

ADSORPSI LOGAM Cd²⁺ MENGGUNAKAN BIOADSORBEN BERBASIS KOMPOSIT FILM KITOSAN-LIMBAH CANGKANG KOPI

Lesy Ayunda^{1*}, Nurmalia¹, Al Dhita Ramadhana¹, Satriananda¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Email: lesyayunda04@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah sebagai bioadsorben alternatif untuk mengurangi tingkat pencemaran logam berat Cd²⁺ pada penelitian ini, dilakukan melalui proses sintesis komposit film dari kitosan (Ks) dan limbah cangkang kopi (LCK). Bertujuan untuk mendapatkan pengaruh penambahan LCK dan variasi waktu adsorpsi terhadap efisiensi penyisihan ion logam Cd²⁺. Adsorpsi ion logam Cd²⁺ dilakukan dengan variasi penambahan LCK 0, 5 dan 10% (%b) serta variasi waktu 0, 30, 60, 90 dan 120 menit. Hasil adsorpsi dianalisa konsentrasinya menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS). Secara keseluruhan hasil menunjukkan peningkatan efisiensi penyerapan yang baik oleh komposit Ks-LCK10% pada waktu kontak 120 menit sebesar 92,26 % dengan konsentrasi akhir 0,77 mg/L. Sehingga disimpulkan bahwa komposit film Ks-LCK pada penelitian ini dapat digunakan sebagai adsorben ramah lingkungan untuk menurunkan kadar ion logam Cd²⁺ dalam air.

Kata kunci : *Bioadsorben, Film, ion logam Cd²⁺, Kitosan-limbah cangkang kopi, Komposit*

ABSTRACT

Bioadsorben utilization of waste as an alternative to reduce the level of heavy metal pollution Cd²⁺ on this study, carried out through a process of synthesis of composite films of chitosan (Ks) and waste coffee shells (LCK). Aim to get the effect of adding LCK and adsorption time variation of the efficiency of the allowance for Cd²⁺ ions. Cd²⁺ ion adsorption was done by varying the addition LCK 0, 5 and 10% (% w) and variations in time 0, 30, 60, 90 and 120 minutes. The results were analyzed adsorption spektrofotometer concentration using atomic absorption (AAS). Overall the results indicate good absorption efficiency by composite Ks-LCK10% the contact time of 120 minutes as big as 92.26%. With a final concentration of 0.77 mg/L. Thus concluded that the film composite Ks-LCK in this study can be used as an adsorbent of environmentally friendly to reduce levels of heavy metal ions Cd²⁺ in water.

Keywords : *Bioadsorben, Composite, chitosan-waste coffee shells, Film, Metal ion Cd²⁺*

PENDAHULUAN

Kemajuan industri selama beberapa dekade terakhir, telah meningkatkan aliran polutan ke lingkungan. Salah satu polutan berbahaya adalah logam berat. Logam berat bersifat racun, sukar didegradasi dan sangat persisten di lingkungan. Logam berat juga memiliki kapasitas dispersi tinggi dan tingkat bioakumulasi yang signifikan pada tumbuhan dan ikan, sehingga mudah masuk ke rantai makanan dan mengancam kesehatan manusia (Alsenani, dkk, 2018).

Banyak metode yang telah digunakan untuk menyisahkan logam berat seperti koagulasi, flotasi, penguapan elektrokimia, presipitasi, penggunaan resin penukar ion dan adsorpsi. Dari berbagai metode tersebut, proses adsorpsi paling banyak digunakan untuk menyisahkan logam berat (Abdillah, dkk, 2015). Proses adsorpsi memiliki tingkat penyisihan logam berat yang tinggi, selain itu pengoperasian dan implementasinya mudah, biaya rendah dan tidak ada pembentukan lumpur (Zhang, dkk, 2016).

Saat ini mulai dikembangkan adsorben berbasis pada bahan alam yang lebih di kenal dengan sebutan bioadsorben. Adsorben ini diformulasikan menggunakan bahan alami seperti biopolimer dan biokomponen yang dapat diperbaharui (Lessa, dkk, 2017). Alhogbi (2017) memanfaatkan limbah cangkang kopi untuk menyisahkan logam berat Pb (II). Anantha, dkk (2016) menggunakan kitosan untuk menyisahkan ion Pb. Krishna, dkk (2017) mensintesis adsorben dari ampas kopi untuk menyisahkan Cr (VI).

Kitosan dan cangkang kopi memiliki kapasitas adsorpsi yang baik. Kitosan (Ks) digunakan dalam formulasi bahan

adsorben karena sifatnya yang tidak beracun, mudah terurai, biokompatibel, murah, stabil dan tahan terhadap zat kimia. Sedangkan menurut Saisa, dkk (2018) cangkang kopi mengandung 65,2% serat selulosa sebagai bahan pendukung penyerap logam. Keberadaannya sebagai limbah cukup melimpah, karena produksi kopi khususnya di Aceh Tengah pada tahun 2013 mencapai 26 ribu ton dan belum ada pemanfaatan yang signifikan sebagai adsorben.

Oleh karena itu, fokus penelitian ini adalah mencoba melakukan sintesa komposit film bioadsorben melalui modifikasi kitosan (Ks)–limbah cangkang kopi (LCK) yang dapat menyerap logam berat (Cd^{2+}) dalam air, dengan melihat pengaruh penambahan LCK dan variasi waktu terhadap kapasitas adsorpsi ion logam Cd^{2+} .

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Material yang digunakan yaitu kitosan (Ks) yang disintesis dari cangkang udang, limbah cangkang kopi (LCK), gliserol sebagai *plasticizer* dan *crosslinker*, asam asetat, NaOCl, NaOH, HCl, aseton sebagai pelarut kitosan, aquades sebagai pelarut, dan $3CdSO_4 \cdot 8H_2O$ limbah sintesis. Alat yang digunakan pH meter, pompavacum, hot plate, Alat AAS dan SEM.

Persiapan Bahan Baku

Sintesa Kitin dan Kitosan

Menurut Benhabiel, M.S dkk (2012), berikut penjabaran tahapan proses pembuatan kitosan :

a. Preparasi Cangkang Udang

Cangkang udang dicuci menggunakan air hangat yang mengalir untuk menghilangkan zat organik terlarut,

seperti protein dan kotoran yang menempel. Untuk mengangkat jaringan yang tersisa, cangkang udang yang telah terkumpul direbus selama 1 jam di dalam air mendidih. Selanjutnya agar cangkang udang menjadi lebih rapuh dan struktur kristal dari kitin rusak, bahan di oven pada suhu 160°C selama 2 jam. Proses akhir cangkang udang kering dihaluskan menggunakan blender dan di ayak hingga menghasilkan serbuk berukuran 80 mesh.

b. Demineralisasi

Kalsium karbonat merupakan komponen anorganik utama cangkang udang. Untuk menghilangkan kalsium karbonat, asam klorida encer digunakan untuk mencegah hidrolisis kitin. Konsentrasi asam klorida 2M dan waktu reaksi 120 menit. Rasio cangkang udang kering terhadap larutan asam yang digunakan selama ekstraksi kitin sebesar 1/10 (b/v). Percobaan dilakukan pada suhu ruang dengan pengadukan konstan (150 rpm). Cangkang udang dikumpulkan, disaring, dan dicuci dengan air deionisasi pada pH netral, kemudian dikeringkan selama 24 jam.

c. Deproteinasi

Pada proses deproteinasi digunakan NaOH dengan konsentrasi 2 N, waktu reaksi 400 menit pada suhu 100°C. Proses akhir bahan disaring, dicuci dan dikeringkan selama 24 jam, seperti yang dijelaskan sebelumnya dalam proses demineralisasi.

d. Decolouration (Pemutihan)

Residu kitin dicampur dengan aseton pada rasio 1/10 (b/v) selama 10 menit, disaring dan dikeringkan selama 2 jam pada suhu kamar, selanjutnya di rendam

untuk proses pemutihan dengan NaOCl 0,315% selama 5 menit pada padatan yang sama. Kitin yang telah dilakukan proses dekloronasidicuci dan disaring seperti yang dijelaskan sebelumnya.

e. Deasetilasi

Perubahan kitin menjadi kitosan disebut proses deasetilasi. Suspensi kitin dilarutkan dalam 50 mL NaOH 50% pada suhu tetap 100°C di bawah pengadukan konstan. Setelah 3-5 jam, padatan disaring, dicuci dengan air dan alkohol 80% (v/v) hingga pH netral. Kemudian dikeringkan selama 24 jam.

Pengolahan Limbah Cangkang Kopi

Limbah cangkang kopi dikumpulkan, dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran dan debu. Lalu dibilas dengan air deionisasi, dijemur hingga kering. Setelah itu dihaluskan (100 mesh), di ayak agar ukuran partikelnya tetap konstan dan disimpan pada suhu kamar dalam wadah plastik sampai bahan digunakan.

Sintesis Komposit Film Kitosan (Ks)– Limbah Cangkang Kopi (LCK)

Sintesis komposit Ks/LCK dilakukan dengan metode pelarutan. Pertama, 2 gr Ks dilarutkan dalam 66 mL larutan asam asetat (1,5 % v/v). Kemudian, larutan Ks dicampur dengan 2 ml gliserol (Ks/Gs) dihomogenisasi di bawah pengadukan magnet pada suhu kamar selama 30 menit. Selanjutnya, ditambahkan jumlah spesifik LCK (0, 5 dan 10% dari berat kitosan dalam keadaan kering). Larutan filmogenik dituangkan ke dalam cetakan. Pelarut dihilangkan di bawah vakum (40 °C selama 24 jam). Setelah itu, komposit film Ks/LCK

dikeluarkan dari cetakan dan direndam selama 5 menit dalam larutan NaOH 2 M selanjutnya dibilas menggunakan akuades hingga pH netral. Kemudian dikeringkan dalam oven (40 °C selama 24 jam). Masing-masing komposit diberi label sebagai Ks/LCK0, Ks/LCK 5 dan Ks/LCK10 %.

Analisa Persiapan Adsorpsi Ion Logam Cd²⁺

- Pembuatan Larutan Stok Cd²⁺ 10 ppm

Serbuk 3CdSO₄.8H₂O ditimbang sebanyak 0.00146 gram ke dalam *beaker glass*. Lalu ditambahkan aquades secukupnya. Diaduk hingga larut kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Larutan tersebut diencerkan hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Perlakuan Adsorpsi Ion Logam Cd²⁺

Perlakuan adsorpsi *batch* dilakukan dalam labu Erlenmeyer 250 mL. Labu erlenmeyer diisi dengan larutan ion logam Cd²⁺ pada konsentrasi 10 ppm sebanyak 100 mL. Kemudian sampel komposit ditambahkan sebanyak 0.3 gr. Proses adsorpsi dilakukan pada pengadukan (50 rpm) menggunakan *shaker inkubator*, dengan variasi waktu 0, 30, 60, 90 dan 120 menit. Selanjutnya sampel ion logam Cd²⁺ yang telah melalui tahap adsorpsi pada waktu tertentu dianalisis konsentrasinya menggunakan spektrofotometer serapan atom.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyerapan optimum oleh adsorben komposit film kitosan-limbah cangkang kopi dalam mengadsorpsi ion logam Cd²⁺. Proses adsorpsi yang digunakan adalah sistem *batch*,

menggunakan *shaker inkubator* (media pengguncang) dengan kecepatan 50 rpm. *Shaker inkubator* berfungsi sebagai media yang mampu mempertahankan keadaan operasi sehingga proses berjalan dengan konstan. Temperatur operasi 28-30°C yang digunakan sesuai dengan temperatur ruang. Menurut **Faizal, M (2014)** temperatur ruangan di rasa sesuai dalam proses adsorpsi karena semakin tinggi temperatur maka adsorbat yang terserap oleh adsorben semakin menurun. Hal ini dikarenakan pada suhu yang semakin tinggi pergerakan ion logam semakin cepat sehingga adsorben mengalami penurunan kemampuan untuk mengikat ion logam.

Komposit film kitosan-limbah cangkang kopi digunakan sebagai adsorben untuk menyerap ion logam di dalam air limbah artifisial yang mengandung ion logam Cd²⁺ sebesar 10 ppm di preparasi secara stoikiometri. Beberapa variasi penambahan serbuk limbah cangkang kopi digunakan sebagai filler dalam komponen film dengan variasi Ks-LCK 0%, 5% dan 10% dan waktu kontak selama 0, 30, 60, 90 dan 120 menit, kemudian hasil adsorpsi dianalisa menggunakan AAS.

Parameter Adsorpsi

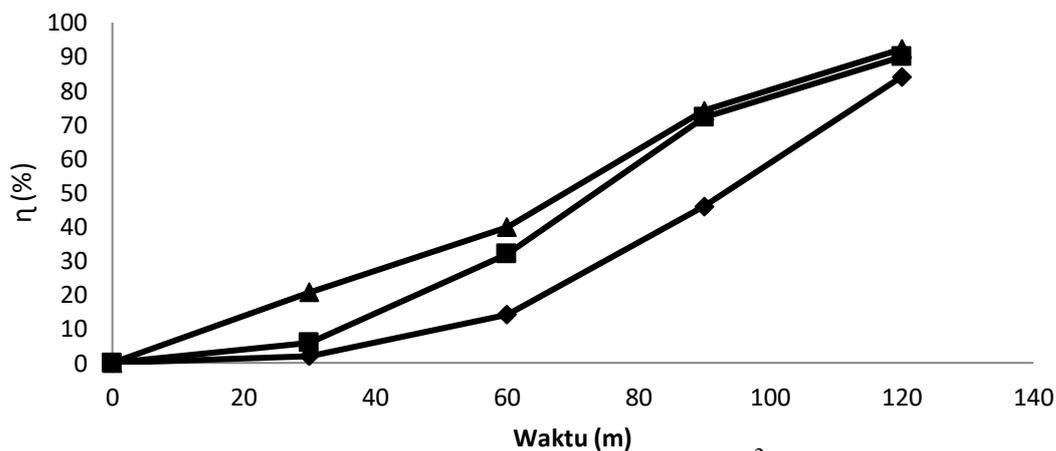
Pengaruh Penambahan Serbuk LCK

Adsorben disintesis melalui metode pelarutan dengan melarutkan kitosan dan asam asetat 1.5% kemudian dicampurkan dengan filler LCK dan ditambahkan gliserol. Pembentukan komposit tersebut bertujuan agar adsorben yang dihasilkan memiliki karakteristik dan kualitas yang baik sehingga proses adsorpsi berlangsung secara sederhana.

Tabel 1. Pengaruh penambahan serbuk LCK terhadap efisiensi penyerapan ion logam Cd^{2+}

LCK (%)	Waktu (m)	Conc awal (Co) mg/L	η (%)	Conc akhir (Ce) mg/L
0	0	10	0	10
	30		2.039	9.79
	60		14.191	8.58
	90		45.995	5.40
	120		84.099	1.59
5	0	10	0	10
	30		5.925	9.41
	60		32.028	6.79
	90		72.173	2.78
	120		89.965	1.003
10	0	10	0	10
	30		20.807	7.91
	60		39.859	6.01
	90		74.138	2.59
	120		92.26	0.77

Efisiensi penyerapan ion logam Cd^{2+} dapat dilihat pada table 1 dan gambar 3.1 ditampilkan pada dalambentuk grafik dimana persentase reduksi ion logam terus mengalami peningkatan berturut-turut hingga mencapai 84.09%, 89.965% dan 92.26 % pada komposit Ks-LCK 0%, Ks-LCK 5% dan Ks-LCK 10% (waktu kontak 120 m).



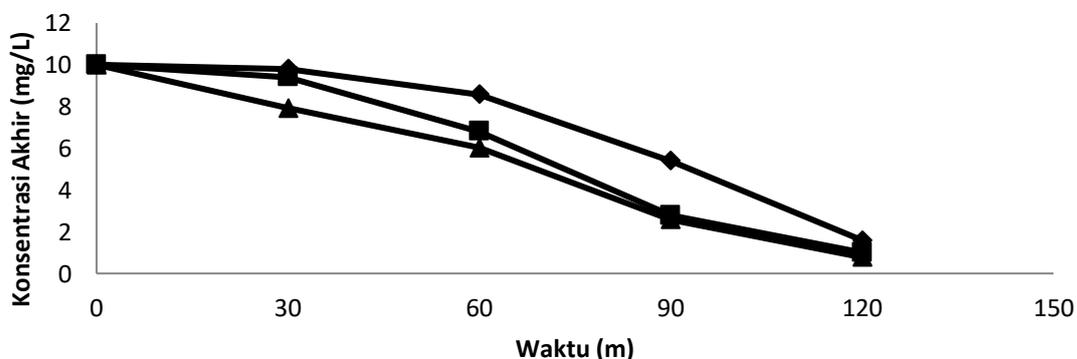
Gambar 1. Efisiensi Penyerapan ion Logam Cd^{2+} terhadap waktu
 (♦) Ks-LCK 0%, (■) Ks-LCK 5% dan (▲) Ks-LCK 10%

Dari hasil yang diperoleh penambahan serbuk LCK sangat mempengaruhi tingkat penyerapan ion logam Cd^{2+} , hal ini disebabkan karena serbuk LCK memiliki luas permukaan yang besar dan memiliki kemampuan pertukaran ion yang baik (Alhogbi, 2017).

Pengaruh Waktu Kontak

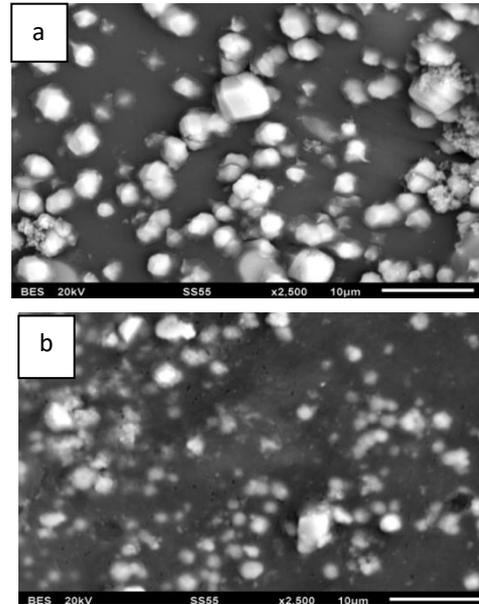
Variasi waktu kontak terhadap hasil adsorpsi ion logam Cd^{2+} menunjukkan hasil yang baik. Waktu kontak merupakan salah satu variabel yang sangat menentukan sedikit banyaknya ion logam yang terserap dalam proses adsorpsi. Semakin lama waktu kontak yang digunakan maka akan memungkinkan berlangsungnya proses difusi dan terikatnya adsorbat oleh adsorben yang lebih banyak. Untuk mencapai kesetimbangan proses adsorpsi, memerlukan waktu kontak untuk menyerap adsorbat dari sekian menit hingga beberapa jam.

Hasil perolehan adsorpsi dapat dilihat pada gambar 3.2 yang menunjukkan adanya pengaruh variasi waktu kontak terhadap ion logam yang terserap. Untuk semua variasi komposit film, seiring bertambahnya waktu maka kadar ion logam Cd^{2+} di dalam filtrat mengalami pengurangan. Adsorpsi optimum terjadi pada menit ke-120. Konsentrasi akhir dari masing-masing adsorben berturut-turut Ks-LCK 0%, Ks-LCK 5% dan Ks-LCK 10% sebesar 1.590 mg/L, 1.003 mg/L dan 0.774 mg/L.



Gambar 2. Pengaruh waktu kontak terhadap jumlah ion logam Cd^{2+} yang teradsorpsi. (♦) Ks-LCK 0%, (■) Ks-LCK 5% dan (▲) Ks-LCK 10%

Karakteristik Morfologi



Gambar 3. Hasil Uji SEM (a) Sebelum adsorpsi, (b) Sesudah adsorpsi

Hasil analisa struktur morfologi pada permukaan komposit film Ks-LCK 10% disajikan pada gambar 3. Permukaan komposit film terlihat berpori halus dan tidak homogen, Tekstur kasar diakibatkan adanya penambahan serbuk LCK dengan larutan film ogenik yang terdiri dari pencampuran kitosan dan gliserol. Sedangkan pada gambar (b)

Merupakan penampakan struktur permukaan komposit film setelah melalui proses adsorpsi. Dari gambar tersebut terlihat jelas struktur permukaan mengalami perubahan, dimana terbentuknya lapisan baru dan terlihat seperti menyatu, sehingga membentuk permukaan yang sedikit halus. Hal ini disebabkan karena adanya ion logam yang terserap oleh komposit film sehingga terperangkap dan menutupi sebagian pori pada permukaan komposit film.

Kesimpulan

Efisiensi penyerapan yang baik oleh komposit Ks-LCK 10% sebesar 92.26 % dan konsentrasi akhir 0.774 mg/L pada waktu kontak 120 menit. Sehingga disimpulkan bahwa komposit film Ks-LCK dengan penambahan LCK pada penelitian ini dapat digunakan sebagai adsorben ramah lingkungan untuk menurunkan kadar ion logam Cd^{2+} dalam air.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah menghibahkan dana melalui pendanaan usulan proposal PKM-PE tahun 2018 dan pelaksanaan tahun 2019 sehingga telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, A. I., Darjito, Khunur, M. M., 2015, Pengaruh pH dan Waktu Kontak pada Adsorpsi Ion Logam Cd^{2+} Menggunakan Adsorben Kitin Terikat Silang Glutaraldehyd, *Kimia.Student journal*, 1(1): 826 – 832.

- Alhogbi, B. G., 2017, *Potential of coffee husk biomass waste for the adsorption of Pb(II) ion from aqueous solutions*, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 6: 21-25.
- Al-Senani, G. M., Al-Fawzan, F. F., 2018. *Adsorption study of heavy metal ions from aqueous solution by nanoparticle of wild herbs*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*.
- Anantha., Ratna K., Kota, Sobha, 2016. *Removal of lead by adsorption with the renewable biopolymer composite of feather (Dromaius novaehollandiae) and chitosan (Agaricus bisporus)*. *Environ. Technol. Innov.* 6, 11-26.
- Benhabiel, MS., Salah R, H. Lounici, N. Drouiche, M.F.A. Goosen, N. Mameri. 2012. *Antibacterial Activity Of Chitin, Chitosan And Its Oligomers Prepared From Shrimp Shell Waste*. *Food Hydrocolloids*. Vol. 29, Hal.48-56.
- Faizal, M., Hariyani., Fitri, R. M., (2014). *Pengolahan air limbah yang mengandung logam Cd menggunakan komposit adsorben dengan bentonit & Fe_3O_4* . *Jurnal Teknik Kimia*, 20 (3), 66-72.
- Krishna, M. G.V., Naga, B. A., Kalpana, K., Ravindhranath, K., 2017. *Removal of chromium (VI) from water using adsorbent derived from spent coffee grounds*. *Int. Journal Environ Science Technologi*.
- Lessa, E. F., Gularte, M. S., Garcia, E. S., Fajardo, A. R., 2017. *Orange waste Available carbohydrate source for the development of beads with enhanced adsorption properties for cationic dyes*. *Carbohydrate Polymers*, 157: 660-668.

- Saisa, Syabriana, M., 2018, Produksi Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Menggunakan Enzim *Zymomonas Mobilis* Dan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Serambi Engineering*, III (1): 271-278.
- Zhang, S. P., Dong, Y. Y., Yang, Z., Yang, W. B., Wu, J. Q., Dong, C. 2016. *Adsorption of pharmaceuticals on chitosan-based magnetic compositeparticles with core-brush topology*. *Chemical Engineering Journal*, 304, 325-334.