

## Pengaruh Aktivator Terhadap Kemampuan Bubuk Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) dalam Menjerap Ion Timbal (II)

Ganis Fia Kartika\*, Itnawita, T. Abu Hanifah, Sofia Anita, Nur Oktri Mulya Dewi, Suharsimi Absus

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

\*Penulis korespondensi: [ganis.kartika@lecturer.unri.ac.id](mailto:ganis.kartika@lecturer.unri.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v5.n1.12814>

**Abstrak:** Penggunaan limbah buah sebagai adsorben berbiaya rendah untuk mengurangi pencemaran akibat logam telah menarik banyak perhatian. Pada penelitian ini akan dibuat adsorben dari bubuk biji alpukat (*Persea americana* Mill) yang diaktivasi menggunakan dua jenis aktivator yaitu HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh aktivator terhadap bubuk biji alpukat dalam menjerap ion Pb(II). Variasi konsentrasi aktivator (2,5; 5; dan 7,5%) dilakukan untuk mendapatkan adsorben dengan kemampuan daya jerap terbaik. Hasil karakterisasi terhadap bubuk biji alpukat yang telah diaktivasi menunjukkan bahwa konsentrasi optimum HCl sebagai aktivator adalah 2,5%, sedangkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu 7,5%. Bubuk biji alpukat yang telah diaktivasi kemudian diuji kemampuan daya jerapnya terhadap ion Pb(II). Kandungan logam Pb dalam larutan sebelum dan setelah proses adsorpsi dianalisis menggunakan metode Spektroskopi Serapan Atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua jenis aktivator tersebut dapat meningkatkan penyerapan timbal dalam larutan jika dibandingkan hasil adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi. Efisiensi penjerapan bubuk biji alpukat yang diaktivasi menggunakan HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> masing-masing sebesar 96,81 dan 83,56% terhadap larutan Pb dengan konsentrasi 10 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa aktivator HCl bersifat lebih baik dibandingkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dalam menjerap ion Pb(II) dalam larutan.

**Kata kunci:** aktivator, bubuk biji alpukat, timbal, kapasitas adsorpsi

**Abstract:** The use of fruit waste as low cost sorbent for heavy metal removal has increased. This present study reports the preparation of Avocado (*Persea Americana* Mill) seed powder which activated by different activator, HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The aim of this study was to study the effect of activator to remove Pb(II) ion in solution. The concentration variation of the activator used were 2.5, 5, and 7.5%. The characterization of activated avocado seed powder revealed that the optimum concentration of HCl is 2.5%, while H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> is 7.5%. Before and after the adsorption process, the Pb concentration was analysed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Result indicated that both activator improved the lead uptake with respect to adsorption result obtained for raw avocado seed powder. The percent efficiency of Pb removal of HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-activated of avocado seed powder are 96.81 and 83.56 %. It can be concluded that HCl is better than H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> as activator in Pb(II) ion removal.

**Keywords:** activator, avocado seed powder, lead, adsorption capacity

### PENDAHULUAN

Perkembangan industri selama beberapa dekade ini telah mengakibatkan percepatan laju pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh berbagai polutan. Adanya polutan anorganik berupa logam berat merupakan isu yang berbahaya dikarenakan bersifat akumulatif bagi makhluk hidup dan menimbulkan masalah terhadap kesehatan (Ahmad *et al.* 2012). Hal tersebut mendorong para peneliti untuk mengembangkan berbagai metode yang bisa diaplikasikan untuk pemulihan lingkungan yang terkontaminasi oleh polutan logam berat, diantaranya timbal.

Berbagai metode telah dilakukan untuk mengatasi pencemaran akibat logam berat yang terdapat di lingkungan, diantaranya melalui reaksi redoks, fotodegradasi, nanofiltrasi, elektrolisis, koagulasi,

adsorpsi dan elektrokimia. Diantara metode tersebut, adsorpsi merupakan teknik yang paling sering digunakan karena murah, mudah, ramah lingkungan dan memiliki efisiensi yang tinggi untuk menghilangkan logam berat (Bhaumik *et al.* 2014; Ramírez-Montoya *et al.* 2014). Pada penelitian ini akan digunakan biji alpukat sebagai adsorben ion Pb(II) dalam larutan.

Produksi buah alpukat di Indonesia khususnya di Riau pada tahun 2013 mencapai 490 ton. Produksi ini tidak hanya menghasilkan daging buah yang bisa dikonsumsi oleh masyarakat tetapi juga menghasilkan limbah padat berupa biji alpukat. Bagian buah alpukat yang dapat dikonsumsi sekitar 79,65% sedangkan sekitar 20,35% menjadi limbah padat (Simatupang dkk. 2014). Mengingat biji alpukat memiliki kandungan senyawa organik yang

tinggi yaitu amilosa 43,3% dan amilopektin 37,7% (Lubis, 2008), maka sangat memungkinkan untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan adsorben, sehingga dapat meningkatkan nilai guna biji alpukat.

Penelitian tentang pemanfaatan biji alpukat sebagai adsorben telah banyak dilakukan baik dalam bentuk arang maupun bubuk. Pada penelitian Elizalde-González *et al.* (2007), adsorben biji alpukat yang dipreparasi dengan cara karbonisasi pada temperatur 800°C dan 1000°C serta diaktivasi menggunakan  $H_3PO_4$  mempunyai luas permukaan 1802  $m^2/g$  dan 452  $m^2/g$ . Selain itu, pada penelitian Bhaumik *et al.* (2014) dinyatakan bahwa sebanyak 0,08 g bubuk biji alpukat yang memiliki efisiensi penjerapan ion Cr(VI) sebesar 99,95%. Penelitian Rodrigues *et al.* (2011) menyatakan bahwa arang aktif biji alpukat yang diaktivasi secara fisika dapat diaplikasikan untuk menyerap fenol dengan kapasitas adsorpsi sebesar 90 mg/g. Penelitian Devi (2010) menyimpulkan bahwa biji alpukat dengan ukuran partikel  $\leq 0,25$  mm dapat mengurangi kadar COD dan BOD pada air limbah masing-masing sebesar 98,28% dan 99,19%. Namun penggunaan biji alpukat dalam bentuk bubuk tanpa karbonisasi belum diketahui mengingat biji alpukat mengandung karbohidrat dan senyawa organik lainnya yang bersifat polar, maka sangat mungkin bubuk biji alpukat digunakan sebagai adsorben ion logam berat dalam larutan.

Dalam rangka meningkatkan efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat, maka digunakan dua jenis aktivator, yaitu HCl dan  $H_2SO_4$  dengan masing-masing variasi konsentrasi 2,5; 5,0 dan 7,5% untuk mengetahui konsentrasi optimum aktivator dalam menghasilkan adsorben dengan daya jerap yang maksimal. Bubuk biji alpukat yang telah diaktivasi menggunakan aktivatornya masing-masing kemudian diuji kemampuannya dalam menyerap ion timbal (II) dalam larutan simulasi.

## BAHAN DAN METODE

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific Genesys 20), Spektrofotometer Serapan Atom (Shimadzu AA 7000), furnace (Gallenkamp Muffle Furnace Size 1), oven (Gallenkamp Hotbox Oven Size 1), neraca analitik (Mettler tipe AE200), sentrifuge (Fisher Scientific Centrifug Model 228).

Bahan-bahan yang digunakan adalah biji alpukat yang diambil dari pohon alpukat di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau,  $NaHCO_3$  (Sigma-Aldrich), HCl p.a (Sigma-Aldrich),  $H_2SO_4$  (Sigma-Aldrich),  $Na_2S_2O_3$  (Sigma-Aldrich),  $KIO_3$  (Merck), KI (Merck-7681-11-0).

### Persiapan Bubuk Biji Alpukat

Sampel biji alpukat dibersihkan dan dipisahkan dari kulit arinya, dicuci dengan akuades hingga bersih, dipotong-potong ukuran kecil, dikeringkan di

bawah sinar matahari selama lebih kurang 5 hari dan digerus menjadi bubuk dan diayak menggunakan ayakan lolos ukuran 100 mesh dan tertahan 200 mesh. Kemudian bubuk yang tertahan pada ayakan 200 mesh dimasukkan ke dalam beaker dan dicuci dengan larutan  $NaHCO_3$  1% untuk menghilangkan sisa asam yang terkandung di dalamnya dan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 115°C, setelah kering digerus kembali, kemudian diayak menggunakan ayakan 100 dan 200 mesh. Bubuk biji alpukat yang tertahan pada ayakan 200 mesh disimpan di dalam desikator.

### Aktivasi Bubuk Biji Alpukat menggunakan HCl dan $H_2SO_4$

Bubuk biji alpukat ditimbang masing-masing sebanyak 10 g dan dimasukkan ke dalam beaker gelas. Kemudian ditambahkan 100 mL larutan HCl dengan variasi konsentrasi 2,5%; 5% dan 7,5%. Selanjutnya, campuran bubuk biji alpukat dan larutan HCl diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 5 menit dan didiamkan selama 24 jam. Campuran tersebut disaring dan dicuci dengan akuades, diukur pH filtratnya. Setelah pH filtrat netral, bubuk biji alpukat dikeringkan dalam oven pada suhu 115°C. Bubuk biji alpukat didinginkan dan disimpan dalam desikator. Hal yang sama dilakukan menggunakan aktivator  $H_2SO_4$ .

### Karakterisasi Bubuk Biji Alpukat

Karakterisasi bubuk biji alpukat dilakukan terhadap kandungan air, kandungan abu, adsorpsi terhadap iodium, dan metilen biru terhadap bubuk biji alpukat dilakukan setelah aktivasi.

### Daya adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap ion Pb (II)

Penentuan daya adsorpsi bubuk biji alpukat dilakukan terhadap bubuk biji alpukat yang telah diaktivasi menggunakan aktivator HCl  $H_2SO_4$  dengan masing-masing konsentrasi 5 dan 7,5%. Sebagai kontrol ditentukan daya adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi. Penentuan daya adsorpsi bubuk biji alpukat sebelum dan setelah aktivasi dilakukan menggunakan larutan simulasi ion Pb(II) dengan konsentrasi 5, 10 dan 20 ppm. Campuran larutan dan bubuk biji alpukat diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 15 menit, kemudian didiamkan selama 24 jam. Bagian larutan yang jernih diambil menggunakan pipet, kandungan Pb dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom. Penentuan daya adsorpsi bubuk biji alpukat dilakukan untuk masing-masing aktivator.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Biji alpukat dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan adsorben karena mengandung senyawa organik yang tinggi seperti amilosa 43,3% dan amilopektin 37,7% (Lubis, 2008). Adsorben biji alpukat dibuat dalam bentuk bubuk yang diayak

menggunakan ayakan bertingkat lolos 100 mesh dan tertahan pada 200 mesh yang bertujuan agar biji alpukat yang digunakan sebagai adsorben mempunyai ukuran partikel yang homogen dan luas permukaan yang besar. Berdasarkan teori, semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaannya semakin besar sehingga kemampuan adsorpsinya akan semakin besar pula (Droste, 1974).

Penggunaan aktivator bertujuan untuk membuka situs-situs aktif permukaan bubuk biji alpukat sehingga luas permukaan akan semakin besar dan meningkatkan kemampuan adsorpsi bubuk biji alpukat tersebut (Alfiany *et al.* 2013). Pada penelitian ini digunakan dua jenis aktivator dengan variasi konsentrasi 2,5; 5,0 dan 7,5%. Variasi konsentrasi ini digunakan untuk melihat konsentrasi aktivator optimum yang dapat digunakan untuk mendapatkan bubuk biji alpukat terbaik sebagai adsorben.

Hasil karakterisasi bubuk biji alpukat yang telah diaktivasi menggunakan aktivator HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil karakterisasi bubuk biji alpukat memperlihatkan bahwa konsentrasi aktivator mempengaruhi kualitas dari adsorben yang dihasilkan. Karakterisasi bubuk biji alpukat meliputi penentuan kandungan air, kandungan abu, daya adsorpsi terhadap iodium dan luas permukaan.

Pada penelitian ini, bubuk biji alpukat yang mempunyai hasil kandungan air dan kandungan abu terbaik adalah bubuk biji alpukat yang diaktivasi menggunakan larutan HCl 5,0% dengan kandungan air 12,28% dan kandungan abu 0,02%. Kandungan air pada penelitian ini tidak berbeda jauh dengan kandungan air yang diperoleh oleh Malangngi dkk. (2012) yaitu 12,86%, sedangkan untuk kandungan abu mempunyai hasil yang berbeda dengan yang dilakukan oleh (Bhaumik *et al.* 2014) yaitu 0,22%.

Hasil karakterisasi kandungan air dan kandungan abu didukung oleh besarnya daya adsorpsi bubuk biji

alpukat yang diaktivasi dengan larutan HCl 5,0% terhadap iodium yaitu 823,71 mg/g dan luas permukaan yaitu 86,94 m<sup>2</sup>/g. Daya adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap iodium menunjukkan kemampuan bubuk biji alpukat untuk mengadsorpsi ion/molekul dalam larutan dengan ukuran molekul lebih kecil dari 10 Å (Rumidatul, 2006). Hasil daya adsorpsi bubuk biji alpukat ini juga dapat digunakan untuk mengetahui adanya struktur mikropori yang terdapat pada bubuk biji alpukat. Semakin besar daya adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap iodium maka semakin banyak pula struktur mikropori yang terdapat pada bubuk biji alpukat tersebut, sedangkan daya adsorpsi terhadap metilen biru digunakan untuk menentukan luas permukaan dan menentukan kemampuan dari bubuk biji alpukat dalam mengadsorpsi ion/molekul dalam larutan dengan ukuran molekul kurang dari 15 Å. Semakin besar daya adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap metilen biru maka luas permukaan akan semakin besar dan menunjukkan banyaknya jumlah ukuran partikel 15 Å. Luas permukaan bubuk biji alpukat yang diperoleh dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan luas permukaan biji pepaya yang diaktivasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu 38,64 m<sup>2</sup>/g (Yadav *et al.* 2014). Aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memberikan hasil karakterisasi yang berbeda dibandingkan HCl, konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> optimum yang digunakan sebagai aktivator bubuk biji alpukat adalah 7,5%.

Bubuk biji alpukat dengan konsentrasi aktivator terbaik digunakan sebagai adsorben yang diaplikasikan terhadap larutan timbal (II) dengan variasi konsentrasi 5, 10 dan 20 ppm. Efisiensi dan daya adsorpsi bubuk biji alpukat yang sudah diaktivasi diuji terhadap larutan timbal (II) pada berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Hasil Karakterisasi bubuk biji alpukat teraktivasi HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

No	Parameter	HCl (%)			H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%)		
		2,5	5	7,5	2,5	5	7,5
1	Kandungan Air (%)	12,34	12,28	19,2	16,54	15,5	13,82
2	Kandungan Abu (% berat basah)	0,06	0,02	0,04	0,1	0,08	0,06
3	Daya adsorpsi iodium (mg/g)	755,66	823,71	806,07	522,18	488,58	530,67
4	Luas permukaan (m <sup>2</sup> /g)	84,57	86,94	86,61	85,86	83,97	87,53

**Tabel 2.** Efisiensi dan daya adsorpsi bubuk biji alpukat

Aktivator	Konsentrasi (ppm)	Efisiensi adsorpsi (%)		Daya adsorpsi (mg/g)	
		Tanpa aktivasi	Aktivasi	Tanpa aktivasi	Aktivasi
HCl	5	79,31	93,36	1,91	2,34
	10	82,11	96,81	2,85	3,23
	20	77,16	63,32	6,26	5,14
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5	79,31	93,88	1,92	2,27
	10	82,11	83,56	2,85	2,90
	20	77,17	60,56	6,27	4,92

Secara umum, efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi lebih rendah dibandingkan dengan bubuk biji alpukat yang telah diaktivasi. Hal ini menunjukkan bahwa aktivator dapat bekerja secara optimum untuk membuka situs aktif permukaan dan memperluas permukaan bubuk biji alpukat sehingga kapasitas adsorpsinya meningkat. Namun, pada konsentrasi larutan timbal (II) 20 ppm, efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi lebih tinggi dibandingkan dengan bubuk biji alpukat yang diaktivasi. Hal ini disebabkan oleh bubuk biji alpukat tanpa aktivasi masih banyak mengandung senyawa organik yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion timbal (II), sehingga efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi tersebut lebih besar. Berdasarkan hasil uji fitokimia yang dilakukan oleh Zuhrotun dalam Malangngi dkk. (2012) terhadap ekstrak etanol biji alpukat menunjukkan bahwa biji alpukat mengandung tanin. Tanin merupakan senyawa organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal dan mengendapkan protein (Desmiaty *et al.* 2008) serta mampu mengkhelat logam (Hegerman, 2002). Selain itu, semakin tinggi konsentrasi larutan ion timbal (II) menyebabkan semakin banyak pula ion timbal (II) yang terkandung di dalamnya, sehingga situs aktif permukaan bubuk biji alpukat jenuh sehingga menyebabkan efisiensi adsorpsi pada bubuk yang diaktivasi menjadi rendah. Berbeda dengan efisiensi adsorpsi yang dihasilkan oleh adsorben yang dibuat dengan bahan baku biji pepaya, semakin tinggi konsentrasi larutan timbal (II) yang digunakan efisiensi adsorpsi semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada rentang konsentrasi 25 – 200 ppm dengan efisiensi adsorpsi 10 – 93% (Yadav *et al.* 2014).

## KESIMPULAN

Bubuk biji alpukat yang diaktivasi memiliki efisiensi penyerapan yang lebih besar dari pada tanpa aktivasi, hal ini menunjukkan bahwa adanya proses aktivasi dengan aktivator HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> menyebabkan kapasitas dan efisiensi penyerapan terhadap ion timbal meningkat. Jika membandingkan nilai efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap penyerapan ion timbal (II) dalam larutan, dapat dikatakan bahwa aktivator HCl bersifat lebih baik dibandingkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Usman, A.R., Lee, S.S., Kim, S.C., Joo, J.H., Yang, J.E. & Ok, Y.S. (2012). Eggshell and coral wastes as low cost sorbents for the removal of Pb<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup> and Cu<sup>2+</sup> from aqueous solutions. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18(1): 198-204.
- Alfiandy, H., Bahri, S. & Nurakhirawati, N. (2013). Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam. *Natural Science: Journal of Science and Technology*. 2(3): 75-86.
- Bhaumik, M., Choi, H.J., Seopela, M.P., McCrindle, R.I. & Maity, A. (2014). Highly effective removal of toxic Cr (VI) from wastewater using sulfuric acid-modified avocado seed. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 53(3): 1214-1224.
- Desmiaty, Y., Ratih, H., Dewi, M.A. & Agustin, R. (2008). Penentuan jumlah tanin total pada daun jati belanda (*Guazuma ulmifolia* Lamk) dan daun sambang darah (*Excoecaria bicolor* Hassk.) secara kolorimetri dengan pereaksi biru prusia. *Ortocarpus*. 8: 106-109.
- Devi, R. (2010). Innovative technology of COD and BOD reduction from coffee processing wastewater using avocado seed carbon (ASC). *Water, Air, and Soil Pollution*. 207(1-4): 299-306.
- Droste, R.L (1974): Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment. John Wiley & Sons, Inc. United State of America.
- Elizalde-González, M.P., Mattusch, J., Peláez-Cid, A.A. & Wennrich, R. (2007). Characterization of adsorbent materials prepared from avocado kernel seeds: Natural, activated and carbonized forms. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 78(1): 185-193.
- Hagerman, A.E., 2002. Hydrolyzable tannin structural chemistry. *Tannin handbook*, pp.1-5.
- Lubis, L.M. (2008). Ekstraksi Pati dari Biji Alpukat. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, USU: Medan.
- Malangngi, L., Sangi, M. & Paendong, J. (2012). Penentuan kandungan tanin dan uji aktivitas antioksidan ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal MIPA Unsrat Online*. 1(1): 5-10
- Ramírez-Montoya, L.A., Hernández-Montoya, V. & Montes-Morán, M.A. (2014). Optimizing the preparation of carbonaceous adsorbents for the selective removal of textile dyes by using Taguchi methodology. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 109: 9-20.
- Rodrigues, L.A., da Silva, M.L.C.P., Alvarez-Mendes, M.O., dos Reis Coutinho, A. & Thim, G.P. (2011). Phenol removal from aqueous solution by activated carbon produced from avocado kernel seeds. *Chemical Engineering Journal*. 174(1): 49-57.
- Rumidatul, A. (2006). Efektivitas arang aktif sebagai adsorben pada pengolahan air limbah. Tesis. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Simatupang, A., Situmorang, S. & Silalahi, H. (2014). Alpukat Varietas Lokal. Medan.
- Yadav, S.K., Singh, D.K. & Sinha, S., (2014). Chemical carbonization of papaya seed originated charcoals for sorption of Pb (II) from aqueous solution. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2(1): 9-19.