

## STUDI KINETIKA ADSORPSI Pb MENGGUNAKAN ARANG AKTIF DARI KULIT PISANG

Ari Susandy Sanjaya\*, Rizcy Paramita Agustine

Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman  
Jl. Sambaliung No. 09 Kampus Gunung Kelua, Samarinda – Kaltim, Indonesia

\*E-mail corresponding author: susandy.ari@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 11-02-2015 Received in revised form: 24-03-2015 Accepted: 02-04-2015 Published: 11-04-2015</p> <p><i>Keywords:</i> Adsorption kinetics Carbon active Banana peel Pb metal</p>	<p><i>Lead metal is one of environment polluter and can cause decease or health problems in sort time. The way to solve this problem is with used the carbon active from banana peel. This research is intend to find the kinetics model that appropriate in Pb adsorption process by knowing absorption of banana peel carbon active within mass variations (1; 1,5 and 2 g) and contact time (20, 40, and 60 minutes). Kinetics analysis are based from orde zero, one, and two and find the maximum capacity of adsorption from banana peel carbon active to lead metal. Equation which using at the adsorption process are Langmuir and Freundlich isotherm equations. From the analysis results, optimum time is at 60 minutes. Kinetics of Pb absorption with carbon active from banana peel in mass 1 and 2 gr following kinetics model orde 2, then in mass 1,5 g following kinetics model orde 0. Langmuir equation is more appropriate in this research. Pb absorption from the banana peel that appropriate to Langmuir isotherm system is indicates adsorption was occur in one layer (monolayer). Maximum adsorption capacity is showing by the bigger value from a, that is 1,4582 in mass 1 g then interaction power of Pb with the banana peel was occur in mass 2 gr which showing with the value of kL is 0,4090.</i></p>

**Abstrak-** Logam Pb merupakan salah satu pencemar lingkungan dan dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan dalam waktu singkat. Salah satu cara untuk mengatasi masalah pencemaran Pb adalah dengan menggunakan arang aktif dari kulit pisang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model kinetika yang sesuai pada proses adsorpsi Pb dengan melihat daya jerap arang aktif kulit pisang dalam berbagai variasi massa (1 g; 1,5 g dan 2 g) dan waktu kontak (20 menit, 40 menit dan 60 menit). Analisa Kinetika didasarkan pada kinetika orde nol, orde satu dan orde dua serta menentukan kapasitas maksimum adsorpsi arang aktif kulit pisang terhadap logam Pb. Persamaan yang digunakan dalam proses adsorpsi adalah persamaan adsorpsi Isoterm Langmuir dan Freundlich. Dari hasil analisa, waktu optimum adsorpsi terjadi pada waktu 60 menit. Kinetika adsorpsi logam Pb dengan arang aktif dari kulit pisang pada massa 1 dan 2 g mengikuti model kinetika orde 2, sedangkan pada massa 1,5 g mengikuti kinetika orde 0. Persamaan adsorpsi Langmuir lebih sesuai untuk isotherm adsorpsi pada penelitian ini. Adsorpsi Pb oleh kulit pisang yang sesuai dengan pola isotherm adsorpsi Langmuir mengindikasikan bahwa adsorpsi hanya berlangsung satu lapis (*monolayer*). Kapasitas adsorpsi maksimum ditunjukkan oleh nilai a yang besar, yaitu 1,4582 pada massa 1 g sedangkan kekuatan interaksi antara ion  $Pb^{2+}$  dengan kulit pisang terjadi pada massa 2 g yang ditunjukkan dengan nilai kL yang besarnya 0,4090.

**Kata kunci:** kinetika adsorpsi, arang aktif, kulit pisang, logam Pb

### PENDAHULUAN

Pisang merupakan tanaman yang banyak manfaatnya. Mulai dari buah, daun, bonggol hingga kulit pisang. Seiring berjalannya waktu, kulit pisang mulai jarang dimanfaatkan sehingga

dianggap sebagai limbah yang tidak berguna dan menimbulkan pencemaran. Maka dengan perkembangan Ilmu dan Teknologi, kulit pisang ini dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif atau arang aktif serta dapat menjadi salah satu cara

untuk penanggulangan limbah yang ada di masyarakat. Pencemaran lingkungan oleh logam berat menjadi masalah yang cukup serius, salah satu logam berat yang dapat mencemari lingkungan adalah Timbal (Pb). Menurut radyawati (2011), Logam Pb berdasarkan sifat racunnya dapat berdampak terhadap kesehatan karena sangat beracun, yaitu dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan dalam waktu singkat. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah pencemaran Pb adalah dengan menggunakan arang aktif. Arang aktif merupakan suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Semakin luas permukaan arang aktif maka daya adsorbsinya semakin tinggi. Bahan baku yang berasal dari bahan organik dapat dibuat menjadi arang aktif karena bahan baku tersebut mengandung karbon (Sembiring, 2003).

Pada penelitian ini kulit pisang digunakan sebagai bahan untuk membuat arang aktif. Selanjutnya arang aktif tersebut digunakan untuk menurunkan kadar Pb. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model kinetika yang sesuai pada proses adsorpsi Pb dengan melihat daya jera arang aktif kulit pisang dalam berbagai variasi massa dan waktu kontak. Analisa Kinetika didasarkan pada kinetika orde nol, orde satu dan orde dua.

Suatu reaksi dikatakan mempunyai orde nol jika besarnya laju reaksi tidak dipengaruhi oleh berapapun perubahan konsentrasi pereaksinya. Artinya sebarang peningkatan konsentrasi pereaksi tidak akan mempengaruhi besarnya laju reaksi. Persamaan linear orde reaksi nol dinyatakan dalam rumus sebagai berikut.

$$C_A = C_{A0} - kt \dots\dots\dots(1)$$

Reaksi orde satu adalah suatu reaksi yang kecepatannya bergantung hanyalah pada salah satu zat yang bereaksi atau sebanding dengan salah satu pangkat reaktannya. Persamaan linear orde reaksi satu dinyatakan dalam rumus sebagai berikut [Bulut, Ozacar, Sengil, 2008].

$$\ln C_A = \ln C_{A0} - kt \dots\dots\dots(2)$$

Reaksi orde dua adalah suatu reaksi yang kelajuannya berbanding lurus dengan hasil kali konsentrasi dua reaktannya atau berbanding langsung dengan kuadrat konsentrasi salah satu reaktannya. Jika mekanisme adsorpsi yang terjadi adalah reaksi orde dua dimana kecepatan adsorpsi yang terjadi berbanding lurus dengan dua konsentrasi pengikutnya atau satu pengikut

berpangkat dua. Laju kinetika adsorpsi orde dua dinyatakan dalam persamaan linear berikut [Bulut, Ozacar, Sengil, 2008].

$$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} = kt \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :  
 C<sub>A</sub> = Konsentrasi A pada saat t = t  
 C<sub>A0</sub> = Konsentrasi A pada saat t = 0  
 k = Konstanta kinetika (menit<sup>-1</sup>)  
 t = Waktu (menit)

**Adsorpsi Isoterm Langmuir**

Menurut Metcalf and Eddy (2003), isotherm adsorpsi Langmuir didefinisikan sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = \frac{a (kL) Ce}{1+(kL)Ce} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :  
 x/m : jumlah adsorbat yang terserap per unit massa adsorban  
 a,kL : konstanta empiris  
 Ce : konsentrasi kesetimbangan

Adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi Isoterm adsorpsi Langmuir dikembangkan dengan mengasumsikan bahwa:

- a. Sejumlah bagian adsorbat tetap tersedia pada permukaan adsorban, dimana bagian permukaan tersebut memiliki energi yang sama,
- b. Adsorpsi yang terjadi *reversible* (dua arah).

Konstanta isoterm Langmuir dapat ditentukan dengan membuat grafik antara C/(x/m) versus C dan mengubah persamaan diatas menjadi :

$$\frac{Ce}{x/m} = \frac{1}{akL} + \frac{1}{a} Ce \dots\dots\dots(5)$$

Dari persamaan linear diatas dapat dibuat kurva adsorpsi isoterm Langmuir dan dapat di ketahui nilai konstanta Langmuirnya dengan pendekatan plot nilai Ce/(x/m) dan nilai Ce

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dan dilaksanakan di laboratorium Teknologi Kimia Fakultas Teknik dan di laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 3 November sampai 4 Desember. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit pisang, NaOH 0,1 M, larutan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, KI, Na<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, amilum 1%, aquades, kertas saring dan aluminium foil. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah furnace, oven, alat gelas laboratorium, neraca analitik, AAS

(atomic absorben spektrofotometer), pH meter, hot plate, dan magnetic stirrer

**Pembuatan arang aktif**

Kulit pisang dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari atau dioven selama 2 jam kemudian diarangkan di dalam furnace pada suhu 400°C selama ± 30 menit. Setelah proses pengarangan selesai, kulit pisang di dinginkan dan disimpan di dalam wadah. Arang aktif di aktivasi dengan larutan NaOH 0,1 M selama 48 jam dan dicuci dengan aquades hingga netral. Kemudian dikeringkan di oven pada suhu 110 °C selama 1 jam untuk menghilangkan kadar airnya.

**Pengaruh waktu kontak dan massa terhadap adsorpsi Pb**

Penentuan daya adsorpsi terhadap ion Pb dilakukan dengan menambahkan 1 gram arang aktif dari kulit pisang ke dalam 50 ml larutan Pb kosentrasi 4 ppm dan diaduk dengan variasi waktu 20, 40 dan 60 menit. Diulangi untuk variasi massa 1,5 dan 2 gram.

**Perhitungan Rendemen**

Rendemen arang aktif dihitung dengan cara membandingkan antara bobot bahan baku dengan bobot arang aktif setelah karbonisasi.

Rendemen (%) =  $\frac{a}{b} \times 100 \%$  .....(8)

Keterangan:

- a = bobot sampel yang diarangkan (g)
- b = bobot arang yang dihasilkan (g)

**Kadar air**

Timbang 1 gram sampel cawan yang telah diketahui beratnya. Lalu dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 1 jam. Dan dinginkan dalam desikator dan ditimbang.

Kadar air =  $\frac{(c-d)}{c} \times 100 \%$  .....(9)

Keterangan:

- c = berat arang awal (g)
- d = berat contoh setelah dikeringkan (g)

**Kadar abu**

Timbang 1gram sampel dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Diabukan dalam furnace 600°C selama 1 jam sampai seluruh sample menjadi abu. Kemudian cawan didinginkan dalam deksikator lalu ditimbang.

kadar abu =  $\frac{e}{f} \times 100 \%$  .....(10)

Keterangan:

- e = berat abu (g).
- f = berat arang kering pada saat awal (g).

**Perhitungan penurunan kadar Pb**

% penurunan =

$\frac{Co - Ce}{Co} \times 100$  .....(11)

Keterangan:

- Co = konsentrasi awal Pb
- Ce = konsentrasi akhir Pb

Tabel 1. Penentuan Orde Reaksi

Penentuan Orde Reaksi			
Orde Nol	Orde Satu	Orde Dua	Orde Tiga
Regresi linear menggunakan persamaan (1). Regresi orde nol dengan memplotkan Ce (Pb akhir) dengan t (waktu kontak).	Regresi linear menggunakan persamaan (2). Regresi linear Kinetika orde satu ditentukan dengan memplotkan ln Ca/Ce (waktu kontak).	Regresi linear menggunakan persamaan (3). Regresi linear kinetika orde dua dengan memplotkan 1/Ce dengan waktu kontak.	Dilakukan dengan merubah persamaan Langmuir dan Freundlich menjadi persamaan garis lurus. Kesetimbangan adsorpsi tergantung pada harga koefisien Determinan (R <sup>2</sup> ) dengan mendekati 1.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menurut SNI 06-3730-1995 standar mutu arang aktif ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Mutu Arang Aktif

Parameter	Standar Mutu SNI No. 06-3730-1995	Hasil Analisa
Rendemen	-	31 %
Kadar air	Maks. 15 %	10,25 %
Kadar Abu	Maksim 10 %	9,60 %
Daya Serap Iod	Min 750 mg/g	3607,94 mg/g

Arang aktif kulit pisang dikarakterisasi untuk mengetahui kadar mutunya meliputi rendemen, kadar air, kadar abu dan daya serap iod. Hasil analisis arang aktif dapat dilihat pada Tabel 2. Diketahui dari Tabel 1 kadar rendemen dari arang aktif kulit pisang adalah 31 %. Kadar air dari arang aktif kulit pisang adalah 11,89%. Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif.

Kadar air diperoleh masih berada dibawah standar maksimal SNI. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan air terikat bahan baku yang dikarbonisasi lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi (Pujiarti, 2005). Kadar air yang tinggi dapat mengurangi daya serap terhadap gas atau cairan sehingga menurunkan mutu arang aktif.

Penetapan kadar abu arang aktif bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif. Kadar abu arang aktif dari kulit pisang adalah 9,60 %, kadar abu ini sesuai dengan standar mutu SNI. Uji iod merupakan parameter untuk mengetahui kemampuan daya serap molekul besar dan kecil dan zat pada fasa cair, makin tinggi

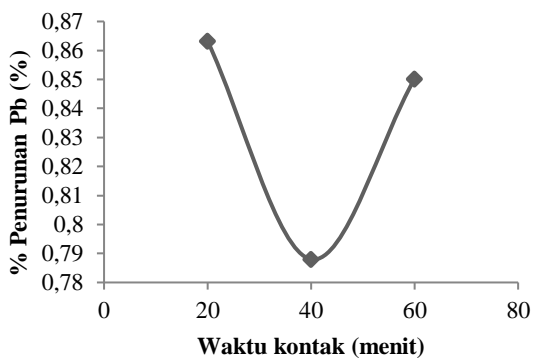
angka maka semakin baik daya serap arang aktif tersebut. Berdasarkan hasil analisa diperoleh daya serap iod dari arang aktif kulit pisang adalah 3607,94 mg/g. Hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa arang aktif kulit pisang telah memenuhi standar mutu SNI arang aktif.

Tabel 3. Hasil Pengamatan

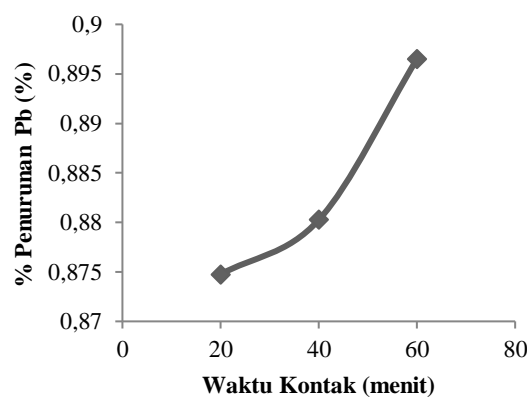
Massa	T (min)	Pb awal (Ca)	Pb akhir (Ce)	Pb Teradsorpsi	x/m	Ce/(x/m)	log(Ce)	log (x/m)	% Penurunan Pb
1	20	4	0.547	3.453	0.104	5.2804325	-0.2620127	-0.984682167	0.86325
	40	4	0.848	3.152	0.095	8.9678511	-0.0716041	-1.024292536	0.788
	60	4	0.599	3.401	0.102	5.8708223	-0.2225732	-0.991272113	0.85025
1.5	20	4	0.501	3.499	0.105	4.7727922	-0.3001623	-0.978934803	0.87475
	40	4	0.479	3.521	0.106	4.5346966	-0.3196645	-0.97621272	0.88025
	60	4	0.414	3.586	0.108	3.8482989	-0.3829997	-0.96826846	0.8965
2	20	4	0.366	3.634	0.109	3.3571822	-0.4365189	-0.962493822	0.9085
	40	4	0.285	3.715	0.111	2.5572005	-0.5451551	-0.952919927	0.92875
	60	4	0.271	3.729	0.112	2.4224546	-0.5670307	-0.951286362	0.93225

**Penentuan Waktu Kontak Optimum Arang Aktif dari kulit pisang terhadap Penurunan Kadar logam Pb**

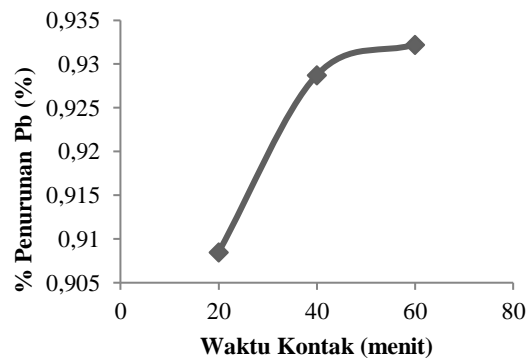
Kontak optimum merupakan waktu pengadukan campuran arang aktif dengan logam Pb, dimana terjadi penurunan kadar Pb paling besar. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan (Sembiring dan Sinaga, 2003). Adsorpsi logam Pb oleh arang aktif dari kulit pisang pada variasi massa 1; 1,5 dan 2 g serta variasi waktu kontak 20, 40 dan 60 menit seperti ditunjukkan pada Gambar. 1, 2, 3.



Gambar 1. Kurva % penurunan Pb terhadap waktu kontak pada massa 1 g.



Gambar 2. Kurva % penurunan Pb terhadap waktu kontak pada massa 1,5 g



Gambar 3. Kurva % penurunan Pb terhadap waktu kontak pada massa 2 g

Dari Gambar dapat diketahui bahwa penyerapan terhadap variasi massa mencapai optimum pada waktu kontak 60 menit. Semakin lama waktu kontak maka semakin banyak terjadi penurunan kadar Pb yang signifikan. Semakin lama waktu kontak, maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan logam. Hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang terikat didalam pori-pori karbon aktif (Gultom, 2014).

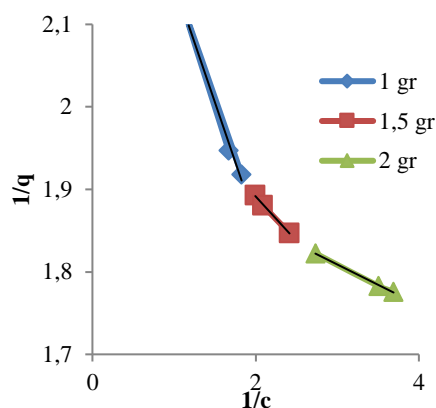
Peristiwa adsorpsi pada arang aktif terjadi karena adanya gaya *Van der Waals* yaitu gaya tarik-menarik intermolekuler antara molekul padatan dengan solut yang diadsorpsi lebih besar daripada gaya tarik-menarik sesama solute itu sendiri di dalam larutan, maka solute akan terkonsentrasi pada permukaan padatan. Adsorpsi jenis ini tidak bersifat *site specific*, dimana molekul yang teradsorpsi bebas untuk menutupi seluruh permukaan padatan (Rizki, 2015).

**Isoterm Adsorpsi**

Perubahan konsentrasi adsorbat oleh proses adsorpsi sesuai dengan mekanisme adsorpsinya dapat dipelajari melalui penentuan isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi yang biasa digunakan adalah isoterm Langmuir dan Freundlich. Pengujian model kesetimbangan dilakukan untuk menentukan model kesetimbangan yang sesuai digunakan pada suatu penelitian. Penentuan isoterm adsorpsi dilakukan dengan merubah persamaan isoterm langmuir dan freundlich menjadi kurva kesetimbangan garis lurus. Penentuan model kesetimbangan tergantung pada harga koefisien determinan (R) dengan harga yang tinggi. Kesetimbangan adsorpsi merupakan suatu penjabaran matematika suatu kondisi isotermal yang khusus untuk setiap adsorben. Model isoterm adsorpsi Langmuir pada logam Pb dapat dilihat pada Gambar 4-6.

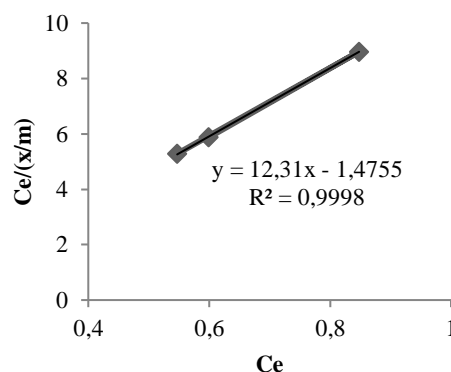
Tabel 4. Tabel data isoterm Langmuir

Massa	Pb teradsorpsi	q	1/q	1/Ce
1 g	3,453	0,521403	1,917902	1,828154
	3,152	0,475952	2,101052	1,179245
	3,401	0,513551	1,947226	1,669449
1,5 g	3,499	0,528349	1,892688	1,996008
	3,521	0,531671	1,880862	2,087683
	3,586	0,541486	1,84677	2,415459
2 g	3,634	0,548734	1,822377	2,73224
	3,715	0,560965	1,782642	3,508772
	3,729	0,563079	1,77595	3,690037

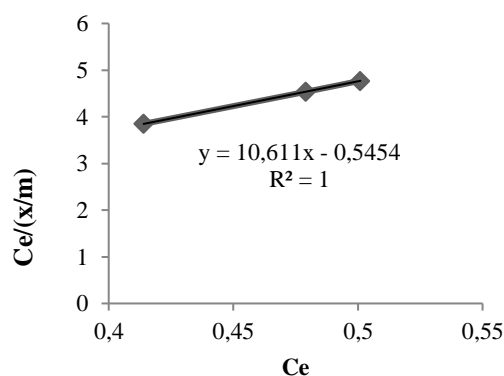


Gambar 4. Kurva plot q vs 1/c pada isoterm Langmuir

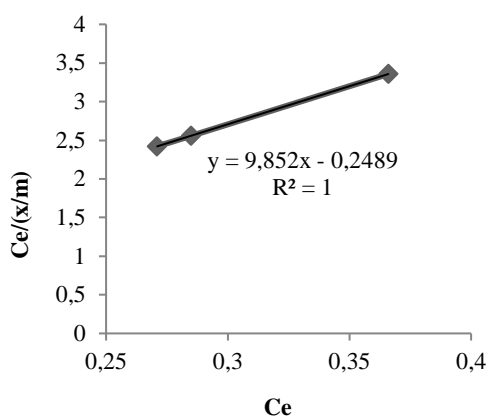
Pada gambar di atas, menunjukkan bahwa menunjukkan garis lurus sehingga adsorpsi Pb menggunakan arang aktif dari kulit pisang ini mengikuti persamaan isoterm langmuir.



Gambar 5. Kurva isoterm langmuir pada massa 1 g



Gambar 6. Kurva isoterm langmuir pada massa 1,5 g



Gambar 7. Kurva isoterm langmuir pada massa 2 g

Tabel 5. Tabel Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Isoterm Langmuir

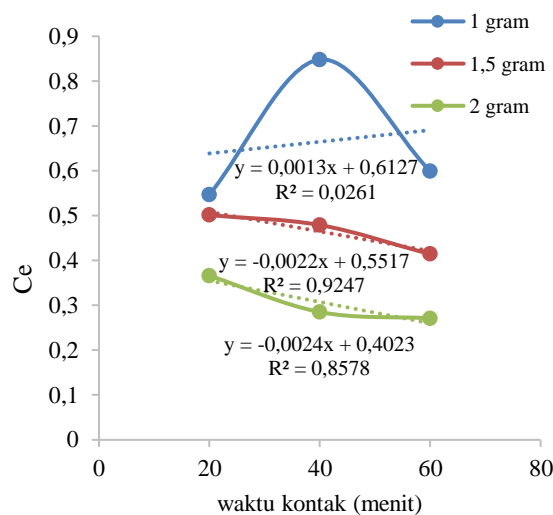
Massa (g)	Langmuir		
	a	kL	R <sup>2</sup>
1	1,4582	0,056	0,999
1,5	0,5437	0,173	1,000
2	0,2480	0,409	1,000

Dari Tabel di atas dapat dilihat bahwa adsorpsi kadar Pb oleh karbon aktif dari kulit pisang, jika dilihat pada nilai  $R^2$  persamaan adsorpsi Langmuir lebih sesuai untuk isotherm adsorpsi pada penelitian ini. Adsorpsi ion Pb oleh kulit pisang yang sesuai dengan pola isotherm adsorpsi Langmuir mengindikasikan bahwa adsorpsi hanya berlangsung satu lapis (monolayer) dan situs permukaannya bersifat homogen karena masing-masing situs aktif hanya dapat mengadsorpsi 1 molekul. Parameter a menunjukkan kapasitas maksimum monolayer adsorben dan parameter kL yang disebut konstanta afinitas menunjukkan kekuatan ikatan molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Pada persamaan Langmuir massa arang aktif 1 g dapat diketahui bahwa kemampuan adsorpsi relatif dari kulit pisang dalam mengadsorpsi ion Pb ditunjukkan oleh nilai a, yang besarnya 1,4582. Kekuatan interaksi antara ion  $Pb^{2+}$  dengan kulit pisang ditunjukkan dengan nilai kL yang besarnya 0,056. Pada massa arang aktif 1,5 g dapat diketahui bahwa kemampuan adsorpsi relatif dari kulit pisang dalam mengadsorpsi ion  $Pb^{2+}$  ditunjukkan oleh nilai a, yang besarnya 0,5437. Kekuatan interaksi antara ion Pb dengan kulit pisang ditunjukkan dengan nilai kL yang besarnya 0,173. Pada massa arang aktif 2 g dapat diketahui bahwa kemampuan adsorpsi relatif dari kulit pisang dalam mengadsorpsi ion Pb ditunjukkan oleh nilai a, yang besarnya 0,248. Kekuatan interaksi antara

ion  $Pb^{2+}$  dengan kulit pisang ditunjukkan dengan nilai kL yang besarnya 0,409.

**Orde 0 pada variasi massa dan waktu**

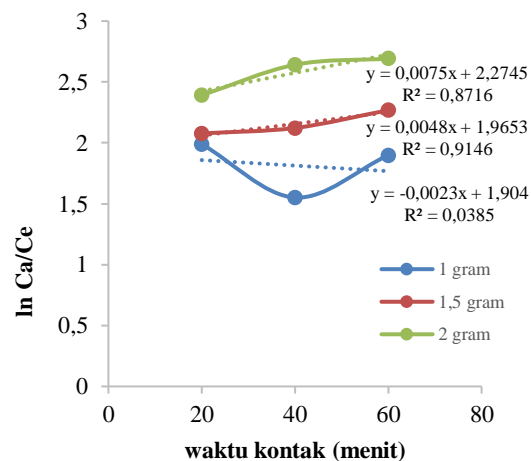
Penentuan orde pada variasi massadan waktu kontak dilakukan dengan regresi linear menggunakan persamaan orde nol dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Model kinetika orde nol pada variasi massa dan waktu

**Orde 1 pada berbagai variasi massa dan waktu**

Penentuan orde 1 pada massa dan waktu dilakukan dengan regresi linear menggunakan persamaan orde satu yang dapat dilihat pada Gambar 9.

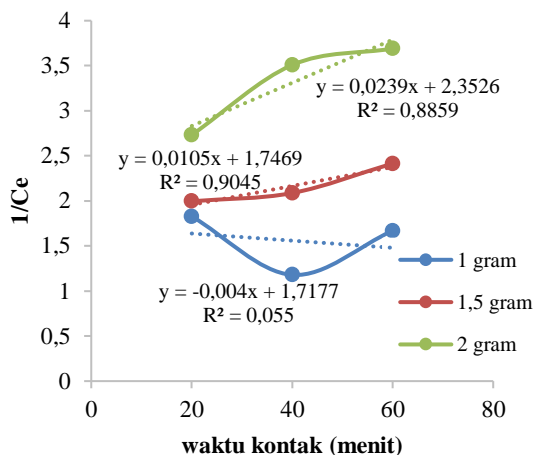


Gambar 9. Model kinetika orde satu pada massa dan waktu

**Orde 2 pada variasi massa dan waktu**

Penentuan orde pada variasi massa dan waktu dilakukan dengan regresi linear menggunakan

persamaan orde dua yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Model kinetika orde 2 pada massa dan waktu

Tabel 6. Orde pada massa 1 g

Keterangan	Orde pada 1 gram		
	Orde 0	Orde 1	Orde 2
Nilai R <sup>2</sup>	0,026	0,038	0,550
Konstanta laju reaksi (k)	0,001	0,002	0,004

Tabel 7. Orde pada massa 1,5 g

Keterangan	Orde pada 1,5 gram		
	Orde 0	Orde 1	Orde 2
Nilai R <sup>2</sup>	0,924	0,914	0,904
Konstanta laju reaksi (k)	0,002	0,004	0,010

Tabel 8. Orde pada massa 2 g

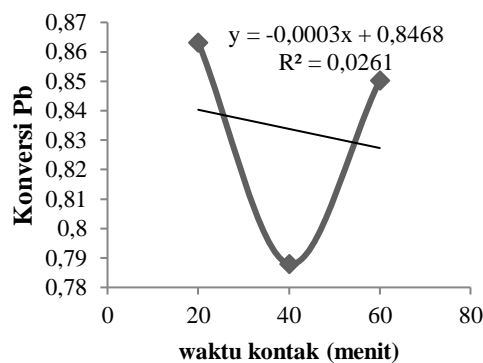
Keterangan	Orde pada 2 gram		
	Orde 0	Orde 1	Orde 2
Nilai R <sup>2</sup>	0,857	0,871	0,885
Konstanta laju reaksi (k)	0,002	0,007	0,023

Sehingga adsorpsi Pb dengan karbon aktif kulit pisang pada massa 1 dan 2 g dapat dijelaskan mengikuti model kinetika orde 2 berdasarkan R<sup>2</sup> yang mendekati 1. Dengan memasukkan nilai t dan 1/Ce pada rumus diatas maka akan dihasilkan nilai k yang mendekati nilai slope m yaitu 0,002 pada massa 1 gr dan 0,007 pada massa 2 gr, nilai yang didapatkan tidak sama karena R<sup>2</sup> dari grafik di atas adalah 0,55 pada massa 1 g dan 0,885 pada massa 2 gram. Sedangkan, adsorpsi Pb dengan karbon aktif kulit pisang pada massa 1,5 g dapat dijelaskan mengikuti model kinetika orde 0 berdasarkan R<sup>2</sup> yang mendekati 1. Dengan memasukkan nilai t dan 1/Ce pada rumus di atas

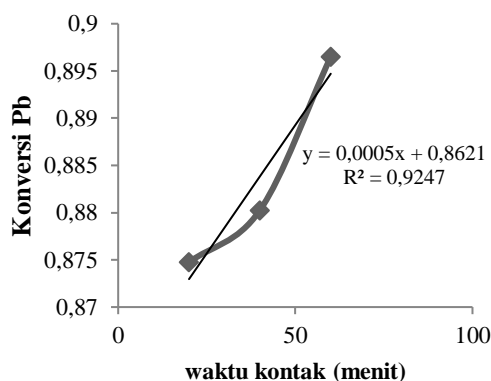
maka akan dihasilkan nilai k yang mendekati nilai slope m yaitu 0,004 nilai yang didapatkan tidak sama karena R<sup>2</sup> dari grafik di atas adalah 0,924.

**Penentuan laju reaksi kinetika adsorpsi.**

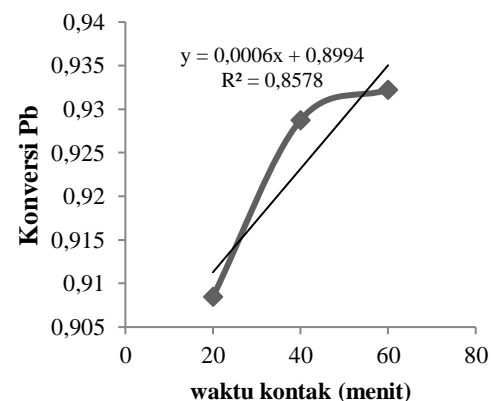
Penentuan laju reaksi kinetika adsorpsi dilakukan dengan memplotkan persen konversi Pb pada berbagai laju pengadukan dengan waktu kontak yang dapat dilihat dari Tabel dibawah ini.



Gambar 11. Kurva waktu kontak vs konversi Pb pada massa 1 g



Gambar 12. Kurva waktu kontak vs konversi Pb pada massa 1,5 g



Gambar 13. Kurva waktu kontak vs konversi Pb pada massa 2 g  
 Harga konstanta kinetika (k) diperoleh dari slope grafik hubungan antara konversi Pb terhadap

waktu (menit). Harga konstanta laju adsorpsi yang diperoleh dari variasi laju pengadukan diperlihatkan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 9. Kinetika adsorpsi pada berbagai variasi massa

Massa (gram)	Ca	Konstanta laju adsorpsi k/menit	orde	Laju reaksi (v) (ppm/menit)
1	4	0,0003	2	0,0048
1,5	4	0,0005	0	0,0005
2	4	0,0006	2	0,0096

Berdasarkan orde reaksi yang diperoleh dari setiap variasi laju pengadukan dapat dihitung laju reaksinya dengan rumus  $v = [Ca]$ :

### KESIMPULAN

Adsorpsi Pb pada variasi massa 1; 1,5; 2 gram mencapai waktu kontak optimum pada waktu kontak 60 menit. Dari persamaan Langmuir menunjukkan massa 2 gr mempunyai kemampuan adsorpsi yang paling bagus dengan nilai  $a$  adalah 0,2480. Kekuatan interaksi antara ion  $Pb^{2+}$  dengan arang aktif kullit pisang ditunjukkan dengan nilai  $kL$  yang besarnya 0,409. Kekuatan interaksi antara ion  $Pb^{2+}$  dengan ampas kopi ditunjukkan dengan nilai  $1/n$  yang besarnya 0.087. Kinetika adsorpsi logam Pb dengan arang aktif dari kulit pisang pada massa 1 dan 2 gr mengikuti model kinetika orde 2, sedangkan pada massa 1,5 gr mengikuti kinetika orde 0.

### DAFTAR PUSTAKA

- BULUT, EMRAH., OZACAR, MAHMUT., SENGIL, AYHAN., 2008, *Adsorption of Malachite Green into Bentonite: Equilibrium and Kinethics Studies And Process Design, Microporous And Mesoporous Materials*, Elsevier, 115.234-256.
- GULTOM, ERIKA MULYANA DAN M. TURMUZI, 2014. *Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator H3PO4 Untuk Penyerapan Logam Berat Cd Dan Pb*, Lubis Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- METCALF AND EDDY. 2003. *Wastewater engineering Treatment and Reuse*. Mcgraw-hill. Singapura.
- MULYANA, L., PRADIKO, H. DAN NASUTION, K., 2003. *Pemilihan Persamaan Adsorpsi Isotherm Pada Penentuan Kapasitas Adsorpsi Kulit Kacang Tanah Terhadap Zat Warna Remazol Golden Yellow 6*, Infomatek Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik – Universitas Pasundan

RADYAWATI. 2011. *Pembuatan biocharcoal dari kulit pisang kepok untuk penyerapan logam timbal (Pb) dan logam seng (Zn)*. Palu: UNTAD – Press.

RIZKI, ADI PRIMA. 2015. *Isoterm Langmuir, Model Kinetika dan Penentuan Laju Reaksi Adsorpsi Besi Dengan Arang Aktif Dari Ampas Kopi*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik - Universitas Mulawarman.

SEMBIRING, MEILITA TRIANA & SINAGA. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Prses pembuatannya)*. Universitas Sumatera Utara.