

PEMBUATAN ARANG DARI KULIT NANGKA (*Artocarpus heterophyllus*) SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP KADMIUM DAN NIKEL TERLARUT

Fabrication of Charcoal from Jackfruit's Peel (*Artocarpus heterophyllus*) as Adsorbent on Dissolved Cadmium and Nickel

*Hendra Baloga, Daud Karel Walanda, dan Baharuddin Hamzah

Pendidikan Kimia/FKIP – Universitas Tadulako, Palu – Indonesia 94118

Received 06 December 2018, Revised 04 January 2019, Accepted 06 February 2019

doi: [10.22487/j24775185.2019.v8.i1.2349](https://doi.org/10.22487/j24775185.2019.v8.i1.2349)

Abstract

Jackfruit's peel contains lignocellulosic compounds that potential for fabrication of charcoal and useful for adsorbing heavy metals. Based on this, then it was conducted a study on the utilization of charcoal from jackfruit's peel to be used as adsorbent on cadmium and nickel. The analysis process of this research was conducted by using atomic absorption spectrophotometry (SSA). The results showed that charcoal's characteristics from jackfruit's peel contained of 4.4% water, 9.3% ash, and biomass content that can be used as an absorbent was 86.3%. The optimum adsorption of charcoal from jackfruit's peel for cadmium ion was contact time of 120 minutes, pH 7 and concentration of 40 mg/L with the percentages of penetration respectively were 84.65%, 99.10%, and 99.43%. On the other hand, for nickel was 150 minutes of contact time, pH 5, and concentration of 20 mg/L with percentage of penetration were 87.95%, 91.75%, and 75.15% respectively.

Keywords: Charcoal, jackfruit's peel, adsorption, cadmium, nickel, and atomic absorption spectrophotometry.

Pendahuluan

Perkembangan industri yang ada saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Akibat proses industrialisasi tersebut dihasilkan buangan limbah industri berupa limbah cair, padat maupun gas yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Limbah cair pada industri ini memberikan kontribusi terhadap pelepasan logam berat beracun di dalam aliran air. Hal ini akan berdampak negatif pada makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya (Apriliyani, 2010). Dampak negatif inilah yang menjadi permasalahan yang serius bagi makhluk hidup. Logam berat umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup, walaupun beberapa perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi oleh logam berat, logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi. Jika keadaan ini berlangsung terus menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia (Diantariani, 2006).

Senyawa logam berat tidak didegradasi secara biologi. Penyisihan secara biologi yang dapat terjadi hanya merupakan adsorpsi oleh jasad hidup dan logam berat tersebut akan terakumulasi di dalam sel jasad hidup tersebut. Pada konsentrasi tinggi, kehadiran ion logam

berat dalam air akan meracuni kehidupan air. Pada konsentrasi rendah, organisme air tingkat rendah seperti plankton, akan mengadsorpsi ion logam tersebut dan berakumulasi dalam sel plankton tersebut. Apabila organisme air yang lebih tinggi seperti ikan memakan plankton-plankton tersebut, akumulasi logam berat di dalam tubuh ikan akan berlangsung, dan jika akhirnya ikan-ikan tersebut dikonsumsi manusia akan dapat menimbulkan gangguan-gangguan kesehatan yang serius bagi manusia, terutama menyerang sistem sarafnya (Fahrudin, 2010).

Beberapa jenis logam berat berbahaya adalah logam kadmium (Cd) dan nikel (Ni). Keracunan kronis Cd dapat mengakibatkan kerusakan sistem fisiologis tubuh antara lain sistem urinaria, sistem respirasi (paru-paru), sistem sirkulasi (darah) dan jantung, kerusakan sistem reproduksi, sistem saraf bahkan dapat mengakibatkan kerusakan tulang. Sedangkan tingginya kadar nikel dalam jaringan tubuh manusia bisa mengakibatkan munculnya berbagai efek samping yaitu akumulasi Ni pada kelenjar pituitari yang bisa mengakibatkan depresi sehingga mengurangi sekresi hormon prolaktin di bawah normal. Akumulasi Ni pada pankreas bisa menghambat sekresi hormon insulin (Widowati, dkk., 2008)

Kadmium dan nikel merupakan logam berat yang juga dihasilkan oleh aktifitas limbah domestik perkotaan. Aktifitas tersebut antara lain pembuatan cat senyawa kadmium digunakan sebagai zat warna kuning, orange, dan merah. Bahkan aliansi nikel-kadmium digunakan untuk baterai isi ulang (Lestari, 2004).

*Correspondence

Hendra Baloga

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu

Pendidikan, Universitas Tadulako

e-mail: balogahendra@gmail.com

Published by Universitas Tadulako 2019

Beberapa metode untuk menghilangkan logam berat dari air telah dilakukan dengan proses secara fisika dan kimia yang meliputi presipitasi, koagulasi dan pertukaran ion. Tetapi metode-metode tersebut masih mahal terutama bagi negara-negara sedang berkembang. Proses adsorpsi merupakan teknik pemurnian dan pemisahan yang efektif dipakai dalam industri karena dianggap lebih ekonomis dalam pengolahan air limbah dan merupakan teknik yang sering dipakai untuk mengurangi ion logam berat dalam air limbah (Apriliani, 2010).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah yang mengandung logam berat yaitu penggunaan bahan-bahan biologis sebagai adsorben. Bahan biologis yang dapat digunakan sebagai bahan baku biosorben adalah limbah produk-produk pertanian. Limbah produk pertanian merupakan limbah organik yang tentunya akan sangat mudah ditemukan dalam jumlah besar. Sesuai dengan pendapat ini, kulit buah nangka dapat menjadi alternatif yang baik karena ketersediaan yang memadai dan harganya yang terjangkau (Kurniasari, 2010).

Buah nangka (*artocarpus heterophyllus*) merupakan tanaman buah berupa pohon yang berasal dari india dan menyebar ke daerah tropis termasuk Indonesia. Tumbuhan ini memiliki banyak manfaat antara lain: daging buah nangka muda dimanfaatkan sebagai makanan sayuran; tepung biji nangka digunakan sebagai bahan baku industri makanan (bahan makan campuran); daun muda dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak; kayu nangka dianggap lebih unggul daripada jati untuk pembuatan meubel, konstruksi bangunan pembubutan, tiang kapal, untuk tiang kuda dan kandang sapi (di Priangan), dayung, perkakas, dan alat musik; dan pohon nangka dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional (Alim, 2013).

Kulit nangka merupakan sisa yang dihasilkan ketika mengkonsumsi buah nangka. Kulit nangka kurang dimanfaatkan oleh masyarakat karena dianggap tidak dapat menjadi bahan yang menghasilkan nilai ekonomis. Oleh karena itu kulit nangka merupakan limbah pertanian yang menjadi limbah organik bagi lingkungan.

Kulit nangka pada dasarnya adalah material yang terbentuk dari polimer-polimer alami (selulosa, lignin, dan hemiselulosa) (Prahas, dkk., 2008). Tiga polimer ini dikelompokkan dalam menjadi senyawa lignoselulosa. Senyawa ini memang banyak ditemukan dalam limbah-limbah pertanian seperti kulit nangka. Lignoselulosa dalam limbah pertanian mengandung selulosa (35%-50%), hemiselulosa (20%-35%), dan lignin (10%-25%). Kandungan bahan lignoselulosa membuat kulit nangka dapat dijadikan arang hayati melalui proses pembakaran. Arang hayati dari kulit nangka dapat dimanfaatkan sebagai adsorben terhadap logam berat (Saha, 2004).

Tujuan penulisan ini yaitu untuk mendeskripsikan karakteristik arang dari kulit nangka; waktu sentuh optimum kadmium dan nikel dalam larutannya terhadap daya jerap arang dari kulit nangka; pH optimum logam kadmium dan nikel dalam larutan yang dapat diadsorpsi oleh arang dari kulit nangka; dan konsentrasi logam kadmium dan nikel dalam larutan yang dapat diadsorpsi oleh arang dari kulit nangka.

Metode

Alat utama yang digunakan yaitu tanur, spektrofotometri serapan atom, shaker dan pH meter. Sedangkan untuk bahan yang digunakan yaitu arang kulit nangka, aquades, serbuk $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Merck), serbuk $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Merck), larutan HCl 0,1% dan kertas saring Whatman 41 (Hardened).

Pembuatan Arang dari kulit nangka

Limbah kulit nangka bersih dikeringkan dengan cara dijemur selama \pm tiga hari. Untuk memperoleh arang, sampel kulit nangka yang telah kering dipirolisis menggunakan alat pembakar tanur dengan suhu 600°C . Arang yang dihasilkan selanjutnya dihaluskan secara manual menggunakan lumpang dan alu lalu diayak menggunakan ayakan 200 mesh.

Karakteristik arang dari kulit nangka

Pada penentuan kadar air, arang ditimbang sebanyak 5 gram bersama cawan bersih yang telah diketahui beratnya lalu dikeringkan dalam oven selama 3 jam dengan suhu 105°C . selanjutnya didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Proses ini dilakukan berulang hingga diperoleh berat yang konstan. Pada penentuan kadar abu, arang ditimbang sebanyak 10 gram bersama cawan bersih yang telah diketahui beratnya lalu diabukan menggunakan tanur dengan temperatur 700°C selama 3 jam, selanjutnya sampel arang didinginkan didalam desikator dan ditimbang. Proses ini dilakukan berulang hingga diperoleh berat yang konstan.

Pengaruh waktu kontak

Larutan kadmium 20 mg/L dimasukkan ke dalam 5 buah labu Erlenmeyer masing-masing sebanyak 25 mL . Ditambahkan arang sebanyak 80 mg ke dalam masing-masing labu Erlenmeyer tersebut lalu ditutup dengan aluminium foil. Larutan dikocok menggunakan shaker dengan variasi waktu kontak 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Filtrat disaring dengan kertas saring Whatman 41 lalu diukur konsentrasinya menggunakan spektrofotometri serapan atom. Perlakuan yang sama dilakukan untuk larutan nikel.

Pengaruh pH larutan

Larutan kadmium dan nikel dibuat sebanyak 25 mL dengan pH 3, 4, 5, 6, dan 7 melalui

penambahan larutan HCl. Masing-masing larutan tersebut ditambahkan arang sebanyak 80 mg. Erlenmeyer ditutup menggunakan kertas aluminium foil dan selanjutnya dikocok menggunakan shaker selama waktu sentuh optimum yang telah diperoleh pada tahapan sebelumnya. Filtrat dan residu dipisahkan dengan penyaringan menggunakan kertas saring Whatman 41. Konsentrasi larutan filtrat diukur menggunakan spektrofotometri serapan atom.

Pengaruh konsentrasi larutan

Larutan kadmium dan nikel dibuat sebanyak 25 mL dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80 dan 100 mg/L dari larutan induk. Kemudian masing-masing larutan dimasukkan ke dalam 5 buah Erlenmeyer. Larutan ditambahkan dengan HCl untuk memperoleh pH optimum pada prosedur sebelumnya. Masing-masing larutan dicampur dengan adsorben sebanyak 80 mg. Erlenmeyer ditutup dengan kertas aluminium foil dan selanjutnya dikocok menggunakan shaker dengan waktu sentuh optimum yang telah diperoleh dari prosedur sebelumnya. Filtrat dan residu dipisahkan dengan penyaringan menggunakan kertas saring Whatman 41. Konsentrasi filtrat diukur menggunakan spektrofotometri serapan atom

Analisa data

Untuk menganalisa persentase adsorpsi menggunakan persamaan sebagai berikut: $(\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100$; dimana, C_0 adalah konsentrasi kadmium dan nikel sebelum adsorpsi (mg/L); C_e adalah konsentrasi kadmium dan nikel setelah adsorpsi (mg/L) (Gaya, dkk., 2015).

Hasil dan Pembahasan

Kadar air dan kadar abu arang

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis atau kemampuan menyerap air oleh arang. Kadar air arang dari kulit nangka yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 4,4%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar air arang kulit nangka yang dalam penelitian ini memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar Standar Nasional Indonesia, yaitu maksimal 15% (Pujiarti & Sutapa, 2005).

Hasil ini menunjukkan bahwa arang dari kulit nangka yang dihasilkan memiliki sifat higroskopis. Hal ini terjadi karena pada proses karbonisasi yang semakin lama maka pori-pori dari arang akan makin terbuka, sehingga pada saat pemindahan arang dari tanur ke alat penimbangan untuk menentukan kadar air, terjadi kontak langsung antara arang yang bersifat higroskopis dengan udara sehingga arang banyak menyerap uap air. Daya adsorpsi sangat bergantung pada karakteristik arang yang dihasilkan, semakin kecil kadar airnya, maka

kualitas arangnya semakin baik (Hartanto & Ratnawati, 2010).

Arang hasil karbonisasi tidak hanya mengandung karbon akan tetapi memiliki kandungan lain seperti mineral. Bahan-bahan mineral itu antara lain lempung, silica, kalsium, dan magnesium oksida (FAO, 1987).

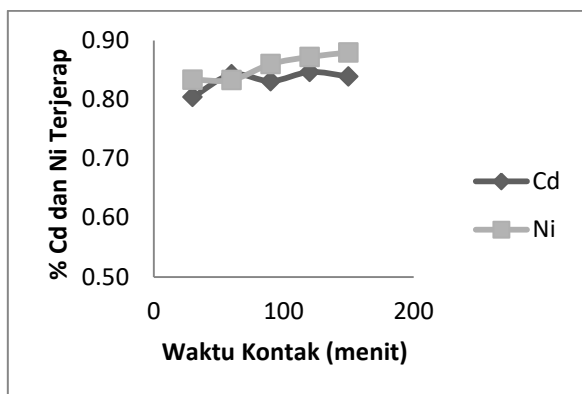
Dalam penelitian ini, kadar abu yang diperoleh yaitu 9,3%. Hasil ini memenuhi standar mutu arang yang ditetapkan oleh standar nasional Indonesia (SNI) yaitu 10%. Kandungan kadar abu pada arang dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsinya (Abdullah, dkk., 2001). Abu dapat menyumbat pori-pori pada arang sehingga luas permukaan arang menurun (Feng, dkk., 2014). Penurunan luas permukaan mengakibatkan penurunan kapasitas adsorpsi (Sembiring & Sinaga, 2003).

Dari data kadar air dan kadar abu yang diperoleh dapat diketahui bahwa persen kadar biomassa yang dapat digunakan dalam menjerap adalah 86,3%. Melubu, dkk., (n.d) dalam penelitiannya memperoleh kadar air dan kadar abu dari arang hayati kulit manggis sebesar 3,9% dan 4,1%. Hal ini menunjukkan bahwa arang dari kulit nangka memiliki kadar air dan kadar abu yang lebih besar daripada kadar air dan kadar abu pada kulit manggis.

Variasi waktu kontak

Pada umumnya, kekuatan efisiensi adsorpsi bergantung pada waktu dari penjerapan (Gaya, dkk., 2015). Oleh karena itu, pengaruh waktu kontak dalam proses adsorpsi logam kadmium dan nikel diteliti. Dalam penelitian ini, variasi waktu kontak yang digunakan pada adsorpsi logam kadmium dan nikel oleh arang kulit nangka adalah 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Perbedaan variasi waktu digunakan untuk mengetahui waktu optimum dari adsorpsi logam kadmium dan nikel oleh adsorben arang dari kulit nangka.

Hasil penelitian pada Gambar 1 menunjukkan bahwa adsorpsi ion kadmium dan ion nikel oleh arang dari kulit nangka dipengaruhi oleh waktu sentuh. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa ion kadmium terjerap secara maksimum pada periode waktu sentuh 120 menit dan ion nikel pada periode waktu sentuh 150 menit. Data hasil penelitian menunjukkan efisiensi adsorpsi (%) ion kadmium oleh arang kulit nangka pada masing-masing variasi waktu adalah sebagai berikut: pada waktu 30 menit sebesar 80,40%, pada waktu 60 menit sebesar 84,25%, pada waktu 90 menit sebesar 83,10%, pada waktu 120 menit sebesar 84,65% dan pada waktu 150 menit sebesar 83,90%. Sedangkan untuk ion nikel adalah pada waktu 30 menit sebesar 83,35%, pada waktu 60 menit sebesar 83,30%, pada waktu 90 menit sebesar 86,00%, pada waktu 120 menit sebesar 87,20% dan pada waktu 150 menit sebesar 87,95%.



Gambar 1. Grafik hubungan antara waktu sentuh (menit) terhadap % ion kadmium dan nikel terjerap

Dalam rentang waktu 30 menit sampai 60 menit berdasarkan data pada Gambar 1 terjadi peningkatan efisiensi adsorpsi ion kadmium yang tinggi yaitu dari 80,40% sampai 84,25%. Peningkatan tersebut terjadi karena semakin lama waktu kontak mengakibatkan interaksi antara arang kulit nangka dengan ion kadmium terjadi secara efektif. Hal ini dikarenakan arang kulit nangkamasih mampu mengadsorpsi lebih banyak ion logam kadmium karena sisi aktif pada arang masih efektif mengikat ion logam kadmium. Semakin lama waktu kontak maka semakin besar pula konsentrasi ion logam kadmium yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan ion logam kadmium. Pada ion nikel, peningkatan efisiensi adsorpsi terjadi dari waktu sentuh 60 menit sampai pada 150 menit. Hal ini menyebabkan semakin banyak ion logam kadmium yang terikat di dalam pori-pori arang aktif. Kondisi ini akan terus berlanjut hingga mencapai kondisi jenuh atau waktu optimum, dimana arang aktif telah dipenuhi oleh ion logam kadmium sehingga waktu kontak tidak lagi berpengaruh (Marlinawati, dkk., 2015).

Sedangkan pada waktu kontak 60 menit dan 150 menit terjadi penurunan efisiensi adsorpsi pada ion kadmium. Sedangkan pada ion nikel, penurunan efisiensi adsorpsi ini terjadi pada menit awal yaitu menit ke-60. Hal ini menandakan bahwa arang aktif mengalami desorpsi yaitu melepaskan kembali ion logam yang telah diadsorpsi karena arang aktif mengalami kejenuhan sehingga tidak mampu mengadsorpsi ion logam lebih banyak lagi akibat seluruh gugus aktif telah terikat dengan ion logam dalam larutan. Dalam hal ini telah tercapai

kesetimbangan dimana konsentrasi ion logam pada fase cair sama dengan konsentrasi ion logam pada fase adsorben (Marlinawati, dkk., 2015).

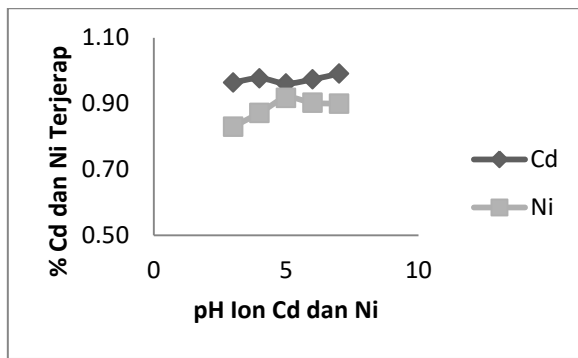
Variasi pH larutan

Menurut Syaunyah, dkk., (2011) pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pH optimum penjerapan ion kadmium dan nikel oleh arang dari kulit nangka.

Variasi pH yang digunakan untuk menentukan pH optimum adalah pH 3, 4, 5, 6, dan 7. Hal ini mengacu pada diagram Pourbaix yaitu diagram yang menunjukkan kestabilan ion Cd^{2+} dan Ni^{2+} dalam larutan air (Takeno, 2005).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pH larutan dapat mempengaruhi kapasitas jerapan ion kadmium maupun nikel. Untuk ion kadmium pada pH 3, efisiensi adsorpsinya sebesar 96,45% lalu mengalami peningkatan pada pH 4 yaitu 97,70% dan menurun pada pH 5 yaitu 96,10%. Lalu pada pH 6 – 7 efisiensi adsorpsi kembali meningkat secara signifikan yaitu dari 97,35% - 99,10%. Sedangkan untuk ion nikel efisiensi adsorpsi meningkat dari pH 3 – 5 yaitu masing-masing sebesar 83,00%, 87,20%, dan 91,75%. Lalu mengalami penurunan pada pH 6 dan 7 yaitu sebesar 90,25%, dan 89,95%. Berdasarkan data hasil penelitian tersebut, dapat dilihat bahwa ion kadmium dan nikel terjerap secara optimum masing-masing pada pH 7 dan 5. Hal ini dapat terjadi akibat berkurangnya ion H^+ dalam larutan. Pada pH 7 dan 5, ion logam kadmium dapat terjerap oleh adsorben dengan baik karena tidak terjadi persaingan ketat antara ion H^+ dan ion logam itu sendiri untuk berikatan dengan gugus anionik pada sisi aktif adsorben arang dari kulit nangka.

Secara keseluruhan efisiensi adsorpsi ion kadmium maupun ion nikel mengalami peningkatan seiring bertambah besarnya nilai pH larutan. Pada pH rendah, ion H^+ terdapat secara melimpah menyebabkan permukaan adsorben terprotonasi oleh ion H^+ sehingga terjadi persaingan antara proton H^+ dengan ion kadmium dan nikel. Oleh karena itu ion H^+ bereaksi dengan gugus anionik yang merupakan sisi aktif pada permukaan adsorben dan hanya sedikit yang bereaksi dengan ion kadmium dan nikel. Sedangkan pada pH tinggi ion H^+ berkurang sehingga ion kadmium dapat dijerap oleh adsorben secara maksimal (Anggraini & Ulfin, 2013).



Gambar 2. Grafik hubungan antara pH larutan terhadap % ion kadmium dan nikel terjerap

Gambar 2 menunjukkan bahwa sebelum terjadi peningkatan pada pH 7, efisiensi adsorpsi logam kadmium mengalami penurunan terlebih dahulu pada pH 5. Hal ini jarang terjadi dalam penelitian tentang penjerapan logam oleh arang. Secara teoritis penurunan ion H^+ dapat mengakibatkan efisiensi adsorpsi semakin meningkat. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan antara lain adalah terjadinya pengendapan karena adanya reaksi antara ion Cd^{2+} dengan ion Cl^- yang mengakibatkan endapan tidak terjerap oleh arang sehingga mempengaruhi pengukuran persentase jerapannya. Selain itu, penggunaan konsentrasi yang rendah yaitu Cd 20 mg/L rentan terhadap kesalahan akibat sensitivitas alat yang digunakan termasuk pada tahap pengenceran larutan.

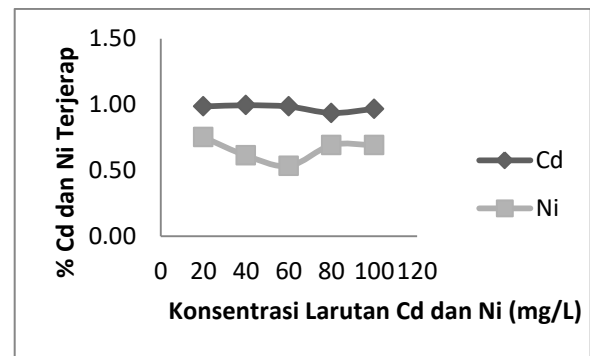
Sedangkan untuk ion nikel, penurunan efisiensi terjadi tepat setelah melewati titik adsorpsi optimum yaitu pada pH 6 dan 7, hal ini dikarenakan arang kulit nangka telah jenuh oleh ion Cd^{2+} sehingga menyebabkan kemampuan arang aktif untuk menyerap ion logam menurun (Marlinawati, dkk., 2015). Selain itu, pH netral dapat pula mengakibatkan terjadinya hidrolisis logam dalam larutan yang mengakibatkan ion tersebut menjadi tidak stabil, sehingga sulit untuk diadsorpsi oleh adsorben (Apriliani, 2010).

Variasi konsentrasi larutan

Konsentrasi adsorbat merupakan faktor yang penting dalam proses adsorpsi. Kemampuan penjerapan suatu adsorben dipengaruhi oleh konsentrasi dari ion logam tersebut. Perbedaan konsentrasi akan mempengaruhi jumlah ion logam yang terdapat di dalamnya (Susilawati, dkk., 2015). Parlayici, dkk., (2015) menyatakan bahwa konsentrasi awal suatu ion logam memberikan suatu tenaga penggerak penting untuk mengatasi semua halangan dari anion dalam perpindahan massa (adsorpsi) antara larutan dan adsorben.

Gambar 3 menunjukkan data hasil penelitian pengaruh konsentrasi awal logam kadmium dan nikel terhadap proses adsorpsi dengan memanfaatkan arang dari kulit nangka sebagai adsorben. Variasi konsentrasi awal ion logam

yang digunakan yaitu 20, 40, 60, 80, dan 100 mg/L.



Gambar 3. Grafik hubungan antara konsentrasi ion logam terhadap % ion kadmium dan nikel terjerap

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi awal ion kadmium dan nikel mempengaruhi proses adsorpsi. Efisiensi adsorpsi ion kadmium mengalami peningkatan dari konsentrasi 20 sampai 40 mg/L dengan presentasi 98,50% sampai 99,43%. Namun, pada konsentrasi 60 sampai 100 mg/L terjadi penurunan efisiensi adsorpsi dengan presentasi jerapan 98,43% sampai 96,67%.

Radyawati, (2011) menjelaskan bahwa jerapan dipengaruhi oleh konsentrasi larutan, semakin besar konsentrasi maka jerapan ion logam juga akan semakin bertambah sampai batas konsentrasi tertentu. Jumlah ion logam yang terjerap akan meningkat saat adsorben arang belum mengalami penenuhan oleh adsorbat. Selanjutnya jika pusat aktif telah jenuh oleh ion logam maka akan terjadi penurunan ion logam yang terjerap.

Gambar 3 menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi ion nikel mengalami penurunan. Penurunan terjadi sejalan dengan kenaikan konsentrasi ion nikel. Pada konsentrasi 20 mg/L ion nikel terjerap sebanyak 75,15% dan terus menurun sampai pada konsentrasi 100 mg/L dengan presentasi jerapan 69,20%. Menurut Parlayici, dkk., (2015) saat jumlah adsorben yang digunakan konstan pada berat tertentu maka jumlah situs aktif dalam adsorpsi juga tetap konstan yang akhirnya akan menjadi jenuh dengan ion nikel. Maka karena kejenuhan pada situs adsorpsi pada adsorben, laju adsorpsi ion nikel berkurang.

Kesimpulan

Karakteristik arang dari kulit nangka meliputi kadar air sebesar 4,4%, kadar abu sebesar 9,3%, dan kadar biomassa yang dapat digunakan sebagai arang penjerap sebesar 86,3%. Adsorpsi optimum oleh adsorben arang dari kulit nangka untuk ion kadmium terjadi pada waktu kontak 120 menit, pH 7 dan konsentrasi 40 mg/L dengan presentase jerapan berturut-turut adalah 84,65%, 99,10%, dan 99,43%. Sedangkan untuk

logam nikel terjadi pada waktu kontak 150 menit, pH 5, dan konsentrasi 20 mg/L dengan presentase jerapan berturut-turut adalah 87,95%, 91,75%, dan 75,15%.

Ucapan Terima Kasih

Diucapkan terima kasih banyak kepada Tasrik dan Jumasta yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian ini.

Referensi

- Abdullah, A. H., Kassim, A., Zainal, Z., Hussien, M. Z., Kuang, D., Ahmad, F., & Wooli, O. S. (2001). Preparation and characterization of activated carbon from gelam wood bark (*melaleuca cajuputi*). *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 7(1), 65-68.
- Alim, T. (2013). Nangka (artocarpus heterophyllus). <http://www.biologi-sel.com/2013/2009/nangka-artocarpus-heterophyllus.html>.
- Anggraini, Y. I. M., & Ulfan, I. (2013). Penurunan kadar ion Cd(II) dalam larutan menggunakan biomassa dari tempurung biji nyamplung: Studi kinetika. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 1(1), 1-3.
- Apriliansi, A. (2010). *Pemanfaatan arang ampas tebu sebagai adsorben ion logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam limbah air*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Diantariani, N. P. (2006). *Penentuan kandungan logam Pb dan Cr pada air dan sedimen sungai Ao di Desa Sam Sam Kabupaten Tabanan*. Skripsi. Bali: Universitas Tabanan.
- Fahrudin. (2010). *Bioteknologi lingkungan* (Revisi ed.). Bandung: Alfabeta.
- FAO. (1987). *Simple technologies for charcoal making*. Roma: Forestry Department.
- Feng, Y., Yang, W., & Chu, W. (2014). Contribution of ash content related to methane adsorption behaviors of bituminous coals. *International Journal of Chemical Engineering*, 2014, 1-11.
- Gaya, U. I., Otene, E., & Abdullah, A. H. (2015). Adsorption of aqueous Cd(II) and Pb(II) on activated carbon nanopores prepared by chemical activation of doum palm shell. *SpringerPlus*, 4(1), 458-476.
- Hartanto, S., & Ratnawati. (2010). Pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa sawit dengan metode aktivasi kimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(1), 12-16.
- Kurniasari, L. (2010). Pemanfaatan mikroorganisme dan limbah pertanian sebagai bahan baku biosorben logam berat. *Momentum*, 6(2), 5-8.
- Lestari, S. (2004). *Mengurai susunan periodik unsur kimia*. Jakarta: P.T Kawan Pustaka.
- Marlinawati, Yusuf, B., & Alimuddin. (2015). Pemanfaatan arang aktif dari kulit durian (*durio zibethinus* L) sebagai adsorben ion logam kadmium(II). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13(1), 23-27.
- Melubu, O., Walanda, D. K., & Abram, P. H. (dalam pencetakan). Daya adsorpsi arang hayati kulit manggis (*garcinia mangostana* L) terhadap logam timbal dan zink terlarut. *Jurnal Akademika Kimia*(178/B/2016).
- Parlayici, S., Eskizeybek, V., Avcı, A., & Pehlivan, E. (2015). Removal of chromium (VI) using activated carbon-supported-functionalized carbon nanotubes. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 5(3), 255-263.
- Prahas, D., Kartika, Y., Indraswati, N., & Ismadji, S. (2008). Activated carbon from jackfruit peel waste by H₃PO₄ chemical activation: Pore structure and surface chemistry characterization. *Chemical Engineering Journal*, 140(2008), 32-42.
- Pujiarti, R., & Sutapa, J. P. G. (2005). Mutu arang aktif dari limbah kayu mahoni (*swietenia macrophylla* king) sebagai bahan penjernih air. *Jurnal Ilmu dan Kayu Tropis*, 3(2), 33-38.
- Radyawati. (2011). *Pembuatan biocharcoal dari kulit pisang kepok untuk penyerapan logam timbal (Pb) dan logam seng (Zn)*. Skripsi. Palu: Universitas Tadulako.
- Saha, B. C. (2004). *Lignocellulose biodegradation and application in biotechnology*. Peoria: United States Department of Agricultural.
- Sembiring, M. T., & Sinaga, T. S. (2003). *Arang aktif (pengenalan dan proses pembuatannya)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Susilawati, N. E., Walanda, D. K., & Napitupulu, M. (2015). Biocharcoal dari serbuk gergaji kayu cempaka (*elmerrillia ovalis* miq) serta daya adsorpsinya pada zink dan tembaga. *Jurnal Akademika Kimia*, 4(2), 71-77.
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis variasi waktu dan kecepatan pengaduk pada proses adsorpsi limbah logam berat dengan arang aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11-20.
- Takeo, N. (2005). *Atlas of Eh-pH diagrams*. Japan: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.
- Widowati, W., Sastiono, A., Rosari, R. W., & Rumampuk, R. J. (2008). *Efek toksik logam*. Yogyakarta: Andi.