

PENENTUAN WAKTU KONTAK OPTIMUM DAN MASSA OPTIMUM ARANG AKTIF KULIT KAKAO SEBAGAI ADSORBEN ION TIMBAL (Pb)

Citra Lestari Tolumeko, Elisa Sesa, Ph.D, Darmawati Darwis, Ph.D
Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Tadulako, Palu
Email: Clestari71@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian untuk menentukan waktu kontak optimum, massa optimum dan isoterm adsorpsi telah dilakukan terhadap limbah kulit buah kakao yang digunakan sebagai adsorben larutan Pb dengan menggunakan Spektrofotometri Ultra Violet-Visible (UV-Vis). Preparasi arang kulit buah kakao dilakukan dengan cara karbonisasi secara tradisional. Aktivasi arang dilakukan dengan menggunakan furnace pada temperatur 600°C selama 15 menit. Nilai persentase adsorpsi larutan Pb dengan variasi waktu kontak 1800, 2400, 3000 dan 3600 sekon berturut-turut adalah 98,355%, 98,547%, 98,474% dan 98,462%. Nilai persentase adsorpsi larutan Pb dengan variasi massa arang aktif 0 gram, 0,5 gram, 1 gram dan 1,5 gram berturut-turut adalah 0,111%, 98,715%, 98,547% dan 98,047%.

Kata Kunci: *Kulit Kakao, Larutan Pb, Adsorpsi, Furnace, Spektrofotometri UV-Vis.*

ABSTRACT

The research on determining the optimum contact time, the optimum mass and the adsorption isotherms have been conducted to the waste of cacao skin as an adsorbent solution of Pb using UV-Visible spectrophotometry (UV-Vis). The preparation of carbon from cacao skin was conducted by traditional carbonization. The activation of carbon was conducted using furnace at 600°C for 15 minutes. The percentage value of Pb adsorption with the contact time variation of 1800, 2400, 3000 and 3600 second were 98.355%, 98.547%, 98.474% and 98.462%, respectively. The percentage value of Pb adsorption for mass variation of activated carbon of 0.0 gram, 0.5 gram, 1.0 gram and 1.5 gram were 0.111%, 98.715%, 98.547% and 98.047%, respectively.

Keywords: *Cocoa Skin, Pb solution, adsorption, Furnace, UV-Vis spectrophotometry.*

I. PENDAHULUAN

Bentuk senyawa Pb yang sering ditemukan dalam perairan yaitu berbentuk ion-ion divalen atau ion-ion tetravalent (Pb^{2+} , Pb^{4+}). Timbal di dalam perairan biasanya disebabkan oleh aktivitas manusia dan ada juga yang alamiah. Timbal (Pb) adalah logam yang sangat berbahaya bagi tubuh makhluk hidup. Apabila sudah melewati batas masuk dalam tubuh, maka akan menyebabkan kematian (Palar, 2004).

Kulit kakao adalah kulit bagian terluar yang menyelubungi biji kakao dengan tekstur kasar, tebal, dan agak keras (Poedjiwidodo, 1996). Seiring dengan meningkatnya penanaman serta produksi kakao maka meningkat pula limbah kulit kakao yang merupakan 75% dari buah kakao tersebut. Sebagian masyarakat memanfaatkan limbah-limbah kulit kakao

tersebut hanya untuk pakan ternak, briket, bahkan biasanya hanya dibiarkan menumpuk dan membusuk (Nuraini, 2009). Limbah kulit kakao sangat berpotensi untuk dijadikan arang aktif sebagai adsorben dalam menangani masalah pencemaran air oleh limbah logam berat seperti timbal maupun limbah pencemar lainnya karena memiliki kandungan kimia yang tersusun dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang tinggi. Dengan demikian kulit kakao mengandung karbon yang cukup banyak (Ashadi, 1988).

Dalam penelitian ini dilakukan adsorpsi ion logam timbal (Pb) dengan menggunakan arang aktif kulit kakao. Untuk melihat kapasitas arang aktif tersebut maka dilakukan variasi waktu kontak dan variasi massa arang aktif kulit kakao terhadap larutan Pb dan dianalisis menggunakan

peralatan spektrofotometer UV-Vis. Penelitian ini menggunakan aktivasi suhu (secara fisika) dengan rentang suhu 600° C dan waktu pemanasan selama 15 menit.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengoptimasi waktu kontak arang aktif kulit kakao terhadap adsorpsi larutan timbal (Pb), mengoptimasi massa arang aktif kulit kakao terhadap adsorpsi larutan timbal (Pb), dan menentukan isotherm adsorpsi yang terjadi pada arang aktif kulit kakao dalam mengadsorpsi ion timbal (Pb) dengan menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis.

II. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada dua tempat yaitu, Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Fakultas Peternakan UNTAD Palu, dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNTAD mulai pada bulan Juni 2014.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu blender, ayakan 100 mesh, furnace, cawan porselin, neraca digital, gelas ukur 100 ml, labu ukur 50 ml, erlemeyer 300 ml, magnetik stirer, kertas saring, corong pelastik, tabung reaksi, labu ukur 10 ml, kuvet, desikator, dan peralatan spektrofotometer UV-Vis. Sedangkan bahan yang digunakan dalam pembuatan sampel yang akan dianalisa adalah kulit buah kakao, larutan $Pb(NO_3)_2$, bubuk alizarin red S ($C_{14}H_8O_4$), larutan NaOH 0,1M, larutan buffer PH 8, dan aquades.

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu :

1. Pembuatan Sampel

- a) Kulit kakao diambil kemudian dipotong-potong berbentuk persegi dengan ukuran $\pm 3 \text{ cm}^2$ dan dicuci hingga bersih, kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering (berwarna cokelat gelap).
- b) Setelah kering, dilakukan proses karbonisasi secara tradisional yaitu dengan memasukan kulit kakao yang sudah kering ke dalam kaleng bekas yang sudah dibuat lubang atau ventilasi dibagian penutup kaleng tersebut.

Setelah itu didinginkan selama 24 jam. Arang yang diperoleh di blender dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

- c) Kemudian arang yang telah halus tersebut diaktivasi secara fisika yaitu melalui pemanasan 600° C selama 15 menit.

2. Penentuan absorbansi maksimum larutan Pb
Membuat konsentrasi larutan standar masing-masing 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm kemudian pada kelima larutan standar tersebut ditambahkan reagen pengompleks (alizarin red S) sebanyak 1 ml dan NaOH 0,1 M sebanyak 0,13 ml menggunakan mikropipet dan menambahkan larutan buffer 8 sebanyak 1 ml, kemudian didiamkan selama 30 menit dan setelah itu dilakukan pengukuran absorbansi pada range panjang gelombang 400 nm – 600 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3 Kalibrasi dan menghitung konsentrasi Pb

Dari 100 ppm larutan Pb dibuat larutan standar 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm kemudian masing-masing ditambahkan reagen pengompleks (Alizarin Red S sebanyak 1 ml kemudian ditambahkan lagi NaOH 0,1 M sebanyak 0,13 ml menggunakan mikropipet dan dilanjutkan dengan menambahkan larutan buffer PH 8 sebanyak 1 ml lalu didiamkan selama 30 menit. Pengukuran larutan standar diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 558,11 nm dan terbentuk kurva standar. Berdasarkan data kurva standar yang telah diperoleh maka software secara otomatis menghitung nilai konsentrasi larutan Pb.

4. Pengujian adsorpsi arang aktif kulit kakao dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis

a. Penentuan waktu kontak optimum

Sebanyak 0,5 gr arang aktif dimasukkan ke dalam 4 buah erlemeyer dan ditambahkan masing-masing 100 ml larutan Pb 100 ppm lalu diaduk menggunakan magnetik stirer dengan kecepatan 300 rpm dan variasi waktu 30, 40, 50 dan 60 menit. Setelah itu disaring dengan menggunakan kertas saring kemudian ditambahkan larutan ARS 1 ml, larutan NaOH 0,1 M sebanyak 0,13 ml dan larutan buffer 8 sebanyak 1 ml dan didiamkan selama 30 menit

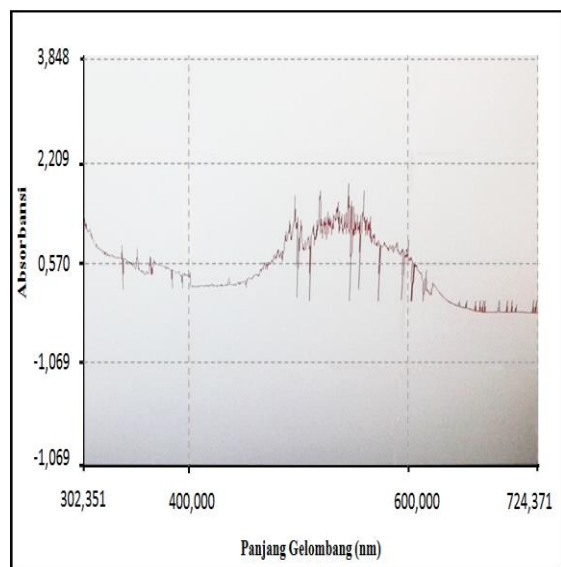
(Aldinomera, 2014). Konsentrasi logam timbal yang tidak teradsorpsi oleh adsorben akan diukur menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis sehingga dapat ditentukan kapasitas adsorpsinya (Saputro, 2012).

b. Penentuan isoterm adsorpsi

Pada 4 buah erlemeyer dimasukkan arang aktif kulit kakao masing-masing sebanyak 0 gram, 0,5 gram, 1 gram, dan 1,5 gram, dan ditambahkan dengan 100 ml larutan Pb 100 ppm. Setelah itu diaduk menggunakan magnetik stirer dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dan waktu kontak optimum yang didapatkan. Kemudian disaring menggunakan kertas saring. Setelah itu ditambahkan larutan ARS 1 ml, larutan NaOH 0,1 M sebanyak 0,13 ml dan larutan buffer 8 sebanyak 1 ml selama 30 menit. Selanjutnya ion logam Pb yang tidak teradsorpsi akan diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Data yang diperoleh akan diolah dengan menggunakan persamaan isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan maksimum absorbansi larutan Pb dilakukan pada range panjang gelombang 400 – 600 nm (Aldinomera, 2014) dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada data spektrum. Hasil yang diperoleh dapat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik larutan standar Pb untuk menentukan panjang gelombang

Dari gambar 1 terlihat bahwa nilai absorbansi larutan Pb maksimum yaitu 1,33 pada panjang gelombang 558,11 nm. Hasil ini mendekati hasil yang diperoleh Aldinomera yaitu 563 nm sehingga panjang gelombang inilah yang kemudian digunakan sebagai acuan untuk pengukuran selanjutnya.

Kemampuan Arang Aktif Kulit Buah Kakao Dalam Mengadsorpsi Ion Timbal

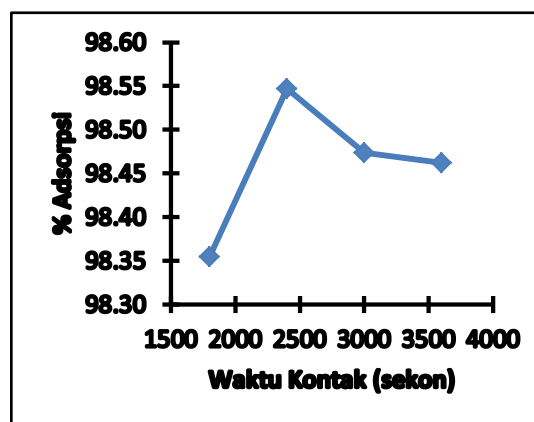
1. Menentukan waktu kontak optimum arang aktif kulit kakao secara spektrofotometer UV-Vis

Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Salah satu faktor yang mempengaruhi daya serap adalah waktu kontak. Pengukuran ini menggunakan data kuantitatif pada panjang gelombang 558,11. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap larutan Pb terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengaruh Waktu Kontak Arang Aktif Kulit Kakao Terhadap Persen Adsorpsi Larutan Pb Dengan Massa Arang Aktif 0,5 gram

Waktu kontak (Sekon)	Co (ppm)	Ce (ppm)	Persentasi Adsorpsi (%)
1800	100	1,645	98,355
2400	100	1,453	98,547
3000	100	1,526	98,474
3600	100	1,538	98,462

Dari data Tabel 1 dapat digambarkan kurva hubungan antara pengaruh waktu kontak arang aktif kulit kakao terhadap persen adsorpsi larutan Pb seperti di bawah ini.



Gambar 2. Kurva pengaruh waktu kontak arang aktif kulit kakao terhadap persen adsorpsi larutan Pb

Berdasarkan kurva yang terbentuk, waktu kontak yang optimum terjadi pada waktu 2400 sekon dan memiliki daya adsorpsi yang paling tinggi yaitu 98,547%. Pada waktu selanjutnya konsentrasi larutan Pb yang teradsorpsi mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan arang aktif sudah mencapai titik jenuh sehingga arang aktif tidak dapat lagi mengikat Pb secara maksimal.

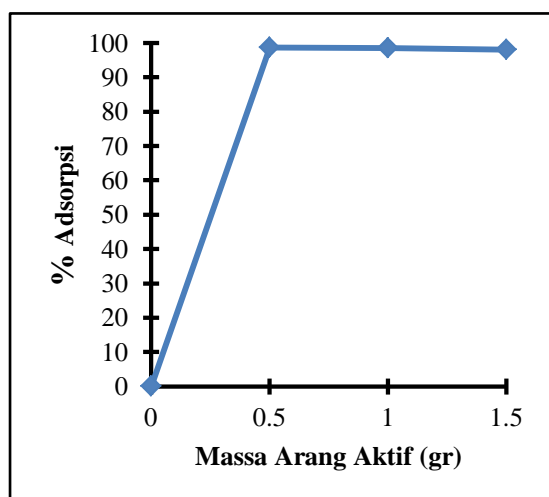
2. Menentukan massa optimum arang aktif kulit kakao secara spektrofotometer UV-Vis

Secara kuantitatif hasil analisis arang aktif kulit kakao dalam mengadsorpsi larutan Pb dengan variasi massa arang aktif dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data Pengaruh Massa Arang Aktif Kulit Kakao Terhadap Persen Adsorpsi Larutan Pb Dalam Waktu Kontak 2400 sekon

Arang aktif (gr)	Co (ppm)	Ce (ppm)	Persentase Adsorpsi (%)
0,0	100	99,999	0,111
0,5	100	1,285	98,715
1,0	100	1,453	98,547
1,5	100	1,953	98,047

Dari Tabel 2 dapat digambarkan kurva hubungan massa arang aktif terhadap persen adsorpsi seperti berikut ini.



Gambar 3. Kurva pengaruh penambahan arang aktif kulit kakao terhadap persen adsorpsi larutan Pb dalam waktu kontak 2400 sekon

Dari Gambar 3 kurva yang terbentuk memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan adsorpsi pada massa arang aktif 0,5 gram yaitu mencapai 98,715% sedangkan pada massa arang aktif berikutnya sudah mengalami penurunan adsorpsi. Hal ini disebabkan karena besarnya luas permukaan pori yang terbentuk melalui proses aktivasi arang kulit kakao tersebut.

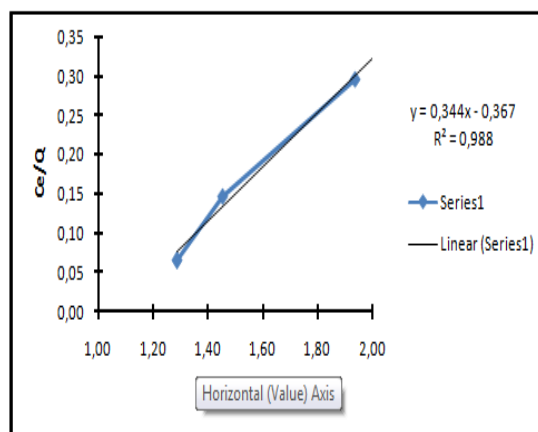
3. Menentukan isoterm adsorpsi

Berdasarkan Tabel 2 dapat diperoleh perhitungan kurva persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich seperti pada Tabel 3.

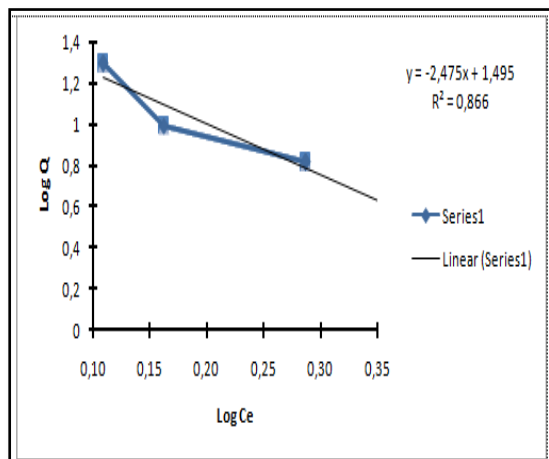
Tabel 3. Perhitungan kurva isoterm Langmuir dan Freundlich

Arang (gr)	Co (ppm)	Ce (ppm)	C (ppm)	Q (mg/g)	Log Q	Log Ce	Ce/Q
0	100	99,999	0,001	-	-	2,000	-
0,5	100	1,285	98,715	19,743	1,295	0,109	0,065
1	100	1,453	98,547	9,855	0,994	0,162	0,147
1,5	100	1,953	98,065	6,538	0,815	0,287	0,296

Dari data Tabel 3 diatas dapat dibuat grafik isoterm Langmuir dan kurva isoterm Freundlich berikut ini.



Gambar 4. Grafik persamaan isoterm adsorpsi Langmuir.



Gambar 5. Grafik persamaan isoterm adsorpsi Freundlich.

Gambar 4 yaitu grafik persamaan isoterm adsorpsi Langmuir menunjukkan hubungan antara C_e/Q dan C_e dan mendapat persamaan $y = 0,344x - 0,367$ dengan $R^2 = 0,988$ sedangkan pada Gambar 5 adalah grafik persamaan isoterm Freundlich yang menunjukkan hubungan antara $\log Q$ dan $\log C$ dengan persamaan $y = -2,475x + 1,495$ dengan nilai $R^2 = 0,866$. Pengujian ini dapat dibuktikan dengan harga koefisien determinasi $R^2 \geq 9$ (mendekati angka 1) serta mempunyai grafik linierisasi yang baik.

Dari kedua model isoterm yang tampak pada grafik, terlihat bahwa yang memenuhi ketentuan pengujian yaitu adsorpsi isoterm Langmuir. Isoterm Langmuir memiliki lima asumsi yaitu sebagai berikut :

1. Gas yang teradsorpsi berkelakuan ideal dalam fasa uap,
2. Gas yang teradsorpsi dibatasi sampai pada lapisan monolayer,
3. Permukaan adsorbat homogen,
4. Tidak ada interaksi lateral antar molekul adsorbat, dan
5. Molekul gas yang teradsorpsi terlokalisasi, artinya mereka tidak bergerak pada permukaan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan serta tujuan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil analisis spektrofotometer UV-Vis didapatkan waktu kontak optimum arang aktif kulit kakao sebagai adsorben ion Pb

adalah 2400 sekon dengan daya adsorpsi sebesar 98,547%.

2. Massa arang aktif maksimum untuk 100 ppm larutan Pb adalah 0,5 gram dengan kapasitas adsorpsi 98,715% dan waktu kontak optimum selama 2400 sekon.
3. Adsorpsi larutan Pb oleh arang aktif kulit kakao, mengikuti model isoterm Langmuir dengan nilai $R^2 = 0,988$.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldinomera, R., 2014, *Penentuan Kadar Timbal (Ii) Pada Air Sungai Kapuas Secara Spektrofotometri Ultra Violet-Visible*. Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Ashadi, R. W., 1988, *Pembuatan Gula Cair Dari Pod Coklat Dengan Menggunakan Asam Sulfat, Enzim, Serta Kombinasi Keduanya*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Atkins, P.W., 1999, *Kimia fisika 2*. Erlangga, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Sulawesi Tengah, 2013, *Sulawesi Tengah dalam angka 2012*. Palu.
- Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia, Jakarta
- Handayani, M., 2009, *Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit*. Pusat Penelitian Metalurgi, Banten.
- Masitoh, Y. F., 2013, *Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Coklat (theobroma cacao L) Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II) Dalam Pelarut Air*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Surabaya, Surabaya.
- Misran, 2009, *Pemanfaatan Kulit Coklat Dan Kulit Kopi Sebagai Adsorben Ion Pb Dalam Larutan*. Jurnal SIGMA vol. 12 no 1: 1-7
- Nuraini, 2009, *Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Fermentasi Sebagai Pakan Alternatif Ternak Di Daerah Sentra Kakao Padang Pariaman*. Program Studi Ilmu Peternakan

Fakultas Peternakan Universitas Andalas,
Padang.

Palar, H., 2004, *Pencemaran Toksikologi logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.

Poedjiwidodo, M. S., 1996. *Sambung Samping Kakao*. Trubus Agriwidya, Jawa Tengah.

Saputro, G. A., 2012, *Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao Sebagai Adsorben Ion Pb (II) dan Cu (II)*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Papua, Manokwari.

Sembiring, M.T., 2003, *Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatannya)*. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan.

Trimurni, W.I., 2012, *Spektrofotometri UV-Vis*. Jurusan Analisis Kesehatan Politeknik Kesehatan Kemenkes, Banjarmasin.

Widowati, 2008, *Efek Toksik Logam*. Andi, Jakarta.