

Analisis Pektin Albedo Buah Jeruk Pamelو sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu)

(Pectin Analysis of Pamelو Citrus Albedo (Citrus maxima (Burm.f) Merr.) as Adsorbent of Heavy Metal Plumbum (Pb), Cadmium (Cd) and Copper (Cu))

Masdiana Tahir, Ineks Safitri, Asriani Suhaenah

Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia, 90231

Article Info:

Received: 18 March 2018

in revised form: 9 July 2019

Accepted: 3 October 2019

Available Online: 9 October 2019

Keywords:

Pectin

Pamelو Citrus

Plumbum

Cadmium

Copper

Corresponding Author:

Ineks Safitri

Jurusan Farmasi

Universitas Muslim Indonesia

Makassar 90231

Email: Inezsafitri96@gmail.com

ABSTRACT

Pamelو citrus is a fruit plant having the potential to be developed in Indonesia. One of the centers for producing large oranges or Pamelو citrus in South Sulawesi is Pangkep Regency. One of the components of the Pamelو citrus is pectin. Pectin is a polysaccharide compound with a high molecular weight which is widely found in plants and it can absorb metals because they contain carboxylic groups. This study aimed to analyze pectin from albedo pamelو citrus fruit as an adsorbent for heavy metal plumbum (Pb), cadmium (Cd) and copper (Cu). The method used was atomic absorption spectrophotometer with the equation analysis of heavy metal adsorption by pectin of pamelو citrus determined by Langmuir and Freundlich adsorption isothermal method. The results showed that pectin of albedo pamelو citrus following the isothermal of Freundlich adsorption which showed the adsorbent capacity of Pb, Cd and Cu with the KF values 0.561 mg/g, 0.010 mg/g and 0.066 mg/g, respectively. Meanwhile, n values were 0.823 for Pb, 0.321 for Cd and 1.121 for Cu, and in commercial pectin following the isothermal of Freundlich adsorption with the KF values of Pb, Cd and Cu were 0.650 mg/g, Cd 0.015 and Cu of 0.77 mg/g, respectively. Then the n values were 0.641 for Pb, 0.811 for Cd and 1.183 for Cu.

Copyright © 2019 JFG-UNTAD

This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY-NC-SA) 4.0 International license.

How to cite (APA 6th Style):

Tahir, M., Safitri, I., & Suhaenah, A. (2019). Analisis Pektin Albedo Buah Jeruk Pamelو sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu). *Jurnal Farmasi Galenika :Galenika Journal of Pharmacy*, 5(2), 158-165. doi:10.22487/j24428744.2019.v5.i2.12134

ABSTRAK

Jeruk pamelon merupakan tanaman buah jeruk yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia dan salah satu sentra produksi jeruk besar atau jeruk pamelon di Sulawesi Selatan adalah Kabupaten Pangkep. Salah satu kandungan buah jeruk pamelon adalah pektin. Pektin merupakan senyawa polisakarida dengan bobot molekul tinggi yang banyak terdapat pada tumbuhan dan pektin dapat menyerap logam karena mengandung gugus karboksilat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pektin dari buah jeruk pamelon sebagai adsorben logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd) dan tembaga (Cu). Metode yang digunakan yaitu spektrofotometer serapan atom dengan analisis persamaan adsorpsi logam berat oleh pektin buah jeruk pamelon ditentukan dengan menggunakan isothermal adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Dari hasil penelitian yang diperoleh pektin albedo buah jeruk pamelon mengikuti isothermal adsorpsi Freundlich yang menunjukkan kapasitas adsorben dengan nilai K_F logam berat Pb 0,561 mg/g, Cd 0,010 mg/g dan Cu 0,066 mg/g. sedangkan, nilai n logam berat Pb 0,823, Cd 0,321 dan Cu 1,121 dan pada pektin komersial mengikuti isothermal adsorpsi Freundlich dengan nilai K_F logam berat Pb 0,650 mg/g, Cd 0,015 mg/g dan Cu 0,077 mg/g. Dan nilai n logam berat Pb 0,641, Cd 0,811 dan Cu 1,183.

Kata kunci: Pektin, Jeruk pamelon, Timbal, Kadmium, Tembaga, Isothermal adsorpsi Langmuir dan Freundlich.

PENDAHULUAN

Bidang industri di Indonesia pada saat ini berkembang cukup pesat. Perkembangan dunia industri banyak memberikan dampak terhadap kehidupan manusia baik yang positif maupun negatif. Dampak negatif yang dihasilkan adalah peningkatan konsentrasi bahan-bahan pencemar yang mengganggu lingkungan. Hal ini dapat dilihat dengan semakin banyaknya industri yang memproduksi berbagai jenis kebutuhan manusia seperti industri kertas, tekstil, dan penyamakan kulit, dengan adanya pertambahan industri tersebut, maka semakin banyak pula hasil sampingan dan limbah yang akan mencemari lingkungan sekitar, salah satunya adalah logam berat. Limbah logam berat merupakan limbah yang bersifat racun dan berbahaya. Beberapa logam berat yang dapat mencemari lingkungan dan bersifat toksik adalah krom (Cr), perak (Ag), kadmium (Cd), timbal (Pb), seng (Zn), merkuri (Hg), tembaga (Cu), besi (Fe), molibdat (Mo), nikel (Ni), timah (Sn), kobalt (Co) dan unsur-unsur logam ringan seperti arsen (As), aluminium (Al), dan selenium (Purwaningsih, 2009).

Berbagai usaha dilakukan untuk menetralkan pencemaran lingkungan akibat dari logam berat, seperti pemanfaatan berbagai produk biomaterial

sebagai penyerap logam. Pemanfaatan dari bahan material ini merupakan alternatif yang dapat dipilih karena memiliki biaya yang minimal dalam proses produksinya. Salah satu biomaterial yang dapat dimanfaatkan sebagai penyerap logam adalah pektin (Wong, *et al.*, 2008).

Jeruk pamelon merupakan tanaman buah yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia dan salah satu sentra produksi jeruk besar atau jeruk pamelon di Sulawesi Selatan adalah Kabupaten Pangkep. Telah dilakukan isolasi pektin dengan cara ekstraksi dari buah jeruk pamelon asal Kabupaten Pangkep menggunakan asam klorida 0,2 N pH 2 pada suhu 80°C menghasilkan pektin varietas daging merah 5,74 % dan varietas daging putih 5,73 % dengan karakterisasi pektin yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan spektrum hasil analisis FTIR menunjukkan kesesuaian struktur pektin hasil isolasi dengan pektin komersial yaitu terdapat vibrasi (-OH), ikatan (-CH₃), ikatan (-C-H), karboksil (-C=O), dan eter (-O-) (Aminah, 2017). Selain itu juga, Sulihono (2012) telah mengisolasi pektin dari buah jeruk pamelon dengan cara ekstraksi menggunakan asam klorida 0,2 N pada suhu 80°C dan lama waktu ekstraksi 120 menit menghasilkan pektin sebesar 26,70 %. Dan Mery (2017) telah mengisolasi pektin dari kulit jeruk siam dengan

waktu sentuh optimum yang diperlukan biosorben kulit jeruk siam untuk menyerap timbal adalah pada waktu 60 menit dengan persentasi serapan 99,18% dan kapasitas serapan sebesar 4,959 mg/g. Kondisi optimum untuk timbal diperoleh pada pH 4,0 dengan persentasi serapan 97,48% dan kapasitas serapan sebesar 4,947 mg/g.

Pektin dapat menyerap logam karena mengandung gugus karboksilat. Gugus karboksilat dari pektin dapat bereaksi dengan ion logam berat untuk membentuk senyawa kompleks yang tidak larut dalam air dan dapat diekskresi melalui feses. Reaktivitas pektin terhadap ion logam berat sangat tergantung pada derajat esterifikasinya (Syah, 2010).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*), Sentrifuge, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), timbangan analitik (*Ohaus Carat Series*)

Bahan yang digunakan yaitu albedo buah jeruk pameo varietas daging merah pangkep, aquades, asam klorida (HCl), etanol 96%, larutan standar $Pb(NO_3)_2$ 1000 ppm (*Merck*), larutan standar $Cd(NO_3)_2$ 1000 ppm (*Merck*) dan larutan standar $Cu(NO_3)_2$ 1000 ppm (*Merck*) dan pektin komersial.

Pengolahan Sampel

Sampel buah jeruk pameo (*Citrus maxima* (Burm.f) Merr.) yang diperoleh dari Kabupaten Pangkep dikupas dan diambil albedonya (lapisan kulit berwarna putih) lalu dibersihkan dan dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C hingga kering. Albedo yang telah kering dihaluskan dan diperoleh serbuk albedo buah jeruk pameo (Huyen, 2014).

Isolasi Pektin dengan Metode Ekstraksi

Ekstraksi pektin dari albedo buah jeruk pameo

Sebanyak 50 gram albedo yang telah diserbukkan ditambahkan aquadest sebanyak 1:20 (Syarifuddin, 2015) lalu diasamkan dengan HCl 0,2 N sampai campuran menjadi pH 2, kemudian dipanaskan pada suhu 80°C selama 120 menit (Sutioso, 2012). Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain saring (kain blacu) dan filtrat

diambil, kemudian dilakukan pengentalan setengah volume semula dengan pemanasan suhu 80°C lalu didinginkan pada suhu kamar (Dewayani, 2014; Aminah, 2017).

Hasil ekstraksi

Filtrat yang telah didinginkan ditambahkan etanol 96% yang telah diasamkan dengan perbandingan volume antara etanol 96% dan filtrat 1:1 dan diendapkan selama 12 jam (Sulihono dkk, 2012). Endapan pektin dipisahkan dengan penyaringan menggunakan kertas saring dan dicuci dengan etanol 96%. Endapan pektin kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 40°C hingga 8 jam. Pektin yang telah kering, kemudian dihaluskan lalu ditimbang dan hitung kadar rendamennya (Hariyati, 2006 ;Aminah, 2017).

Analisis Pektin Buah Jeruk Pameo sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu)

Pembuatan larutan standar logam berat Pb, Cd dan Cu

Timbal (Pb)

Larutan standar $Pb(NO_3)_2$ 1000 ppm diambil sebanyak 5 mL dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL, ditambahkan aquades sampai batas tanda sehingga diperoleh larutan standar 100 ppm. Kemudian dibuat larutan standar dengan seri konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm.

Kadmium (Cd)

Larutan standar $Cd(NO_3)_2$ 1000 ppm diambil sebanyak 5 mL dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL, ditambahkan aquades sampai batas tanda sehingga diperoleh larutan standar 100 ppm. Kemudian dibuat larutan standar dengan seri konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm.

Tembaga (Cu)

Larutan standar $Cu(NO_3)_2$ 1000 ppm diambil sebanyak 5 mL dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL, ditambahkan aquades sampai batas tanda sehingga diperoleh larutan standar 100 ppm. Kemudian dibuat larutan standar dengan seri konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm.

Pembuatan larutan uji logam berat Pb, Cd dan Cu

Larutan standar logam berat Pb, Cd dan Cu dengan konsentrasi 100 ppm masing-masing dibuat larutan standar dengan seri konsentrasi 5, 10 dan 15 ppm.

Uji penyerapan pektin komersial sebagai pembanding terhadap logam berat Pb, Cd dan Cu

Sebanyak 3 buah erlenmeyer disiapkan dan dimasukkan pektin komersial sebanyak 0,5 gram kedalam masing-masing erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 mL larutan logam berat Pb dengan konsentrasi 5, 10 dan 15 ppm pada setiap erlenmeyer. Selanjutnya diaduk menggunakan pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*) selama 2 jam. Larutan tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit, ambil bagian supernatnya dan ukur kadar logam dengan menggunakan SSA. Dilakukan perlakuan yang sama untuk logam berat kadmium (Cd) dan tembaga (Cu) (Arlofa, 2015; Wayan, 2014).

Uji penyerapan pektin albedo buah jeruk pamele terhadap logam berat Pb, Cd dan Cu

Sebanyak 3 buah erlenmeyer disiapkan dan dimasukkan pektin hasil ekstraksi albedo buah jeruk pamele sebanyak 0,5 gram kedalam masing-masing erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 mL larutan logam berat Pb dengan konsentrasi 5, 10 dan 15 ppm pada setiap erlenmeyer. Selanjutnya diaduk menggunakan pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*) selama 2 jam. Larutan tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit, ambil bagian supernatnya dan ukur kadar logam dengan menggunakan SSA. Dilakukan perlakuan yang sama untuk logam berat Cd dan Cu (Arlofa, 2015; Wayan, 2014).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari spektrofotometer serapan atom digunakan untuk menentukan konsentrasi logam berat yang tersisa setelah proses adsorpsi dengan menggunakan pektin yang dapat dijelaskan dengan dua persamaan isoterm yaitu isoterm Langmuir dan isotherm Freundlich. Isoterm Langmuir didasarkan pada kurva hubungan antara C_e terhadap $C_e/(x/m)$ dan isotherm Freundlich didasarkan pada kurva hubungan antara $\log C_e$ terhadap $\log (x/m)$,

Dengan nilai persamaan sebagai berikut :

$$C_{ads} = C_o - C_e.$$

$$xm = (C_o - C_e) \times Vm$$

$$Q = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

Keterangan :

C_o = Konsentrasi logam sebelum adsorpsi (ppm)

C_e = Konsentrasi logam yang tersisa (ppm)

C_{ads} = Konsentrasi logam yang teradsorpsi (ppm)

x/m = Jumlah mol logam yang teradsorpsi oleh pektin
(mol)

Q = Presentasi adsorpsi (%)

V = Volume larutan (L)

m = Berat pektin (g).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan isolasi pektin dari albedo buah jeruk pamele varietas daging merah asal Kab. Pangkep Sulawesi Selatan. Rendamen yang diperoleh sebesar 7,48 %. Hasil isolasi pektin dari buah jeruk pamele dianalisis kapasitas daya serapnya sebagai adsorben terhadap logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd) dan tembaga (Cu) dan pektin komersial sebagai pembanding. Proses adsorpsi logam berat yaitu pektin ditambahkan dalam larutan logam dengan konsentrasi yang berbeda kemudian di *stirrer* selama 2 jam. Filtrat yang dihasilkan diuji dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Analisis kapasitas daya serap pektin sebagai adsorben logam berat Pb, Cd dan Cu. Pertama dilakukan pengukuran larutan standar masing-masing logam berat dengan seri konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 sehingga diperoleh nilai absorbansi yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Absorbansi larutan standar logam Pb, Cd, dan Cu

Konsentrasi logam (ppm)	Absorbansi Logam		
	Pb	Cd	Cu
0	0,0007	0,0007	0,0001
1	0,0068	0,2950	0,0859
2	0,0203	0,5960	0,1630
3	0,0299	0,8547	0,2412
4	0,0431	1,1631	0,3134
5	0,0547	1,3725	0,3855

Absorbansi larutan standar logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd) dan tembaga (Cu) dibuat kurva baku yaitu plot antara konsentrasi (ppm) dan absorbansi untuk menghasilkan persamaan linier $y = bx + a$. Dari persamaan linier larutan standar akan dihitung nilai absorbansi logam berat Pb, Cd dan Cu yang telah teradsorpsi oleh pektin, dimana akan dihasilkan konsentrasi logam yang tersisa (Nilai x atau C_e).

Setelah dilakukan pengukuran larutan standar logam berat, selanjutnya dilakukan pengukuran larutan uji kapasitas daya serap pektin sebagai adsorben terhadap logam berat Pb, Cd dan Cu dengan seri konsentrasi 5, 10 dan 15 ppm dan dihasilkan nilai absorbansi yang ditunjukkan pada Tabel 2 untuk pektin komersial sebagai pembanding dan Tabel 3 untuk pektin buah jeruk pamelelo.

Tabel 2. Absorbansi logam berat Pb, Cd dan Cu yang telah diadsorpsi oleh pektin komersial sebagai pembanding.

Konsentrasi logam (ppm)	Absorbansi Logam		
	Pb	Cd	Cu
5	0,002	0,081	0,081
10	0,003	0,147	0,147
15	0,006	0,174	0,174

Tabel 3. Absorbansi logam berat Pb, Cd dan Cu yang telah diadsorpsi oleh pektin albedo buah jeruk pamelelo.

Konsentrasi logam (ppm)	Absorbansi Logam		
	Pb	Cd	Cu
5	0,001	0,072	0,112
10	0,004	0,119	0,239
15	0,005	0,153	0,351

Proses adsorpsi logam Pb, Cd dan Cu oleh pektin albedo jeruk pamelelo dan pektin komersial sebagai pembanding dapat dijelaskan dengan dua persamaan isoterm yaitu isoterm Langmuir dan Freundlich, yang digunakan untuk menjelaskan proses adsorpsi pada permukaan zat padat. Isoterm Langmuir didasarkan pada kurva hubungan antara C_e terhadap $C_e/(x/m)$ dan isoterm Freundlich didasarkan pada kurva hubungan antara $\log C_e$ terhadap $\log (x/m)$ (Wayan, 2014). Hasil adsorpsi logam Pb, Cd dan Cu oleh pektin albedo jeruk pamelelo dan pektin komersial dengan parameter-parameter isoterm Langmuir dan Freundlich ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8. Dari parameter tersebut dapat ditentukan isoterm adsorpsi logam Pb, Cd dan Cu oleh pektin albedo buah jeruk pamelelo dan pektin komersial dengan membandingkan koefisien korelasinya (R^2) untuk menghasilkan kapasitas adsorpsi suatu adsorben.

Untuk menentukan nilai kapasitas adsorpsi logam dapat ditentukan dengan nilai K_F yang menunjukkan kapasitas serapan suatu adsorben, semakin besar nilai K_F maka semakin besar pula kapasitas adsorben menyerap adsorbat dan nilai n menunjukkan derajat nonlinieritas antara konsentrasi larutan adsorpsi, yaitu mengukur penyimpangan linieritas adsorpsi dan biasanya digunakan untuk mengetahui tingkat kebenaran suatu adsorpsi dengan nilai $n < 1$, maka dapat dipastikan bahwa adsorpsi ini merupakan proses kemisorpsi dan sebaliknya jika > 1 , dipastikan bahwa adsorpsi yang terjadi merupakan proses fisisorpsi (Ozcan, 2005).

Tabel 4. Parameter-parameter isoterm Langmuir dan Freundlich logam berat oleh pektin komersial sebagai pembanding.

Logam Berat	C _o	C _e	C _{ads}	x/m	C _e / (x/m)	LogC _e	Logx/m	Q (%)
Pb	5	0,363	4,637	0,115	3,156	-0,440	-0,939	92,74
	10	0,454	9,546	0,238	1,907	-0,342	-0,623	95,46
	15	0,727	14,273	0,368	1,975	-0,138	-0,434	95,15
Cd	5	2,737	2,263	0,056	48,875	0,437	-1,251	45,26
	10	5,725	4,275	0,106	54,009	0,757	-0,974	42,75
	15	6,937	8,063	0,201	34,512	0,841	-0,696	53,75
Cu	5	1,263	3,737	0,093	13,580	0,101	-1,031	74,74
	10	2,697	7,303	0,182	14,818	0,430	-0,739	73,03
	15	4,394	10,606	0,265	16,581	0,642	-0,576	70,70

Tabel 5. Parameter-parameter isoterm Langmuir dan Freundlich logam berat oleh pektin buah jeruk pameló.

Logam Berat	C _o	C _e	C _{ads}	x/m	C _e / (x/m)	log C _e	Iog x/m	Q (%)
Pb	5	0,272	4,728	0,118	2,305	-0,565	-0,928	94,56
	10	0,545	9,455	0,236	2,309	-0,263	-0,627	94,55
	15	0,636	14,364	0,359	1,771	-0,196	-0,444	95,76
Cd	5	2,337	2,663	0,066	35,409	0,368	-1,180	53,26
	10	4,462	5,538	0,138	32,333	0,649	-0,860	55,38
	15	5,987	9,013	0,225	26,608	0,777	-0,647	60,08
Cu	5	1,394	3,606	0,090	15,488	0,144	-1,045	72,12
	10	3,065	6,935	0,173	17,716	0,486	-0,761	69,35
	15	4,539	10,461	0,261	17,390	0,656	-0,583	69,74

Pada proses fisiosorpsi gaya yang mengikat adsorbat oleh adsorben adalah gaya *van der waals*. Molekul terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relatif rendah. Sedangkan pada proses adsorpsi kimia (kemisorpsi), interaksi adsorbat dengan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia. Kemisorpsi terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekati ke permukaan *van der waals* atau melalui ikatan hidrogen. Kemudian diikuti oleh adsorpsi kimia yang terjadi setelah adsorpsi fisika. Dalam adsorpsi kimia partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen) dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat. Mekanisme proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben secara kimia dan fisika (Atkins, 1999).

Konsentrasi larutan juga berpengaruh terhadap adsorpsi. Semakin tinggi suatu zat terlarut, maka semakin banyak pula zat terlarut yang dapat diadsorpsi oleh adsorben. Berdasarkan koefisien korelasi (R^2) yang diperoleh dari isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich menunjukkan bahwa adsorpsi yang lebih sesuai dengan adsorpsi logam timbal oleh pektin komersial adalah isotermal Freundlich dibandingkan dengan model isotermal Langmuir. Hal ini bisa dilihat dari nilai R^2 persamaan isotermal Freundlich yaitu 0,886 sedangkan untuk persamaan isotermal Langmuir adalah 0,432. Berdasarkan isotermal Freundlich nilai K_F diperoleh sebesar 0,650 mg/g dan nilai n sebesar 0,641. Untuk logam Cd menunjukkan bahwa adsorpsi yang lebih sesuai dengan adsorpsi logam Cd oleh pektin komersial adalah isotermal Freundlich dibandingkan dengan model isotermal Langmuir. Hal ini bisa dilihat dari nilai R^2 persamaan isotermal Freundlich yaitu 0,897 sedangkan untuk persamaan isotermal Langmuir

adalah 0,274. Berdasarkan isoterma Freundlich nilai K_F diperoleh sebesar 0,015 mg/g dan nilai n sebesar 0,811. Untuk logam Cu menunjukkan bahwa adsorpsi yang lebih sesuai dengan adsorpsi logam Cu oleh pektin komersial adalah isoterma Freundlich dibandingkan dengan model isoterma Langmuir. Hal ini bisa dilihat dari nilai R^2 persamaan isoterma Freundlich yaitu 0,998 sedangkan untuk persamaan isoterma Langmuir adalah 0,997. Berdasarkan isoterma Freundlich nilai K_F diperoleh sebesar 0,077 mg/g dan nilai n sebesar 1,183.

Untuk pektin albedo buah jeruk pamele menunjukkan bahwa adsorpsi yang lebih sesuai dengan adsorpsi logam Pb oleh pektin albedo buah jeruk pamele adalah isoterma Freundlich dibandingkan dengan model isoterma Langmuir. Hal ini bisa dilihat dari nilai R^2 persamaan isoterma Freundlich yaitu 0,955 sedangkan untuk persamaan isoterma Langmuir adalah 0,474. Berdasarkan isoterma Freundlich nilai K_F diperoleh sebesar 0,561 mg/g dan nilai n sebesar 0,823. Untuk logam Cd menunjukkan bahwa adsorpsi yang lebih sesuai dengan adsorpsi logam kadmium oleh pektin albedo buah jeruk pamele adalah isoterma Freundlich dibandingkan dengan model isoterma Langmuir. Hal ini bisa dilihat dari nilai R^2 persamaan isoterma Freundlich yaitu 0,978 sedangkan untuk persamaan isoterma Langmuir adalah 0,930. Berdasarkan isoterma Freundlich nilai K_F diperoleh sebesar 0,010 mg/g dan nilai n sebesar 0,321. Untuk logam Cu menunjukkan bahwa adsorpsi yang lebih sesuai dengan adsorpsi logam tembaga oleh pektin albedo buah jeruk pamele adalah isoterma Freundlich dibandingkan dengan model isoterma Langmuir. Hal ini bisa dilihat dari nilai R^2 persamaan isoterma Freundlich yaitu 0,996 sedangkan untuk persamaan isoterma Langmuir adalah 0,659. Berdasarkan isoterma Freundlich nilai K_F diperoleh sebesar 0,066 mg/g dan nilai n sebesar 1,121.

Berdasarkan hasil nilai kapasitas adsorpsi terhadap logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd) dan tembaga (Cu) yang didapatkan yaitu nilai K_F logam berat Pb pektin komersial lebih besar dibandingkan pektin albedo buah jeruk pamele dan nilai $n < 1$ maka proses adsorpsi termasuk proses kemisorpsi. Pada nilai K_F logam berat Cd pektin albedo buah jeruk pamele lebih besar dibandingkan pektin komersial dan nilai $n < 1$ maka proses adsorpsi termasuk proses kemisorpsi. Sedangkan nilai K_F logam berat Cu pektin albedo buah jeruk pamele lebih besar

dibandingkan pektin komersial dan nilai $n > 1$ maka proses adsorpsi termasuk proses fisiorpsi. Dan persentase adsorpsi Q (%) untuk masing-masing konsentrasi logam berat Pb, Cd dan Cu menunjukkan persentase adsorpsi logam yang tidak berbeda jauh dan semakin tinggi konsentrasi logam maka semakin besar persentase adsorpsinya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pektin buah jeruk pamele memiliki daya serap terhadap logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd) dan tembaga (Cu).
2. Persentase adsorpsi pektin albedo buah jeruk pamele terhadap persentase adsorpsi pektin komersial tidak berbeda jauh.
3. Pektin albedo buah jeruk pamele mengikuti isoterma adsorpsi Freundlich dengan nilai K_F logam berat Pb 0,561 mg/g, Cd 0,010 mg/g dan Cu 0,066 mg/g dan nilai n logam berat Pb 0,823, Cd 0,321 dan Cu 1,121. Dan pektin komersial mengikuti isoterma adsorpsi Freundlich dengan nilai K_F logam berat Pb 0,650 mg/g, Cd 0,015 mg/g dan Cu 0,077 mg/g dan nilai n logam berat Pb 0,641, Cd 0,811 dan Cu 1,183.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, T. M., & Andriani, R. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Pektin dari Albedo Buah Jeruk Pamele (*Citrus maxima* (Burm.f) Merr.). *Poster Ilmiah Seminar Nasional Kefarmasian STIFA Makassar*.
- Arlofa, N. (2015). Pektin Kulit Durian sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat Timbal (Pb). Universitas Serang Raya. Banten.
- Atkins, P. W. (1999). *Kimia Fisika ed ke-2*. Erlangga: Jakarta.
- Dewayani, W. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Jeruk Besar Pangkep. Thesis. Fakultas MIPA UNHAS. Makassar.
- Hariyati, M. N. (2006). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Var Microcarpa).

Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.

- Huyen, V. T. N., & Quoc, L. P. T. (2014). Extraction of Pectin from Pamelo (*Citrus maxima*) Peels with The Assistance of Microwave and Tartaric Acid. *International Food Research Journal*, 22(4),1637-1641.
- Mery, N. (2017). Bioadsorpsi Pb(II) Menggunakan Kulit Jeruk Siam (*Citrus reticulata*). Pendidikan Kimia Universitas Tadulako. Palu, 160-164.
- Ozcan, A. S. (2005). Adsorption of Acid Blue 193 From Aqueous Solution onto BTMA-Bentonit Colloid Surface. *Journal Physicochemical Engineering Aspect*, 73-81.
- Purwaningsih, D. (2009). Adsorpsi multi logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II), Ni(II) pada silica dari abu sekam padi, *Jurnal Penelitian Saintek*, 14(1), 59-76.
- Sulihono, A. (2012). Pengaruh Waktu, Temperatur, dan Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*). Skripsi. Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Sutioso, H. (2012). Pemanfaatan Pektin yang Diisolasi dari Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) dalam Uji In vitro dan In vivo Penurunan Kadar Kolesterol. Skripsi. Fakultas Teknik UI. Jakarta.
- Syah, M. (2010). Daya Serap Pektin Dari Kulit Buah Durian (*Durio zibethinus*) Terhadap Logam Tembaga dan Seng, Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Wayan, S. I. (2014). Adsorpsi Ion Logam Cu^{2+} pada Pektin dari Kulit Pisang Tongka Langit, Ambon. *Jurnal Chemistry Department Faculty of Mathematics and Natural Sciences Pattimura University*, 2(1), 72-73.
- Wong, W.W., Abbas F. M. A., Liong, M.T., & Azhar, M.E. (2008). Modification of Durian Rind Pectin for Improving Biosorbent Ability, *International Food Research Journal*, 15(3).