi yaitu pengolahannya relatif sederhana dan efisiensinya relatif tinggi serta tidak berdampak buruk untuk lingkungan. Pada penelitian ini difokuskan dalam penentuan daya serap dari proses adsorpsi graphene oksida terhadap larutan logam berat yang mengandung ion logam Cu^{2+} . Pengukuran logam berat Cu^{2+} menggunakan komposit pasir graphene oksida ini dilakukan untuk menguji kapasitas adsorben graphene oksida dalam menghilangkan logam Cu^{2+} dalam air dan mengevaluasi kinerja adsorben graphene oksida dalam menghilangkan logam Cu^{2+} dalam air dengan variasi pH, konsentrasi larutan logam dan waktu kontak. Adsorben yang ideal harus memiliki kemampuan penghilangan cepat dan adsorpsi cepat untuk kontaminan beracun dari lingkungan ke batas aman yang telah ditentukan [6].

Bahan dan Metode

Pada metode penelitian ini melakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini meliputi kajian pustaka tentang nanopartikel, adsorpsi, logam berat, dan graphene oksida. Selanjutnya tahap persiapan alat dan bahan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi: komposit pasir graphene oksida, aquadest, asam klorida (HCl), NaOH, NH_4OH dan larutan ion logam CuSO_4 . Sedangkan untuk peralatan yang digunakan meliputi: erlenmeyer, labu ukur, corong gelas, batang pengaduk, bola hisap gelas beker, gelas ukur, pipet, spatula, pipet ukur, neraca analitik, hot plate, magnetic stirrer, kuvet, spektrofotometer Visible

2. Prosedur Penelitian

Adsorben komposit pasir graphene oksida yang digunakan merupakan hasil dari penelitian sebelumnya. Komposit graphene oksida berasal dari sintesis graphene oksida yang berasal dari grafit menggunakan metode hummer yang telah dimodifikasi.

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan menyiapkan larutan logam Cu^{2+} dengan konsentrasi 40 mg/l. Kemudian siapkan larutan blanko pada larutan logam Cu^{2+} . Kemudian ukur pada Spektrofotometer Sinar Tampak (Visible) pada rentang panjang gelombang 500-640 nm. Proses adsorpsi dilakukan dengan berbagai parameter, yaitu waktu kontak, variasi pH larutan, dan variasi konsentrasi.

Proses adsorpsi pada waktu kontak dilakukan dengan melarutkan 0,05 gram Graphene Oksida kedalam 50 ml larutan insial limbah logam Cu^{2+} dengan konsnetrasi 40 mg/l, kemudian diatur nilai pH menjadi 7 dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 25 menit dalam suhu ruang. Sampel diambil setiap 5 menit sekali. Setelah proses pengadukan selesai kemudian larutan dipisahkan dengan menggunakan kertas saring. Setelah itu sampel dianalisis menggunakan Spektrofotometer Visible.

Proses adsorpsi pada variasi pH dilakukan dengan melarutkan 0,05 gram Graphene Oksida kedalam 50 ml larutan insial limbah logam Cu^{2+} dengan konsnetrasi 40 mg/l, kemudian masing-masing larutan diatur nilai pH sesuai variasi pH 2, 4, 6, 8,9 dan 10. Kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 25 menit dalam suhu ruang. Sampel diambil setiap 5 menit sekali. Setelah proses pengadukan selesai kemudian larutan dipisahkan dengan menggunakan kertas saring. Setelah itu sampel dianalisis menggunakan Spektrofotometer Visible.

Proses adsorpsi pada variasi konsentrasi larutan ion logam Cu^{2+} dilakukan dengan melarutkan 0,05 gram Graphene Oksida kedalam masing-masing 50 ml larutan insial limbah logam Cu^{2+} dengan varisi konsentrasi 40, 120, 160, 200 dan 500 mg/l. kemudian diatur nilai pH menjadi 7 dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 25 menit dalam suhu ruang. Sampel diambil setiap 5 menit sekali. Setelah proses pengadukan selesai kemudian larutan dipisahkan dengan menggunakan kertas saring. Setelah itu sampel dianalisis menggunakan Spektrofotometer Visible.

Hasil dan Pembahasan

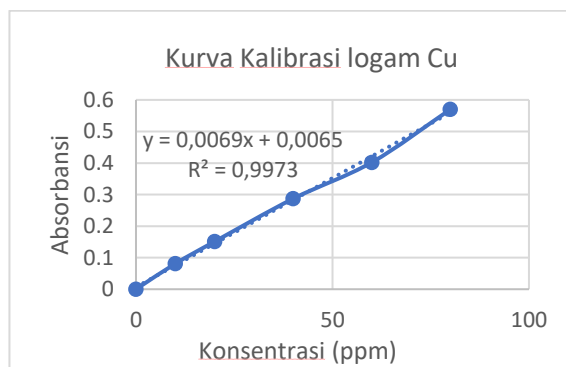
Adsorben yang digunakan adalah

komposit pasir graphene oksida yang berasal dari grafit yang dimodifikasi. Produksi graphene dilakukan dengan mengoksidasi grafit menjadi grafena oksida kemudian mereduksi grafena oksida menjadi grafene. Proses modifikasi ini dikenal sebagai Metode Hummer [7].

Pada percobaan ini dilakukan pengujian kinerja dari adsorben komposit pasir graphene oksida terhadap ion logam Cu^{2+} dan dilakukan analisis dengan menggunakan metode spektrofotometer sinar tampak. Kinerja adsorben terhadap adsorbat dipengaruhi oleh waktu kontak dan pH adsorpsi, maka dilakukan pengujian sejauh mana faktor tersebut dapat mempengaruhi proses adsorpsi menggunakan adsorben komposit pasir graphene oksida.

Spektrofotometer adalah alat yang sering digunakan untuk mendeteksi senyawa kimia berdasarkan absorbansi foton [8]. Spektrofotometer yang digunakan yaitu Spektrofotometer Sinar Tampak. Biasanya sampel diperlakukan derivatisasi terlebih dahulu, seperti penambahan reagen dalam pembentukan garam kompleks.

Pada percobaan ini dilakukan pengukuran panjang gelombang maksimum pada ion logam Cu^{2+} dengan spektrofotometer sinar tampak dengan rmenggunakan rentang 550-640 nm pada larutan ion Cu^{2+} konsentrasi 40 mg/L. dan didapat panjang gelombang 620 nm. Panjang gelombang tersebut digunakan untuk mengukur larutan deret standar untuk pembuatan kurva kalibrasi.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Ion Logam Cu^{2+} Pengaruh Waktu terhadap Proses Adsorpsi

Waktu kontak adsorben terhadap adsorbat merupakan salah satu parameter yang

mempengaruhi dalam proses adsorpsi. Waktu kontak berkaitan dengan laju reaksi yang dinyatakan sebagai perubahan konsentrasi terhadap waktu. Penentuan waktu kontak terbaik menggunakan metode *batch* sehingga adsorben dapat mengadsorpsi adsorbat hingga batas maksimum [9].

Kesetimbangan adsorpsi merupakan keadaan dinamis yang tercapai ketika laju partikel yang terserap ke permukaan sama dengan laju desorpsinya. Persamaan yang biasa digunakan untuk adsorpsi sendiri yaitu persamaan isotherm Langmuir. Kinetika adsorpsi sangat tergantung pada adsorben yang digunakan [10].

Tabel 1. Hasil Adsorpsi Cu^{2+} dengan Variasi Waktu

Waktu	Absorpsi	Konsentrasi	%Efisiensi
5	0.046	5.725	92.8442
10	0.045	5.580	93.0254
15	0.041	5.000	93.75
20	0.039	4.710	94.1123
25	0.027	2.971	96.2862

Hasil ion logam Cu^{2+} dan ion logam Ni^{2+} yang teradsorpsi oleh graphene oksida pada variasi waktu kontak 5-25 menit ditunjukkan pada tabel 1. Pada tabel 1 terlihat bahwa ion logam Cu^{2+} mengalami peningkatan adsorpsi pada waktu kontak 5-25 menit.

Adsorpsi berlangsung cepat ini dapat terjadi karena sisi aktif pada adsorben masih cukup banyak sehingga frekuensi terjadinya ikatan dengan molekul adsorbat cukup tinggi. Dengan bertambahnya waktu kontak, jumlah adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben semakin meningkat hingga tercapai titik setimbang. Sehingga penyerapan optimum pada ion logam Cu^{2+} yaitu pada menit ke 25 dengan efisiensi penyerapan yaitu 96,2%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan, kemampuan graphene oksida untuk mengikat ion logam Cu^{2+} semakin besar sehingga terbentuk ikatan antara partikel Graphene Oksida dengan ion logam. Selain itu, tentu saja semakin lama waktu kontak terjadi maka semakin berkurang juga ion logam berat dalam suatu sampel.

Pengaruh pH terhadap Proses Adsorpsi

pH akan mempengaruhi proses adsorpsi sebagaimana konsentrasi dari suatu ion hidrogen (H^+) dalam larutan. pH menyebabkan penambahan muatan negatif pada permukaan adsorben untuk pH larutan yang sama sehingga menambah gaya tarik dengan adsorbat yang bermuatan positif dan menambah kemampuan adsorben untuk menarik adsorbat.

Pada percobaan ini, larutan sampel yang digunakan yaitu ion logam Cu^{2+} dimana memiliki pH awal yaitu 3. Untuk mengetahui pH optimum yang baik agar dapat membantu penyerapan adsorben maka dilakukan variasi pH asam hingga basa dengan menambahkan HCl. Proses adsorpsi percobaan ini dilakukan dengan kondisi operasi sebagai berikut: a. berat adsorben 0,05 gr/50 mL, konsentrasi awal larutan ion logam Cu 40 mg/L dan waktu kontak selama 20 menit.

Tabel 2. Hasil Adsorpsi Cu^{2+} dengan Variasi pH

pH	Absorbansi	Konsentrasi	%Efisiensi
2	0.18	25.1449	37.1377
4	0.134	18.4783	53.8043
6	0.097	13.1159	67.2101
8	0.005	0.2174	99.4565
9	0.004	0.3623	99.0943

pH optimum adsorpsi ditunjukkan pada pH basa yaitu pH 8. Ini terjadi karena adanya reaksi hidrolisis pada larutan ion logam sehingga larutan tersebut tidak stabil dan menyebabkan kemampuan penyerapan ion logam tidak begitu bagus. Selain itu pada pH lebih dari 4 bermanfaat untuk ionisasi gugus fungsi yang mengandung oksigen pada permukaan graphene oksida yang berperan penting dalam penyerapan logam berat [5].

Selain itu, semakin tinggi nilai pH maka semakin tinggi pula nilai efisiensi yang diperoleh. Ini dikarenakan semakin tinggi pH banyak mengandung ion gugus OH^- yang tidak tertangkap oleh logam maka menyebabkan ion Cu^{2+} mengendap menjadi tembaga hidroksida yang tidak dapat larut sehingga penyerapan sulit terjadi dan kapasitas adsorpsi mengecil maka pH optimum yang diperoleh ada pada pH 8.

Kesimpulan

Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa parameter seperti waktu kontak dan pH memang mempengaruhi proses adsorpsi dengan menunjukkan nilai % efisiensi yang cukup berbeda secara signifikan. Proses adsorpsi penghilangan ion logam Cu^{2+} paling optimum ada pada waktu kontak menit ke 25 dan pH adsorpsi basa yaitu 8. Dapat disimpulkan bahwa adsorben komposit pasir graphene oksida dapat digunakan untuk penghilangan polutan logam berat.

Setelah dilakukannya percobaan ini, perlu dilakukan percobaan lebih lanjut lagi mengenai parameter lain yang memang mempengaruhi proses adsorpsi, agar mengetahui sejauh mana parameter tersebut dapat mempengaruhi.

Daftar Pustaka

1. Palar, H. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*; Rieneka Cipta, 1994; ISBN 979-518-595-0.
2. Pratiwi, R.; Prinajati, P.D. Adsorption for Lead Removal by Chitosan from Shrimp Shells. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* **2018**, 2, 35–46, doi:10.25105/urbanenvirotech.v2i1.3554.
3. Zhao, G.; Wu, X.; Tan, X.; Wang, X. Sorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions: A Review. *The Open Colloid Science Journal* **2010**, 4.
4. Geim, A.K.; Novoselov, K.S. The Rise of Graphene. **2007**, 1–14.
5. Sitko, R.; Turek, E.; Zawisza, B.; Malicka, E.; Talik, E.; Heimann, J.; Gagor, A.; Feist, B.; Wrzalik, R. Adsorption of Divalent Metal Ions from Aqueous Solutions Using Graphene Oxide. *Dalton Trans.* **2013**, 42, 5682–5689, doi:10.1039/C3DT33097D.
6. Najafi, F.; Moradi, O.; Rajabi, M.; Asif, M.; Tyagi, I.; Agarwal, S.; Gupta, V.K. Thermodynamics of the Adsorption of Nickel Ions from Aqueous Phase Using Graphene Oxide and Glycine Functionalized Graphene Oxide. *Journal of Molecular Liquids* **2015**, 208, 106–113, doi:10.1016/j.molliq.2015.04.033.
7. Andrijanto, E.; Subiyanto, G.; Marlina, N.; Citra, H.; Lintang, C. Preparation of Graphene Oxide Sand Composites as Super Adsorbent for Water Purification Application. *MATEC Web Conf.* **2018**, 156, 05019, doi:10.1051/matecconf/201815605019.
8. Irawan, A. Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil

Pengukuran Dalam Kegiatan Penelitian Dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory* **2019**, 1, 1–9, doi:10.22146/ijl.v1i2.44750.

9. Zian, Z.; Ulfen, I.; Harmami, H. Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi Remazol Violet 5R Menggunakan Adsorben Nata de Coco. *Jurnal Sains dan Seni ITS* **2016**, 5, doi:10.12962/j23373520.v5i2.17119.
10. Estiaty, L.M. Kesetimbangan dan Kinetika Adsorpsi Ion Cu^{2+} Pada Zeolit-H. *Riset Geologi dan Pertambangan* **2012**, 22, 127–141, doi:10.14203/risetgeotam2012.v22.63.