

# ADSORPSI $Pb^{2+}$ DALAM LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN ADSORBEN DAMI NANGKA TANPA TERAKTIVASI DAN TERAKTIVASI NaOH: pH DAN WAKTU KONTAK

Bekti Nugraheni\*; Kyky Herlyanti; Mighfar Syukur  
Stifar "Yayasan Pharmasi Semarang"

## Abstrak

Timbal ( $Pb^{2+}$ ) merupakan salah satu logam berat yang mempunyai tingkat toksisitas tinggi. Konsentrasi  $Pb^{2+}$  yang melebihi ambang batas yaitu  $10 \mu\text{g}/\text{dl}$  dapat mencemari lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi pencemaran  $Pb^{2+}$  yaitu dengan adsorpsi. Bahan adsorben yang digunakan aman untuk lingkungan salah satunya adsorben dami nangka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi pH dan waktu kontak adsorpsi  $Pb^{2+}$ ; serta mengetahui persen penyerapan  $Pb^{2+}$  pada limbah cair batik menggunakan adsorben dami nangka tanpa aktivasi (A) dan teraktivasi NaOH (B). Hasil optimasi pH dan waktu kontak menggunakan adsorben (A) dan (B) yaitu sama-sama optimum pada pH 4 dengan persen penyerapan sebesar 93,25% (A) dan 98,20% (B); demikian juga (A) dan (B) optimum pada waktu kontak 90 menit dengan persen penyerapan sebesar 96,10% dan 99,21%. Selanjutnya hasil tersebut diaplikasikan pada limbah cair batik. Hasil % penyerapan adsorben (A) dan (B) sebesar 79,89% dan 100%.

**Kata Kunci:** adsorben dami nangka tanpa aktivasi, adsorben dami nangka aktivasi NaOH, limbah cair batik,  $Pb^{2+}$ .

## ***$Pb^{2+}$ ADSORPTION IN BATIK LIQUID WASTE USING INACTIVATED AND ACTIVATED JACKFRUIT STRAW'S WITH NaOH ADSORBENT: pH AND CONTACT TIME***

### Abstract

Lead ( $Pb^{2+}$ ) is one of the heavy metals that have high toxicity levels. The concentration of  $Pb^{2+}$  which exceeds the threshold of  $10 \mu\text{g}/\text{dl}$  can pollute the environment. One way to reduce  $Pb^{2+}$  contamination is by adsorption. The adsorbent material used is safe for the environment, one of which is the adsorbent of jackfruit straw's. The aim of this research is to know the optimization of pH and contact time of  $Pb^{2+}$ ; and know the percent absorption of  $Pb^{2+}$  in batik liquid waste using inactivated jackfruit straw's adsorbent (A) and activated jackfruit straw's with NaOH adsorbent (B). The optimum results of pH and contact time using adsorbent (A) and (B) were equally optimum at pH 4 with absorption percentage of 93,25% (A) and 98.20% (B); as well as (A) and (B) optimum at contact time 90 minutes with absorption percentage of 96.10% and 99.21%. Furthermore, the results are applied to batik liquid waste. The results of % adsorbent adsorption (A) and (B) were 79.89% and 100%.

**Keywords** : inactivated jackfruit straw's adsorbent, activated jackfruit straw's with NaOH adsorben, batik liquid waste,  $Pb^{2+}$ .

### Corresponding Author :

Bekti Nugraheni,  
Stifar "Yayasan Pharmasi Semarang",  
Jl. Sarwo Edhie Wibowo km. 1 Semarang,  
bn.nugraheni@gmail.com

## PENDAHULUAN

Timbal ( $Pb^{2+}$ ) merupakan salah satu logam berat yang memiliki tingkat toksisitas tinggi. Sumber utama timbal yang masuk ke lingkungan berasal dari limbah industri, misal industri bahan bakar, industri batik dan industri kimia lainnya [8].

Upaya untuk mengurangi logam berat  $Pb^{2+}$  yang semakin meningkat di lingkungan, diarahkan pada penggunaan bahan yang mudah didegradasi. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan salah satu proses pengolahan air yang efektif dan sering digunakan untuk menghilangkan logam berat [2].

Biomaterial yang mengandung gugus antara lain: karboksil, polisakarida, lignin, amino, sulfat dan sulfhidril memiliki kemampuan penyerapan yang baik [9]. Oleh karena itu, pada penelitian ini memanfaatkan dami nangka sebagai adsorben. dami nangka adalah hasil limbah dari buah Nangka yang belum dimanfaatkan secara optimal. Secara kimiawi, komponen penyusun dami nangka adalah selulosa.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran daya adsorpsi pada ion logam  $Pb^{2+}$  dengan menggunakan dami nangka tanpa teraktivasi (A) dan teraktivasi NaOH (B). Aktivasi bertujuan untuk melarutkan mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium dan fosfor. Gugus fungsi seperti  $-OH$  dan  $-COOH$  dapat bertambah sehingga akan lebih banyak logam timbal yang akan diadsorpsi oleh adsorben.

Dalam penelitian ini dilakukan optimasi terlebih dahulu terhadap pH. pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Keasaman (pH) mempengaruhi muatan situs aktif yang terdapat pada adsorben. Selain itu dilakukan pula variasi waktu kontak untuk mengetahui waktu kontak optimum adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh adsorben dami nangka tanpa aktivasi dan teraktivasi NaOH [5] [6].

Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kadar logam berat khususnya ion  $Pb^{2+}$  dalam larutan atau perairan terutama pada limbah batik.

## METODE

### Pembuatan Adsorben dari dami nangka

Dami nangka dicuci dengan *n*-heksana selama 24 jam, kemudian dicuci kembali aqua demineralisata. Dami nangka dikeringkan selama 24 jam dalam almari pengering dan diayak dengan ukuran 212  $\mu m$ . Lalu arang yang dihasilkan disimpan untuk digunakan dalam proses adsorpsi  $Pb^{2+}$  (Adsorben A). Adsorben dami nangka dicampur dengan larutan NaOH 3% dengan perbandingan NaOH terhadap arang dami nangka sebesar 2 mL: 1 gram. Kemudian dicuci kembali dengan aqua demineralisasi. Dilakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Adsorben siap digunakan untuk proses adsorpsi (Adsorben B).

### Penentuan pH optimum adsorpsi Ion $Pb^{2+}$

Penentuan pH optimum dilakukan dengan menggunakan variasi pH 4; 5 dan 6. Ditimbang adsorben masing-masing 1 gram, lalu ditambahkan 10 mL larutan ion logam dengan konsentrasi 50 ppm dengan variasi pH 4, 5 dan 6. Kemudian dishaker selama 30 menit dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu ditampung dalam vial dan diukur dengan Spektro Serapan Atom (SSA).

### Penentuan Waktu Kontak Optimum adsorpsi $Pb^{2+}$

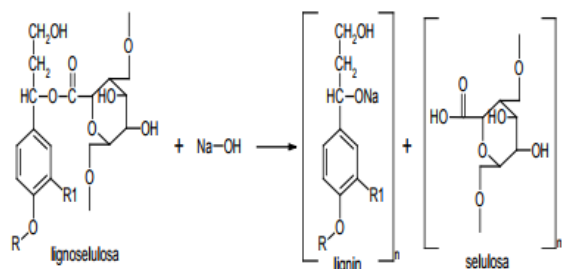
Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan menggunakan variasi waktu 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Ditimbang adsorben masing-masing 1 gram, ditambahkan  $Pb(NO_3)_2$  konsentrasi 50 ppm dan diatur pH optimum. Kemudian diaduk selama 30, 60, 90, 120, dan 150 menit dan dishaker dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu disaring, dan filtrat yang dihasilkan ditampung dalam vial dan diukur dengan SSA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pembuatan Adsorben dami nangka

Adsorben Dami Nangka dibuat melalui proses karbonisasi pada suhu 250°C selama 2,5 jam. Pada proses preparasi sampel dilakukan proses penghilangan lignin, tujuannya untuk melarutkan senyawa-senyawa dalam dami nangka seperti lignin yang dapat menghambat

proses adsorpsi. Keberadaan lignin dapat menurunkan proses adsorpsi, karena dapat menghalangi proses transfer ion, dalam hal ini Pb<sup>2+</sup> ke sisi aktif adsorben.



Gambar 1. Reaksi pemutusan ikatan lignoselulosa (Fenger & Wegeneer, 1995)

Dami nangka yang telah dicuci kemudian dikeringkan sehingga kandungan air di dalamnya berkurang. Proses pembuatan serbuk dami nangka diawali pengeringan dan kemudian diserbukkan, semakin besar luas permukaan adsorben semakin besar pula kapasitas suatu adsorben dalam mengadsorpsi suatu adsorbat.

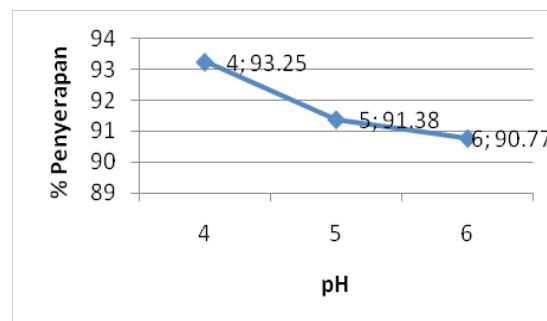
### Penentuan pH optimum adsorpsi Pb<sup>2+</sup>

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh pH karena pH dapat mempengaruhi gugus-gugus fungsional dari dinding biomassa yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam berat. Keasaman mempengaruhi kemampuan muatan pada situs aktif atau gugus fungsi yang mana ion H<sup>+</sup> akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif adsorben. Selain itu, pH juga akan mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan [5] [6].

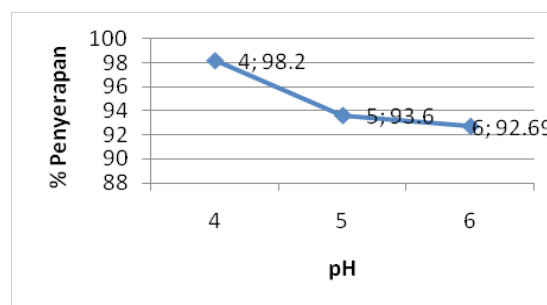
Penentuan pH optimum adsorpsi Pb<sup>2+</sup> menggunakan adsorben dami nangka tanpa aktivasi dan adsorben dami nangka teraktivasi NaOH, dilakukan pada variasi pH 4, 5, dan 6 selama 30 menit. Berdasarkan hasil analisis optimasi pH didapatkan hasil pH larutan ion logam optimum dari adsorben dami nangka tanpa teraktivasi yaitu pH 4 dengan nilai efisiensi penyerapan Pb<sup>2+</sup> sebesar 93,26% dan adsorben teraktivasi NaOH yaitu pada pH 4 dengan nilai efisiensi penyerapan ion logam Pb<sup>2+</sup> sebesar 98,20% (Nugraheni dan Herlyanti, 2016:61-64) (gambar 3). Hal tersebut karena pada pH 4 terjadi pengendapan dari ion Pb<sup>2+</sup> membentuk Pb(OH)<sub>2</sub> sehingga menghalangi terjadinya penyerapan

Pb<sup>2+</sup> oleh biomassa.

Hasil optimasi pH terhadap % penyerapan Pb<sup>2+</sup> oleh adsorben dami nangka tanpa aktivasi dan adsorben dami nangka teraktivasi NaOH dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Optimasi pH terhadap % Penyerapan Pb<sup>2+</sup> (Tanpa aktivasi)



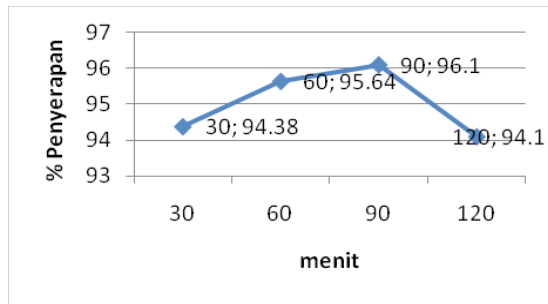
Gambar 3. Optimasi pH terhadap % Penyerapan Pb<sup>2+</sup> (Nugraheni & Herlyanti, 2016).

Pada penelitian berikutnya perlu dioptimasi tentang pengaruhnya terhadap pH diatas 6-9. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui terjadinya reaksi antara OH<sup>-</sup> dengan Pb<sup>2+</sup> menjadi Pb(OH)<sub>2</sub> sehingga sebelum terserap oleh biomassa, logam Pb<sup>2+</sup> sudah bereaksi terlebih dahulu dengan gugus -OH.

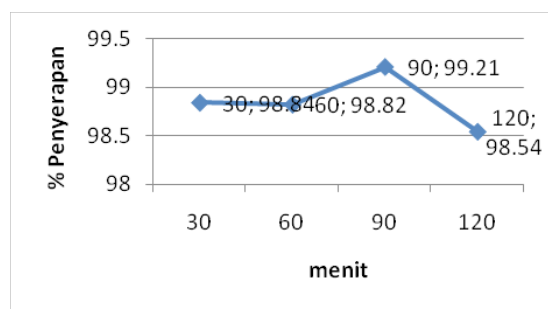
### Hasil Optimasi Waktu Kontak Larutan Ion Logam dalam Penyerapan Pb<sup>2+</sup>

Waktu kesetimbangan adsorpsi perlu dilakukan untuk mencapai adsorpsi optimum adsorbat pada permukaan adsorben. Waktu kontak pada penelitian ini yang dimaksud adalah lama pengadukan. Lamanya waktu pengadukan merupakan waktu yang dibutuhkan adsorben dami nangka untuk menyerap ion logam Pb<sup>2+</sup>. Waktu pengadukan yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Waktu kontak untuk mencapai keadaan setimbang

pada proses serapan logam adsorben berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam [1].



Gambar 4. Optimasi Waktu Kontak terhadap % Penyerapan  $Pb^{2+}$  (tanpa aktivasi)



Gambar 5. Optimasi Waktu Kontak terhadap % Penyerapan  $Pb^{2+}$  (Nugraheni & Herlyanti, 2016).

Optimasi lama pengadukan larutan  $Pb^{2+}$  dengan adsorben dami nangka dilakukan dengan variasi waktu pengadukan 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Larutan  $Pb^{2+}$  dikontakkan dengan adsorben diatas pengaduk magnet sesuai dengan variasi lama pengadukan. Hasil optimasi waktu kontak diperoleh bahwa adsorben dami nangka tanpa teraktivasi selama 90 menit dengan persen efisiensi penyerapan sebesar 96,10% (gambar 4); dan adsorben dami nangka teraktivasi NaOH waktu kontak selama 90 menit adalah waktu optimal dengan persen efisiensi adsorpsi sebesar 99,21% (gambar 5) [7].

Semakin waktu kontak dinaikkan, maka semakin besar pula ion logam  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi oleh gugus fungsi. Hal ini dimungkinkan gugus fungsi hidroksil (-OH dari  $CH_2OH$ ) adsorben belum berinteraksi secara maksimal dengan ion logam  $Pb^{2+}$  pada waktu interaksi 30 dan 60 menit, sehingga ion logam  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi oleh gugus fungsi pada waktu kontak 30 dan 60 menit lebih kecil dari pada waktu kontak 90 menit [4].

Waktu kontak selama 120 menit mengalami penurunan karena pada keadaan ini kapasitas adsorpsi permukaan biomassa telah jenuh dan telah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi  $Pb^{2+}$  dalam biomassa dengan lingkungannya sehingga penyerapan pada diatas 90 menit cenderung konstan atau hampir sama. Hal ini disebabkan semakin lama waktu kontak dapat mengakibatkan desorpsi, yaitu lepasnya ion logam  $Pb^{2+}$  yang sudah terikat pada gugus aktif adsorben.

### Hasil Aplikasi Pengguna dan Adsorben dami nangka pada Air Limbah Batik

Dari hasil kondisi optimum tersebut digunakan untuk analisis penyerapan dami nangka terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  dalam air limbah batik di industri "X". Aplikasi dilakukan 3 replikasi diperoleh hasil persen efisiensi adsorpsi sebesar 79,89% (A) dan 100% (B)

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumbangan ilmu pengetahuan dalam upaya pengelolaan limbah industri sehingga dapat mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh adanya ion logam berat dan senyawa beracun. Selain itu penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada pabrik industri dan masyarakat, bahwa arang dami nangka dapat digunakan sebagai alternatif biomaterial penyerap ion logam berat sehingga dapat diaplikasikan penggunaannya dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan, khususnya lingkungan perairan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa adsorpsi optimum adsorben dami nangka tanpa aktivasi (A) dan teraktivasi NaOH (B) pada pH 4 dengan waktu kontak 90 menit, menghasilkan persen penyerapan sebesar 93,25% dan 98,20%. Demikian juga dami nangka teraktivasi NaOH pada pH optimum 4 dengan waktu kontak 90 menit menghasilkan persen penyerapan sebesar 96,10% dan 99,21%. Sedangkan persen penyerapan pada aplikasi limbah menggunakan adsorben (A) dan (B) sebesar 79,89% dan 100%.

## Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan logam berat selain timbal (Pb) dan pengaktifasian adsorben selain menggunakan NaOH.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah memberikan Hibah Penelitian Dosen Pemula tahun pendanaan 2016. Mahasiswa Stifar, Ammar Mukhlis dan Dian Maidita Yudi Pratiwi yang telah membantu dalam penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bernasconi, G.H., Gerster, H., Hawster, H., Stauble, E., Schneider., 1995, *Teknologi Kimia bagian 2*. (Alih bahasa: Lienda Handojo), Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [2] Kan, C., Aganon, M., Futral, M., and Dalida, M., Adsorption of Mn<sup>2+</sup> from Aqueous Solution Using Fe and Mn Oxide-coated Sand, *Journal of Environmental Sciences*, Vol. 25, No. 7 (2013) 1483-1491.
- [3] Fengel, D., & Wegeneer. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Terjemahan oleh Sastrohamidjojo, H. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [4] Handayani, A.W., 2010, *Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd(II)*, *Skripsi*, Universitas Sebelas Maret, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Surakarta.
- [5] Horsfall, M. and Spiff, A. I., 2004, *Studies on the Effect of pH on the Sorption of Pb<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup> ions from Aqueous Solutions by Caladium bicolor (Wild Cocoyam) Biomass*, *E. J. of Biotech.*, 7, No.3
- [6] Lestari, S., E. Sugiharto dan Mudasir., 2003, *Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa Saccharomyces Cerevisiae yang Terimobilkan Pada Silika Gel terhadap Tembaga (II)*. *Teknosains* 16A (3): 357-371.
- [7]. Nugraheni, B dan Herlyanti, K., 2016, *Penurunan Ion Logam Pb Menggunakan Dami Nangka sebagai Adsorben pada Air Limbah Batik*, *Inovasi Teknik Kimia*, Vol. 1, No. 2, Hal. 61-64 ISSN 2527-6140, e-ISSN 2541-5890
- [8]. Sudarmaji, J.M., dan Corie, I.P., 2006, *Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 2 No. 2, 129-142.
- [9]. Volesky B., 2004, *Biosorption of Heavy Metal*, <http://lifebiosorption.co.uk>, Diakses pada tanggal 18 September 2016.