



**PEMANFAATAN ARANG KULIT PISANG RAJA
TERAKTIVASI H₂SO₄ UNTUK MENURUNKAN
KADAR ION Pb²⁺ DALAM LARUTAN**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Kimia

oleh

Metta Sylviana Dewi

4311411056

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2015

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 7 Mei 2015



Metta Sylviana Dewi

NIM. 4311411056

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pemanfaatan Arang Kulit Pisang Raja Teraktivasi H_2SO_4 untuk
Menurunkan Kadar Ion Pb^{2+} dalam Larutan.

disusun oleh

Metta Sylviana Dewi

4311411056

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal 7 Mei 2015.



Yanto, M.Si

NIP. 196310121988031001

Sekretaris

Dra. Woro Sumarni, M.Si

NIP. 196507231993032001

Ketua Penguji

F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si

NIP. 196912171997022001

Anggota Penguji/

Pembimbing I

Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si

NIP. 196511111990031003

Anggota Penguji/

Pembimbing II

Dr. Endang Susilaningsih, M.S

NIP. 195903181994122001

MOTTO

1. Jangan pernah takut bermimpi setinggi-tingginya, selama kamu mempunyai kekuatan mimpi dan usaha yang besar tidak ada yang tidak mungkin.
2. Bawalah mimpi itu kemanapun kamu pergi, agar kamu selalu bangkit saat terjatuh.
3. Hargai waktu yang kamu punya, satu menit saja kamu sia-siakan maka akan berdampak pada waktu yang tak terhingga pada masa depanmu.

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan doa dan dukungan demi tercapainya cita-cita.
2. Kakak dan Adik yang selalu memberiku dorongan untuk selalu semangat.
3. Sahabat-sahabatku yang turut memberikan doa dan dukungan.
4. Mas Ardi atas semangat dan motivasi yang diberikan.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat, kemudahan, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pemanfaatan Arang Kulit Pisang Raja Teraktivasi H₂SO₄ untuk Menurunkan Kadar Ion Pb²⁺ dalam Larutan”

Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Penulis dalam kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun dalam penyusunan Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada :

1. Bapak dan Ibu atas doa dan dukungannya selama penelitian dan penyusunan Skripsi kepada penulis,
2. Bapak Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si sebagai Dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Endang Susilaningsih, M.S sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pelajaran, arahan, dan saran selama penyusunan Skripsi kepada penulis,
3. Ibu F.Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan arahan selama penyusunan Skripsi kepada penulis,
4. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang,

5. Seluruh Dosen Program Studi Kimia yang telah membekali ilmu dan jasanya selama di bangku kuliah,
6. Ibu Martin, Ibu Dian, dan seluruh laboran laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam atas bantuan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian,
7. Selli, Kartika, Amanda Shinta, Istria, Etik, Fatun, Lysa, Margareta, dan Amanda Puji, sahabat seperjuangan atas dukungannya selama penyusunan Skripsi kepada penulis,
8. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga Skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi pembaca maupun pihak yang berkepentingan.

Semarang, Mei 2015

Penulis

ABSTRAK

Dewi, Metta, Sylviana. 2015. *Pemanfaatan Arang Kulit Pisang Raja Teraktivasi H₂SO₄ untuk Menurunkan Kadar Ion Pb²⁺ dalam Larutan*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si dan Pembimbing Pendamping Dr. Endang Susilaningsih, M.S

Kata kunci : Arang aktif, kulit pisang raja, H₂SO₄, ion Pb²⁺, adsorpsi

Peningkatan jumlah industri dan penduduk merupakan faktor terbesar pencemaran air. Zat pencemar dalam air umumnya adalah ion logam berat. Timbal(II) adalah salah satu jenis ion logam berat limbah bahan beracun dan berbahaya. Salah satu usaha untuk mengatasi masalah ini adalah dengan metode adsorpsi. Penelitian ini mengkaji adsorpsi ion logam Pb²⁺ menggunakan arang kulit pisang raja teraktivasi H₂SO₄. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik arang aktif kulit pisang raja yang baik, menentukan pH, waktu kontak, dan konsentrasi optimum adsorpsi arang kulit pisang raja teraktivasi H₂SO₄ terhadap ion Pb²⁺, dan menentukan kapasitas serta energi adsorpsinya. Hasil karakteristik arang aktif kulit pisang raja yang baik untuk digunakan sebagai adsorben ion Pb²⁺ adalah arang kulit pisang raja teraktivasi H₂SO₄ 2,5 M dengan daya serap iodin sebesar 425,4424 mg/g, kadar air sebesar 0,6399 %, kadar abu sebesar 2,4135 %, luas permukaan sebesar 3,431 m²/g dan rata-rata jari-jari pori sebesar 32,3493 Å. Optimasi pH proses adsorpsi terjadi pada pH 4, waktu kontak adsorpsi yang dibutuhkan adalah 20 menit, dan konsentrasi optimum pada adsorpsi Pb²⁺ dalam larutan oleh arang aktif terjadi pada 100 ppm. Kapasitas adsorpsi Pb²⁺ oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H₂SO₄ diperoleh dari isoterm adsorpsi Langmuir sebesar 16,3666 mg/g dan energi adsorpsi ion Pb²⁺ oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H₂SO₄ sebesar 16,0103 kJ/mol.

ABSTRACT

Dewi, Metta, Sylviana. 2015. *Utilization of Plantain Peel Charcoal Activated by H₂SO₄ to Reduce Pb²⁺ Ion Content in Solution*. Final Project, Chemistry Majors Faculty of Mathematics and Natural Sciences Semarang State University. First Adviser is Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si and Second Adviser is Dr. Endang Susilaningsih, M.S

Keywords : Activated charcoal, plantain peel, H₂SO₄, Pb²⁺ ion, adsorption

An increasing number of industries and population are the biggest factors of water pollution. Generally, contaminants in water are heavy metal ions. Lead(II) is one type of toxic and hazardous heavy metal ion. One attempt to overcome this problem is by adsorption method. This study investigated Pb²⁺ ion adsorption using plantain peel charcoal activated by H₂SO₄. The purpose of this study is to determine the characteristics of good plantain peel activated charcoal, determine pH, contact time, and optimum concentration of Pb²⁺ ion adsorption by plantain peel activated charcoal and determine the adsorption capacity and energy. Characteristics results of plantain peel activated charcoal which are good to be used as Pb²⁺ ion adsorbent are plantain peel charcoal activated by H₂SO₄ 2,5 M with iodine adsorption number of 425,4424 mg/g, water content of 0,6399 %, ash content of 2,4135 %, surface area of 3,431 m²/g and average pore radius of 32,3493 Å. pH optimization of adsorption process occurred at pH 4, adsorption contact time required is 20 minutes, and optimum concentration on Pb²⁺ adsorption by activated charcoal in solution occurred at 100 ppm. Pb²⁺ adsorption capacity of plantain peel charcoal activated by H₂SO₄ was obtained from Langmuir isotherm of 16,3666 mg/g and Pb²⁺ ion adsorption energy of plantain peel charcoal activated by H₂SO₄ of 16,0103 kJ/mol.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kulit Pisang Raja (<i>Musa sapientum</i>).....	6
2.2 Ion Timbal(II).....	8

2.3 Adsorpsi	9
2.3.1 Adsorpsi Fisika.....	10
2.3.2 Adsorpsi Kimia.....	10
2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya Adsorpsi.....	11
2.4 Karbon Aktif.....	12
2.5 Bilangan Iodin.....	14
2.6 Isoterm Adsorpsi.....	15
2.6.1 Isoterm Adsorpsi Freundlich.....	16
2.6.2 Isoterm Adsorpsi Langmuir.....	17
2.6.3 Isoterm Adsorpsi Brunaur, Emmet dan Teller (BET).....	19
2.7 Penelitian Terkait.....	21
3 METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Subjek	23
3.2 Lokasi Penelitian	23
3.3 Variabel Penelitian	23
3.3.1 Variabel Bebas	23
3.3.1.1 Variabel Bebas Sintesis Arang Kulit Pisang Raja..	23
3.3.1.2 Variabel Bebas Aplikasi Arang Aktif Kulit Pisang Raja.....	24
3.3.2 Variabel Terikat.....	24
3.3.3 Variabel Terkendali.....	24
3.4 Alat dan Bahan... ..	24
3.4.1 Alat	24

3.4.2	Bahan	25
3.5	Prosedur Penelitian.....	25
3.5.1	Preparasi Bahan Adsorben	25
3.5.2	Aktivasi Kimia Adsorben	25
3.5.3	Karakterisasi Arang Aktif Kulit Pisang Raja.....	26
3.5.3.1	Standarisasi Natrium Tiosulfat dengan KBrO_3	26
3.5.3.2	Penentuan Daya Serap Arang Aktif Terhadap Iodin.....	26
3.5.3.3	Penentuan Kadar Air.....	27
3.5.3.4	Penentuan Kadar Abu.....	27
3.5.3.5	Penentuan Luas Permukaan dan Ukuran Pori menggunakan <i>Surface Area Analyzer (SAA)</i>	28
3.5.4	Pembuatan Larutan Kalibrasi Pb(II)	28
3.5.4.1	Pembuatan Larutan Induk Pb^{2+} 1000 mg/L.....	28
3.5.4.2	Pembuatan Larutan Baku Pb^{2+} 100 mg/L.....	28
3.5.4.3	Pembuatan Larutan Kerja Pb^{2+}	28
3.5.4.4	Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	29
3.5.5	Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja.....	29
3.5.5.1	Penentuan pH Optimum.....	29
3.5.5.2	Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan.....	29
3.5.5.3	Penentuan Konsentrasi Awal Optimum.....	30
3.5.6	Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pb^{2+}	30

3.5.7	Penentuan Energi Adsorpsi Pb ²⁺	31
4	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Karakterisasi Arang Aktif Kulit Pisang Raja.....	32
4.1.1	Penentuan Daya Serap Arang Aktif Terhadap Iodin.....	32
4.1.2	Penentuan Kadar Air.....	34
4.1.3	Penentuan Kadar Abu.....	36
4.1.4	Penentuan Luas Permukaan dan Ukuran Pori menggunakan <i>Surface Area Analyzer (SAA)</i>	37
4.2	Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Pb ²⁺ oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja	39
4.2.1	Penentuan pH Optimum.....	39
4.2.2	Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan.....	41
4.2.3	Penentuan Konsentrasi Optimum.....	42
4.3	Penentuan Kapasitas dan Energi Adsorpsi Ion Pb ²⁺	44
5	PENUTUP	47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	48
6	DAFTAR PUSTAKA	49
7	LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kandungan Nutrisi Kulit Pisang Raja <i>Musa sapientum</i>	7
2.2 Karakteristik Timbal(II) nitrat.....	9
4.1 Data Penentuan Daya Serap Arang Aktif Terhadap Iodin.....	33
4.2 Data Penentuan Kadar Air.....	35
4.3 Data Penentuan Kadar Abu.....	36
4.4 Hasil Analisis Luas Permukaan dan Jari-jari Rata-rata Pori.....	38
4.5 Parameter Adsorpsi Langmuir.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Grafik Hubungan antara $\log C_e$ dan $\log x/m$	17
2.2 Grafik Hubungan antara C_e dan $\frac{C_e}{x/m}$	18
4.1 Grafik Hubungan antara pH Larutan Pb^{2+} dan Kapasitas Adsorpsi Pb^{2+} (mg/g).....	39
4.2 Grafik Hubungan antara Waktu Kontak (menit) dan Kapasitas Adsorpsi Pb^{2+} (mg/g).....	41
4.3 Grafik Hubungan antara Konsentrasi Awal Pb^{2+} (ppm) dan Kapasitas Adsorpsi Pb^{2+} (mg/g).....	43
4.4 Grafik Linearitas Langmuir.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian.....	52
2. Data Penentuan Daya Serap Arang Aktif Kulit Pisang Raja Terhadap Iodin.....	63
3. Data Penentuan Kadar Air Arang Aktif Kulit Pisang Raja.....	72
4. Data Penentuan Kadar Abu Arang Aktif Kulit Pisang Raja	75
5. Data Perhitungan Penentuan Luas Permukaan dan Ukuran Pori Menggunakan <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA)	78
6. Data Penentuan pH Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja	82
7. Data Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja.....	88
8. Data Penentuan Konsentrasi Pb^{2+} Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja.....	93
9. Data Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pb^{2+}	105
10. Data Penentuan Energi Adsorpsi Pb^{2+}	110
11. Perhitungan Pembuatan Larutan.....	111
12. Foto Penelitian.....	116

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan untuk semua makhluk hidup. Apabila air telah tercemar maka kehidupan manusia akan terganggu. Faktor terbesar pencemaran air adalah meningkatnya jumlah industri dan penduduk yang berarti semakin banyak pula pembuangan limbah industri dan domestik. Zat-zat pencemar dalam lingkungan air umumnya adalah ion logam berat seiring dengan penggunaannya dalam bidang industri yang semakin meningkat.

Ion logam Pb(II) merupakan salah satu jenis ion logam berat limbah bahan beracun dan berbahaya (B3) yang dapat mencemari lingkungan. Limbah Pb(II) dalam persenyawaannya di perairan cukup banyak, biasanya berasal dari aktivitas kehidupan manusia diantaranya adalah air buangan limbah industri. Sumber terbanyak limbah ion Pb(II) adalah air buangan dari pertambangan bijih timah hitam, industri kaca, dan pengecoran logam. Jalur buangan dari bahan sisa perindustrian yang menggunakan ion Pb(II) akan merusak tata lingkungan perairan yang dimasukinya, karena bisa menyebabkan sungai dan alurnya tercemar sehingga berbahaya bagi semua organisme hidup. (Zulfikar, dkk, 2014)

Usaha-usaha pengendalian ion logam berat belakangan ini semakin berkembang untuk menghilangkan ion logam berat yang terdapat di dalam air

tercemar, diantaranya pertukaran ion (*ion exchange*), pemisahan dengan membran, dan adsorpsi menggunakan adsorben konvensional seperti zeolit, alumina, dan lain-lain. (Hasrianti, 2012). Metode-metode tersebut memiliki kemampuan adsorpsi yang baik tetapi membutuhkan kebutuhan infrastruktur yang mahal, oleh karena itu diperlukan suatu sistem penghilangan logam yang berskala kecil, ekonomis, efektif dan inovasi metode yang diciptakan sendiri. Salah satu metode yang efektif dan inovatif untuk penurunan kadar logam di perairan adalah menggunakan sistem adsorpsi dengan arang aktif. (Riapanitra dan Andreas, 2010). Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh suatu padatan terhadap suatu zat yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam. (Atkins, 1999). Sedangkan arang aktif dapat dibuat dengan mengaktivasi berbagai macam jenis arang yang bersumber dari limbah pertanian yang akan digunakan sebagai adsorben.

Limbah pertanian sangat beragam jenisnya. Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit pisang karena selama ini pemanfaatannya kurang maksimal dan hanya dibuang begitu saja padahal kulit pisang mempunyai manfaat baik karena secara umum kulit pisang memiliki kandungan pektin dan selulosa. Gugus aktif dari pektin dan selulosa berpotensi untuk digunakan sebagai alternatif bahan baku adsorben ion logam berat. Jenis kulit pisang yang dipilih dalam penelitian ini adalah kulit pisang raja. Pemilihan jenis kulit pisang raja karena upaya pemanfaatan jenis pisang tersebut sebagai adsorben ion logam berat masih sangat jarang dilakukan padahal apabila ditinjau keberadaannya, jenis kulit pisang raja sangat mudah ditemukan. Selain itu, kulit pisang raja juga memiliki kandungan

pektin yang besar, hal ini dibuktikan oleh Hanum, dkk (2012) yang telah melakukan ekstraksi pektin dari kulit buah pisang raja dengan rendemen pektin yang dihasilkan dari kulit pisang raja adalah 59% dalam 10 gram kulit pisang.

Gugus aktif pektin dan selulosa pada dasarnya adalah gugus hidroksil dan karboksil. Namun apabila kulit pisang raja dilakukan pengarang yang memerlukan suhu yang tinggi maka gugus aktif yang terdapat pada pektin dan selulosa kulit pisang raja akan menguap sehingga tinggal atom karbon yang terletak pada setiap sudutnya. Ketidaktersempurnaan penataan cincin segi enam yang dimiliki arang kulit pisang raja ini, mengakibatkan tersedianya ruang-ruang dalam struktur arang kulit pisang raja yang memungkinkan adsorbat masuk ke dalamnya. Peningkatan jumlah adsorbat yang masuk ke dalam struktur arang kulit pisang raja tersebut berhubungan dengan jumlah pori-pori arang kulit pisang raja sebagai adsorben. Pembentukan pori-pori tersebut memerlukan suatu aktivator yang berfungsi untuk mengaktifkan permukaan arang kulit pisang raja sehingga kemampuan daya serapnya menjadi lebih baik. Aktivator yang digunakan dalam penelitian ini adalah H_2SO_4 karena selain berperan untuk mengaktifkan permukaan arang kulit pisang raja juga mempunyai sifat higroskopis yang dapat menyerap kandungan air yang terdapat pada arang kulit pisang raja sehingga kualitas arang aktif semakin baik untuk digunakan sebagai adsorben.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan pembuatan arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 untuk mengetahui kondisi optimum dalam menurunkan kadar ion Pb^{2+} dalam larutan serta mengetahui kapasitas dan energi adsorpsinya terhadap ion Pb^{2+} .

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 yang baik untuk digunakan sebagai adsorben ion Pb^{2+} ?
2. Berapa pH optimum pada adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 ?
3. Berapa waktu kontak yang dibutuhkan terhadap adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 ?
4. Berapa konsentrasi awal Pb^{2+} optimum pada adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 ?
5. Berapa kapasitas dan energi adsorpsi arang aktif dari kulit pisang raja terhadap adsorpsi ion Pb^{2+} ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan karakteristik arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 yang baik untuk digunakan sebagai adsorben ion Pb^{2+} .
2. Menentukan pH optimum pada adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 .
3. Menentukan waktu kontak yang dibutuhkan terhadap adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 .
4. Menentukan konsentrasi awal Pb^{2+} optimum pada adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 .
5. Menentukan kapasitas dan energi adsorpsi arang aktif dari kulit pisang raja terhadap adsorpsi ion Pb^{2+}

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberi informasi tentang pengolahan kulit pisang raja sebagai bahan adsorben ion Pb^{2+} .
2. Meningkatkan nilai ekonomis limbah kulit pisang raja dengan aplikasinya sebagai bahan alternatif arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 yang dapat menyerap ion logam berat berbahaya bagi makhluk hidup khususnya ion Pb^{2+} .

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*)

Tanaman pisang merupakan tanaman penghasil buah yang banyak di Indonesia. Pisang memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa buah-buahan lain. Tanaman pisang termasuk dalam golongan monokotil tahunan berbentuk pohon yang tersusun atas batang semu. Tanaman pisang dapat ditanam dan tumbuh dengan baik pada berbagai macam topografi tanah, baik tanah datar atau pun tanah miring. Produktivitas pisang yang optimum akan dihasilkan pisang yang ditanam pada tanah datar pada ketinggian di bawah 500 m di atas permukaan laut dan keasaman tanah pada pH 4,5-7,5. Suhu harian berkisar antara 250°C-280° C dengan curah hujan 2000-3000 mm/tahun. Pisang memiliki tinggi antara 2 - 9 m, berakar serabut dengan batang bawah tanah (bongol) yang pendek. (Luqman,2012).

Berdasarkan taksonominya, tanaman pisang diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledonae
Keluarga : Musaceae
Genus : Musa
Species : Musa spp.

Menurut Luqman (2012) penggolongan varietas atau kultivar pisang dibedakan menjadi tujuh kelompok, yaitu kelompok pisang ambon, pisang mas, pisang kepok, pisang tanduk, pisang uli, pisang klutuk, dan pisang raja.

Pisang raja (*Musa sapientum*) adalah tumbuhan dengan bentuk hidup herba dan termasuk dalam famili Musaceae atau pisang-pisangan. Spesies pisang ini pada umumnya ditemukan di daerah tropis. (Anhwange,dkk, 2009) Kandungan nutrisi kulit pisang raja disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kandungan Nutrisi Kulit Pisang Raja *Musa sapientum*

Parameter	Konsentrasi
Protein (%)	0.90 ± 0.25
Lemak (%)	1.70 ± 0.10
Karbohidrat (%)	59.00 ± 1.36
Serat (%)	31.70 ± 0.25

Sumber : Anhwange, dkk (2009)

Kulit pisang mengandung selulosa dan pektin yang cukup tinggi. Selulosa adalah sebuah polisakarida dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang terdapat pada tumbuhan dan terdiri dari rantai linier dari beberapa ratus hingga lebih dari sepuluh ribu ikatan $\beta(1 \rightarrow 4)$ unit D-glukosa. Sedangkan pektin merupakan polimer heterosakarida yang terdapat pada dinding sel tumbuhan daratan. Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 glikosidik dan banyak terdapat pada *lamella* tengah dinding sel tumbuhan. Menurut Hanum, dkk (2012) dalam penelitiannya, kulit pisang raja mengandung pektin 59% dalam 10 gram. Apabila mengingat bahwa struktur komponen pektin banyak mengandung gugus aktif yaitu

gugus hidroksil dan gugus karboksil, maka pektin juga dapat digunakan sebagai salah satu sumber biosorben (Kurniasari, dkk, 2012). Namun apabila kulit pisang raja dilakukan pengarang dalam suhu tinggi, maka gugus aktif yang terdapat pada pektin dan selulosa kulit pisang raja akan menguap sehingga hanya tersisa atom karbon yang terletak pada setiap sudutnya. Ketidaksempurnaan penataan cincin segi enam yang dimiliki arang kulit pisang raja tersebut menyebabkan tersedianya ruang-ruang dalam struktur arang kulit pisang raja yang memungkinkan adsorbat masuk ke dalamnya.

2.2 Ion Timbal(II)

Ion timbal(II) merupakan ion logam berat yang dalam persenyawaanya relatif stabil dan sering ditemukan. Sumber-sumber timbal(II) diperairan sebagian besar berasal dari air buangan limbah industri. Beberapa contohnya adalah $PbCl_2$ yang digunakan untuk produksi kaca yang menstranmisikan inframerah, PbS (galena) yang digunakan dalam industri pertambangan, dan $Pb(NO_3)_2$ atau timbal(II) nitrat yang digunakan dalam industri sianidasi. Ion timbal(II) dalam persenyawaanya yang akan di adsorpsi dalam penelitian ini adalah timbal(II) nitrat karena apabila dibandingkan dengan senyawa timbal lain, timbal(II) nitrat ini sangat mudah larut dalam air, bersifat racun, pengoksidasi, dan karsinogenik terhadap manusia sehingga perlu dilakukan penanganan untuk mengurangi dampak buruk tersebut.(Rahmawati, 2012).Karakteristik timbal(II) nitrat disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Karakteristik Timbal(II) nitrat

Karakteristik	Timbal(II) nitrat
Rumus Molekul	Pb(NO ₃) ₂
Berat molekul	331,21 g/mol
Titik Leleh	470°C
Densitas	4,53 g/cm ³
Kelarutan dalam air	Larut
Warna	Putih
Bau	Tidak berbau Kristal

Sumber : Material Safety Data Sheet (2013)

Dampak buruk yang timbul dari ion timbal dalam persenyawaannya bersifat toksik bagi semua organisme hidup, bahkan juga sangat berbahaya untuk manusia. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa Pb²⁺ dapat memberikan racun terhadap banyak fungsi organ dan sistem saraf yang terdapat dalam tubuh. Secara umum, paparan bahan tercemar senyawa Pb²⁺ dapat menyebabkan gangguan pada organ seperti gangguan neurologi, gangguan terhadap fungsi ginjal, gangguan terhadap sistem reproduksi, gangguan terhadap system hemopoitik, dan gangguan terhadap sistem syaraf. (Sudarmaji, dkk, 2006)

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh suatu padatan terhadap suatu zat yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam. (Atkins, 1999)

Adsorpsi dapat terjadi pada antarfasa padat-cair, padat-gas atau gas-cair. Molekul yang terikat pada bagian antarmuka disebut adsorbat, sedangkan permukaan yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Interaksi yang terjadi antara adsorben dan adsorbat dalam adsorpsi hanya terjadi pada permukaan adsorben. (Pitriani, 2010)

2.3.1 Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika ditandai dengan molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisika terjadi bila gaya intermolekuler lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dan permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Adsorpsi ini berlangsung cepat, dapat membentuk lapisan jamak (*multilayer*) dan dapat bereaksi balik (*reversible*), sehingga molekul-molekul yang teradsorpsi mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut. (Apriliani, 2010). Panas adsorpsi yang menyertai adsorpsi fisika adalah rendah yaitu kurang dari $20,92 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. (Atkins, 1999)

2.3.2 Adsorpsi Kimia

Jika molekul teradsorpsi bereaksi secara kimia dengan permukaan disebut kemisorpsi atau adsorpsi kimia karena terjadi pemutusan ikatan kimia dan pembentukan ikatan baru. (Wahyuni, 2011) Panas adsorpsi yang menyertai adsorpsi kimia adalah di atas $20,92 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Ikatan antara adsorben dengan adsorbat dapat cukup kuat sehingga spesies aslinya tidak dapat ditemukan kembali. Adsorpsi ini bersifat *irreversible*, hanya dapat membentuk lapisan tunggal (*monolayer*), relatif

lambat tercapai kesetimbangan karena dalam adsorpsi kimia melibatkan energi aktivasi dan diperlukan energi yang banyak untuk melepaskan kembali adsorbat dalam proses adsorpsi.

2.3.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Daya Adsorpsi

Banyaknya adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

a. Konsentrasi Adsorbat

Semakin tinggi konsentrasi adsorbat, maka semakin cepat laju adsorpsinya. Namun, pada kondisi tertentu akan menjadi stabil karena sudah mencapai titik jenuh sehingga terjadi proses kesetimbangan.

b. Ukuran molekul adsorbat

Rongga tempat terjadinya adsorpsi dapat dicapai melalui ukuran yang sesuai, sehingga molekul-molekul yang bisa diadsorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben. (Zulfa, 2011)

c. pH

pH mempunyai pengaruh dalam proses adsorpsi. Peranan pH dalam proses adsorpsi yaitu mempengaruhi gugus-gugus fungsional dari dinding biomassa yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam. Selain itu berpengaruh juga pada kelarutan dari ion logam dalam larutan, sehingga pH merupakan parameter yang penting dalam biosorpsi ion logam dalam larutan (Ni'mah & Ulfin, 2007). pH mempengaruhi muatan situs aktif, misalnya gugus karboksil yang terdapat pada permukaan adsorben, pada pH yang rendah (asam) mengakibatkan permukaan dinding sel adsorben bermuatan positif, sehingga memperkecil kemungkinan untuk

mengikat ion logam yang bermuatan positif, karena gugus karboksil cenderung bermuatan netral (Baig, dkk, 1999).

d. Luas Permukaan

Semakin luas permukaan adsorben dengan jumlah pori yang banyak maka jumlah adsorbat yang terserap akan semakin banyak pula karena tumbukan antara partikel adsorbat dan adsorben meningkat, yang berarti jumlah molekul adsorbat yang diserap oleh adsorben akan meningkat pula.

e. Waktu Kontak

Apabila arang aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan.

2.4 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah amorf solid dengan luas permukaan spesifik dan porositas tinggi yang dianggap sebagai salah satu alotrop karbon yang paling penting dari karbon. Komponen utama dari karbon aktif adalah karbon (87-97%). Sisanya yang berisi jumlah sedikit hidrogen, oksigen, sulfur, nitrogen, zat mineral yang digunakan sebagai kadar abu (zat sisa setelah pembakaran), alkali dan alkali tanah logam silikat (Atabak, dkk, 2013).

Karbon aktif umumnya mempunyai struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif efektif digunakan sebagai adsorben. Kualitas karbon aktif ditentukan oleh kadar air, karbon abu, dan daya serap terhadap iodin. Sedangkan mutu karbon aktif dipengaruhi oleh bahan baku, bahan pengaktif, dan

proses pengolahan. Syarat mutu arang aktif disetiap negara berbeda-beda. Syarat mutu arang aktif Indonesia diatur dalam Standar Nasional Indonesia meliputi kadar air maksimal 15%, kadar abu maksimal 10%, dan daya serap iod minimal 750 mg/g. (SNI 06-3730-1995)

Proses aktivasi pada pembuatan karbon aktif pada dasarnya bertujuan untuk mengaktifkan permukaan karbon aktif sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Proses aktivasi dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1. Proses Aktivasi Termal atau Fisika

Proses aktivasi termal adalah proses aktivasi yang melibatkan adanya gas pengoksidasi seperti udara pada temperatur rendah, uap, CO₂, atau aliran gas pada temperatur tinggi. Proses aktivasi fisika melibatkan gas pengoksidasi seperti pembakaran menggunakan suhu yang rendah dan uap CO₂ atau pengaliran gas pada suhu yang tinggi. Tetapi apabila suhu aktivasi yang terlalu tinggi beresiko merusak ikatan C-C dalam bidang karbon sehingga menurunkan luas permukaan internal.

2. Proses Aktivasi Kimia

Aktivasi kimia dilakukan dengan mencampur material karbon dengan bahan – bahan kimia atau aktivator. Aktivator adalah zat atau senyawa kimia yang berfungsi sebagai reagen pengaktif dan zat ini akan mengaktifkan atom – atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator yang bersifat higroskopis dapat menyebabkan air yang terikat kuat pada pori – pori karbon yang tidak hilang pada saat karbonisasi menjadi lepas sehingga kualitas karbon menjadi semakin baik untuk digunakan sebagai adsorben. (Miranti, 2012). Agen aktivasi yang umum digunakan adalah H₂SO₄, ZnCl₂, H₃PO₄, KOH dan NaOH. Bahan

kimia lain yang juga dapat digunakan seperti logam alkali besi karbonat dan kalium sulfida. (Shabanzadeh , 2012)

2.5 Bilangan Iodin

Bilangan iodin didefinisikan sebagai jumlah milligram iodin yang di adsorpsi oleh satu gram karbon aktif. Daya serap karbon aktif terhadap iodin mengindikasikan kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi komponen dengan berat molekul rendah.

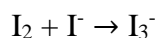
Iodin merupakan senyawa yang sedikit larut dalam air dengan kelarutan molar dalam air 0,00134 mol/L pada suhu 25°C. Iodin dalam proses adsorpsi diadsorpsi dan dijerap oleh adsorben berupa karbon aktif yang berupa fase padatan. Proses adsorpsi pada adsorbat terjadi karena gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben (Atkins, 1999).

Mekanisme proses adsorpsi dimulai ketika molekul adsorbat larutan iodin berdifusi melalui suatu lapisan ke permukaan luar adsorben dan peristiwa ini disebut sebagai difusi eksternal. Selanjutnya, adsorbat berada dipermukaan adsorben dan sebagian besar berdifusi lanjut didalam pori – pori karbon aktif yang disebut difusi internal. Karbon aktif dengan kemampuan menyerap iodin yang tinggi berarti memiliki struktur pori mikro dan mesopori yang banyak.

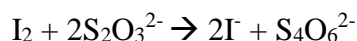
Penentuan angka iodin pada karbon aktif menggunakan reaksi redoks dalam penentuannya. Reaksi redoks yaitu istilah oksidasi yang mengacu pada setiap perubahan kimia yang mengalami kenaikan bilangan oksidasi yang disertai

kehilangan elektron, sedangkan reduksi digunakan untuk setiap penurunan bilangan oksidasi yang disertai dengan memperoleh elektron. Oksidator adalah atom senyawa yang terkandung mengalami penurunan bilangan oksidasi dan sebaliknya reduktor adalah atom yang terkandung mengalami kenaikan bilangan oksidasi. (Miranti, 2012)

Larutan iodin biasanya mengandung Kalium Iodida (KI) yang berfungsi untuk menjaga iodin dalam larutan dengan terbentuknya I_3^- . Reaksinya adalah sebagai berikut :



Larutan iodin yang berwarna coklat keemasan dititrasi menggunakan metode titrasi iodometri dengan titran yang digunakan adalah Natrium Tiosulfat yang reaksinya adalah seperti berikut :



2.6 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan suatu keadaan kesetimbangan yaitu tidak ada lagi perubahan konsentrasi adsorbat baik di fase terserap maupun pada fasa gas atau cair. Isoterm adsorpsi biasanya digambarkan dalam bentuk kurva berupa plot distribusi kesetimbangan adsorbat antara fase padat dengan fase gas atau cair pada suhu konstan. Isoterm adsorpsi merupakan hal yang mendasar dalam penentuan kapasitas dan afinitas adsorpsi suatu adsorbat pada permukaan adsorben. (Kundari & Wiyuniati, 2008)

2.6.1 Isoterm Adsorpsi Freundlich

Isoterm adsorpsi Freundlich mengasumsikan bahwa permukaan pori adsorben bersifat heterogen dengan distribusi panas adsorpsi yang tidak seragam sepanjang permukaan adsorben. Menurut Handayani & Sulistiyono (2009), isoterm adsorpsi Freundlich dinyatakan dalam persamaan :

$$\frac{x}{m} = K.Ce^n \dots\dots\dots(1)$$

$$\log \frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log Ce \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

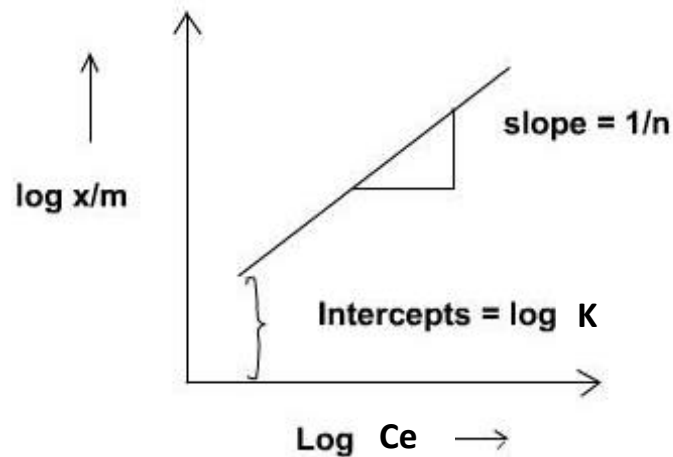
$\frac{x}{m}$ = Jumlah adsorbat yang teradsorpsi (mg/g adsorben)

Ce = Konsentrasi adsorbat dalam larutan pada saat setimbang (mg/L)

K = Konstanta kesetimbangan

n = Konstanta empiris tergantung pada sifat zat.

Menurut persamaan Freundlich, jumlah zat yang teradsorp meningkat secara infinit bila konsentrasi atau tekanan meningkat (Soemirat, 2005). Hubungan antara $\log Ce$ dan $\log \frac{x}{m}$ disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Grafik Hubungan antara $\log C_e$ dan $\log \frac{x}{m}$

Sumber : Amrita (2014)

2.6.2 Isoterm Adsorpsi Langmuir

Isoterm Langmuir sangat mengacu pada adsorpsi *monolayer* yang diasumsikan bahwa tempat adsorpsi bersifat homogen (Nurrohmi,2011). Adsorpsi isoterm Langmuir didasarkan pada asumsi bahwa:

- 1) Permukaan adsorben terdapat situs-situs aktif yang bersifat homogen yang proporsional dengan luas permukaan adsorben. Masing-masing situs aktif hanya dapat mengadsorpsi satu molekul saja, jadi adsorpsi terbatas pada pembentukan lapis tunggal (*monolayer*) (Amri, dkk, 2004).
- 2) Terjadi adsorpsi terlokalisasi pada molekul adsorbat, yaitu molekul yang teradsorpsi tidak dapat bergerak di sekeliling adsorben.
- 3) Panas adsorpsi tidak bergantung pada luas permukaan yang di tutupi adsorbat (Pitriani, 2010).

Data kesetimbangan biasanya digambarkan dalam bentuk kurva isoterm adsorpsi. Pendekatan dengan model terhadap kurva isoterm dapat membantu

menganalisis karakteristik isotherm berupa kapasitas, afinitas, selektifitas serta mekanisme interaksi adsorpsinya. Model isotherm adsorpsi Langmuir dapat digunakan sebagai pendekatan untuk sistem ini (Amri,dkk, 2004). Adapun persamaan untuk isotherm Langmuir adalah :

$$\frac{C_e}{x/m} = \frac{1}{K(\frac{x}{m})} + \frac{C_e}{(\frac{x}{m})} \dots\dots\dots(3)$$

$$\frac{C_e}{x/m} = \frac{1}{bK} + \frac{C_e}{b} \dots\dots\dots(4)$$

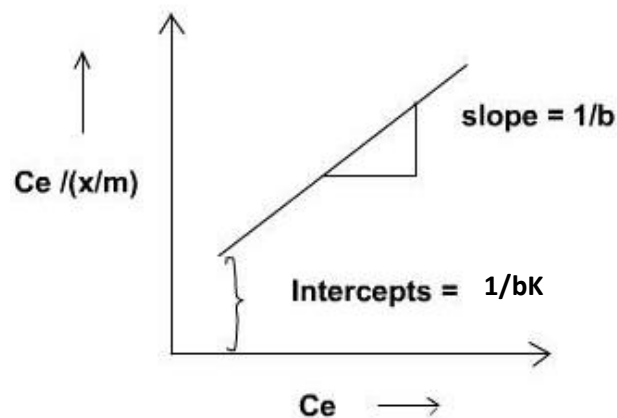
Keterangan :

C_e = Konsentrasi adsorbat dalam larutan pada saat setimbang (mg/L)

$\frac{x}{m}$ atau b =Jumlah adsorbat yang teradsorpsi atau kapasitas adsorpsi maksimal (mg/g adsorben)

K = Konstanta kesetimbangan.

Hubungan antara C_e dan $\frac{C_e}{x/m}$ disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Grafik Hubungan antara C_e dan $\frac{C_e}{x/m}$

Sumber : Amrita (2014)

2.6.3 Isoterm Adsorpsi Brunaur, Emmet dan Teller (BET)

Metode isoterm adsorpsi BET dikembangkan oleh Brunauer Emmet Teller pada tahun 1938 yang merupakan tambahan dari teori isoterm Langmuir. Teori BET berasumsi bahwa molekul-molekul adsorbat dapat membentuk lebih dari satu lapisan adsorbat dipermukaannya. Keseluruhan proses adsorpsi BET dapat digambarkan bahwa :

1. Penempelan molekul pada permukaan padatan (adsorben) membentuk lapisan *monolayer*.
2. Penempelan molekul pada lapisan *monolayer* membentuk lapisan *multilayer*.

(Miranti, 2012)

Metode Brunaur, Emmet dan Teller (BET) merupakan prosedur yang paling banyak digunakan untuk menentukan luas permukaan dan ukuran pori adsorben, dalam hal ini adalah karbon aktif. Adsorbat yang paling sering digunakan untuk penentuan luas permukaan dan ukuran pori adalah menggunakan nitrogen pada 77K (suhu nitrogen cair). (Juncosa, 2008). Penentuan luas permukaan dan ukuran pori isoterm adsorpsi BET dilakukan menggunakan alat *Surface Area Analyzer* (SAA) dengan dua tahapan yang harus dilalui oleh sampel, yaitu tahap preparasi dan tahap analisis. Persiapan utama sebelum di analisa adalah pengovenan sampel pada suhu 150°C selama 5 jam agar kandungan uap air dan gas-gas pengotor yang tidak diinginkan dapat berkurang. Selanjutnya dilakukan penimbangan sampel dan dimasukkan dalam sampel *cell*, kemudian dilakukan proses *vacuum degassing* terhadap sampel dengan tujuan untuk menghilangkan uap air dan gas-gas pengotor yang ada pada permukaan sampel, kemudian sampel didinginkan dan di timbang

untuk mendapatkan berat sebenarnya setelah dibersihkan dari gas-gas yang terjerap (teradsorpsi). Tahap berikutnya adalah analisis terhadap sampel untuk mengetahui luas permukaan dan ukuran porinya dengan cara adsorpsi N₂ pada suhu 77 K, yang merupakan titik didih nitrogen cair pada kondisi standar.

Analisis luas permukaan digunakan persamaan kesetimbangan adsorpsi BET, yaitu:

$$\frac{1}{W \left(\left(\frac{P_0}{P} \right) - 1 \right)} = \frac{1}{W_m C} + \frac{C-1}{W_m C} \left(\frac{P}{P_0} \right) \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

W = Berat gas yang teradsorpsi pada tekanan relatif P/P₀

W_m = Berat gas nitrogen (adsorbat) yang membentuk lapisan *monolayer* pada permukaan zat padat

C = Konstanta BET

P₀ = Tekanan uap jenuh adsorpsi

P = Tekanan gas

Selanjutnya harga W_m dapat dihitung dari harga slope $\left(\frac{C-1}{W_m C} \right)$ dan intersep $\left(\frac{1}{W_m C} \right)$, dari nilai W_m yang diperoleh, sehingga luas permukaan total padatan dapat dihitung dengan persamaan :

$$St = \left(\frac{W_m \cdot N \cdot Acs}{BM_{N_2}} \right) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

St = Luas permukaan total

W_m = Berat gas adsorbat (nitrogen)

N = Bilangan Avogadro (6,02 x 10²³ molekul/mol)

A = Luas penampang lintang adsorbat

BM = Berat molekul adsorbat

Penentuan luas permukaan adsorben digunakan N₂ sebagai adsorbat dengan densitas fasa cair pada tekanan 1 atm dan temperatur 77°K (Bambang, 2011).

2.7 Penelitian Terkait

Kurniasari, dkk (2012) pada penelitiannya menyebutkan bahwa pektin yang merupakan komponen tumbuhan (kulit, daun, buah) banyak mengandung gugus aktif yaitu gugus yang berperan penting dalam biosorpsi, sehingga dapat di aplikasikan sebagai biosorben ion logam berat. Sumber pektin yang digunakan sebagai penghilangan ion logam berat adalah kulit durian dengan presentase penyerapan yang paling maksimal adalah penyerapan pada Cu(II) sebesar 81,24 %. Studi tentang pektin dilakukan juga oleh Hanum, dkk (2012) yang melakukan ekstraksi pektin dari kulit buah pisang raja dengan menggunakan pelarut asam klorida. Tujuan dari penelitiannya adalah untuk mengetahui rendemen pektin terbaik yang terkandung dalam kulit buah pisang raja dengan pengaruh waktu, pH dan suhu ekstraksi. Hasil rendemen pektin terbaik diperoleh sebesar 59% dalam 10 gram.

Sherly dan Cahyaningrum (2014) melakukan penelitian tentang kulit pisang kepok teraktivasi H₂SO₄ untuk mengadsorpsi ion logam Cr(VI) 10 mg/L dengan pengaruh konsentrasi aktivator. Berdasarkan penelitiannya, hasil penyerapan terbaik adalah pada konsentrasi 2 M dengan Cr(VI) yang terserap sangat tinggi yaitu

9,85 mg/L. Hal ini karena gugus fungsional telah banyak mengalami protonasi sehingga hasil adsorpsinya maksimal.

Philomina dan Enoch (2012) telah melakukan penelitian mengenai arang kulit pisang teraktivasi H_2SO_4 untuk mengadsorpsi ion logam Fe(III). Parameter pengaruh waktu kontak adsorpsi terjadi pada 40 menit dengan presentase adsorpsi mencapai 100%.

Darmayanti, dkk (2012) telah melakukan adsorpsi Pb^{2+} menggunakan arang hayati kulit pisang kepok berdasarkan pengaruh pH. Arang hayati kulit pisang dalam penelitiannya diaktivasi dengan larutan NaOH. Sebanyak 0,6 gram arang aktif dikontakkan dengan larutan timbal 50 mg/L sebanyak 100 ml selama 1 jam. Hasil kondisi optimum pengaruh pH adalah pada pH 4 dengan penyerapan 19,32 mg/g. Hal ini disebabkan karena jumlah ion H^+ mulai berkurang dan permukaan arang hayati aktif kulit pisang kepok cenderung terionisasi dengan melepas ion H^+ dan permukaan arang hayati aktif kulit pisang kepok menjadi negatif sehingga terjadi interaksi elektrostatik antara permukaan arang hayati kulit pisang kepok dengan ion Pb^{2+} .

Hoong (2013) menggunakan kulit pisang sebagai bioadsorben Pb(II), Cu(II), dan Zn(II). Aktivator yang digunakan adalah H_3PO_4 dan $ZnCl_2$. Hasil menyatakan bahwa penyerapan terbaik didapatkan pada Pb(II) dengan presentase masing-masing sebesar 84,46% dengan aktivator H_3PO_4 dan sebesar 66,67% dengan aktivator $ZnCl_2$. Hal ini berarti arang kulit pisang raja lebih efektif digunakan untuk menyerap ion Pb^{2+} dibandingkan sebagai adsorben Cu(II) dan Zn(II).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek

Populasi dalam penelitian ini adalah larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah cuplikan dari larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang dibuat di Laboratorium Kimia FMIPA UNNES.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA UNNES, Balai Pengujian dan Informasi Konstruksi Semarang, dan Universitas Negeri Sebelas Maret.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi :

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi yaitu faktor-faktor yang di ukur untuk menjadikan sebab timbulnya suatu gejala (variabel terikat). Variabel bebas dalam penelitian ini dibagi 2, yaitu :

3.3.1.1 Variabel Bebas Sintesis Arang Aktif Kulit Pisang Raja

Variabel bebas dalam sintesis arang aktif kulit pisang raja meliputi variasi konsentrasi aktivator H_2SO_4 .

3.3.1.2 Variabel Bebas Aplikasi Arang Aktif Kulit Pisang Raja

Variabel bebas aplikasi arang aktif kulit pisang raja meliputi variasi pH larutan Pb^{2+} , waktu kontak adsorpsi ion Pb^{2+} , dan konsentrasi awal Pb^{2+} .

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor-faktor yang diobservasi yang muncul untuk menentukan adanya pengaruh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah ion Pb^{2+} yang teradsorpsi oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 .

3.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkendali adalah variabel yang secara teoritis berpengaruh terhadap subjek penelitian, tetapi pengaruhnya dapat dikendalikan. Variabel terkendali dalam penelitian ini adalah kecepatan pengadukan, waktu kontak H_2SO_4 dan arang kulit pisang raja, ukuran ayakan, suhu oven, waktu pengovenan, suhu ruang, dan volume larutan Pb^{2+} .

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektroskopi Serapan Atom AA-6200 *Atomic Absorption Flame Emission Spectrophotometer Shimadzu*, BET NOVA 1200e *Surface Area & Pore Size Analyzer*, oven, neraca analitik *Denver Instrument* ± 0.1 mg, labu ukur, pipet volume, pipet tetes, pH meter, spatula, gelas kimia 250 mL, kertas saring, ayakan 100 *mesh*, desikator, *orbital shaker*, erlenmeyer, cawan porselin, kurs porselin, gelas arloji, wadah sampel, *furnace*, buret dan statif.

3.4.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (berat molekul = 331,2 g/mol, kadar = 99,5%) (*Merck*), kulit pisang raja, H_2SO_4 ($\rho = 1,84$ g/cm³, berat molekul = 98,07 g/mol, kadar = 96,1%) (*Mallinckrodt*), aquades, HNO_3 ($\rho = 1,39$ g/cm³, berat molekul = 63,01 g/mol, kadar = 65%,) (*Merck*), NaOH (berat molekul = 40 g/mol, kadar = 99%) (*Merck*), iodin (berat molekul = 253,81 g/mol, kadar = 99,8%) (*Merck*), KI (berat = molekul 166,01 g/mol) (*Merck*), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (berat molekul = 248,21 g/mol, kadar = 99,5%) (*Merck*), amilum, dan KBrO_3 (berat molekul = 167,011, kadar = 99,5%) (*Merck*).

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi Bahan Adsorben

Mengumpulkan dan memotong kulit pisang raja kecil-kecil, mencuci dengan air, kemudian mengeringkan kulit pisang dengan sinar matahari. Kulit pisang yang telah kering dimasukkan ke dalam drum (alat pembuatan arang) dan dibakar sampai menjadi arang. Arang yang diperoleh dihaluskan dan diayak melewati ayakan 100 *mesh* (Darmayanti, dkk, 2012 yang dimodifikasi).

3.5.2 Aktivasi Kimia Adsorben

Mencampur serbuk arang kulit pisang raja 100 gram dalam agen aktivasi H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi H_2SO_4 1 M ; 1,5 M ; 2 M; 2,5 M; dan 3 M dalam beaker glass dan diaduk selama 2 jam dengan menggunakan *orbital shaker* untuk membuat reagen terserap seluruhnya dengan serbuk kulit pisang. Selama pengadukan, beaker glass ditutup dengan aluminium foil untuk mencegah kontaminasi. Selanjutnya menyaring campuran arang kulit pisang raja dan H_2SO_4 ,

residu yang diperoleh kemudian dicuci hingga pH netral. Kemudian mengeringkan arang kulit pisang raja dengan oven 105°C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan dalam temperatur ruang dan disimpan dalam desikator untuk mencegah kontaminasi (Hoong, 2013 yang dimodifikasi).

3.5.3 Karakterisasi Arang Aktif Kulit Pisang Raja

3.5.3.1 Standarisasi Natrium Tiosulfat dengan $KBrO_3$

Mengambil 35 mL larutan $KBrO_3$ ke dalam erlenmeyer. Kemudian menambahkan 1 gram KI dan 3 mL H_2SO_4 3 M ke dalam erlenmeyer tersebut. Campuran kemudian dititrasi dengan natrium tiosulfat hingga larutan kuning, lalu menambahkan 1 mL larutan kanji, titrasi dilanjutkan hingga warna biru pada larutan hilang. Selanjutnya volume $Na_2S_2O_3$ yang dibutuhkan digunakan untuk menghitung normalitas $Na_2S_2O_3$ menggunakan persamaan berikut :

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2 \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

N_1 = Normalitas $KBrO_3$

V_1 = Volume $KBrO_3$ (mL)

N_2 = Normalitas $Na_2S_2O_3$

V_2 = Volume $Na_2S_2O_3$ (mL)

3.5.3.2 Penentuan Daya Serap Arang Aktif Terhadap Iodin

Sebanyak 0,5 gram arang teraktivasi, dipindahkan ke dalam wadah. Ke dalam wadah dimasukkan 25 mL larutan iodium 0,1 N kemudian diaduk menggunakan *orbital stirrer* selama 15 menit lalu disaring. Filtrat dipipet sebanyak 5 mL ke dalam erlenmeyer kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1

N. Jika warna kuning larutan hampir hilang (kuning pucat), ditambahkan indikator amilum 1%. Titrasi dilanjutkan sampai didapatkan titik akhir titrasi (warna biru tepat hilang). (Alfiany,dkk., 2013).

3.5.3.3 Penentuan Kadar Air

Sebanyak 1 gram arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam dan didinginkan di dalam desikator lalu ditimbang. Kemudian di panaskan lagi dalam oven dan didinginkan di dalam desikator lalu ditimbang. Pengeringan dan penimbangan di ulangi hingga diperoleh bobot konstan. Analisis dilakukan duplo. Perhitungan kadar air menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

a = Bobot sampel sebelum pemanasan (gram)

b = Bobot sampel setelah pemanasan (gram) (SNI, 1995)

3.5.3.4 Penentuan Kadar Abu

Sebanyak 1 gram arang aktif ditempatkan dalam cawan porselin yang telah dikeringkan dalam oven dan diketahui bobot keringnya. Cawan yang berisi sampel diabukan dalam furnace pada suhu 750°C selama 2 jam hingga berwarna putih. Setelah itu didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Analisis dilakukan duplo. Perhitungan kadar abu menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

a = Bobot sampel sebelum pengabuan (gram)

b = Bobot sampel setelah pengabuan (gram) (SNI, 1995)

3.5.3.5 Penentuan Luas Permukaan dan Ukuran Pori menggunakan Surface Area Analyzer (SAA)

Arang tanpa aktivasi dan arang teraktivasi yang menunjukkan hasil kadar air, kadar abu, dan iod yang baik digunakan untuk menentukan luas permukaan dan ukuran pori dengan menggunakan *Surface Area Analyzer (SAA)*

3.5.4 Pembuatan Larutan Kalibrasi Pb(II)

3.5.4.1 Pembuatan Larutan Induk Pb²⁺ 1000 mg/L

Melarutkan 1,6080 gram Pb(NO₃)₂ ke dalam labu ukur 1 L dengan menambahkan larutan pengencer (aquades yang telah diasamkan asam nitrat hingga pH 2) hingga tanda batas.

3.5.4.2 Pembuatan Larutan Baku Pb²⁺ 100 mg/L

Mengambil 100 mL larutan induk Pb²⁺ 1000 mg/L kedalam labu ukur 1 L, dan tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda batas.

3.5.4.3 Pembuatan Larutan Kerja Pb²⁺

Mengambil 0 mL; 1 mL; 5 mL; 10 mL; dan 15 mL larutan baku Pb²⁺ 100 mg/L masing-masing kedalam labu ukur 100 mL. Kemudian menambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan Pb²⁺ 0,0 mg/L; 1,0 mg/L; 5,0 mg/L; 10,0 mg/L; dan 15,0 mg/L.

3.5.4.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Mengoptimalkan alat SSA sesuai petunjuk penggunaan alat, mengukur absorbansi masing-masing larutan kerja yang telah dibuat pada panjang gelombang 283,3 nm. Lalu membuat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi. Selanjutnya melakukan pengukuran contoh uji yang sudah dipersiapkan. (SNI, 2004)

3.5.5 Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja

3.5.5.1 Penentuan pH Optimum

Menyiapkan 4 buah erlenmeyer dan memasukkan masing-masing 50 mL larutan Pb^{2+} dengan konsentrasi 20 ppm dengan variasi pH 3,5; 4; 4,5; dan 5 yang diinteraksikan dengan HNO_3 dan $NaOH$. Melakukan pengukuran absorbansi larutan logam pada pengaruh pH terlebih dahulu sebelum dikontakkan dengan arang aktif. Perlakuan selanjutnya ke dalam masing-masing larutan logam ditambahkan arang aktif sebanyak 0,3 gram. Campuran diaduk dengan *orbital shaker* selama 40 menit dengan kecepatan putaran 150 rpm. Kemudian campuran disaring dan filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan AAS. (Darmayanti, dkk, 2012 yang dimodifikasi)

3.5.5.2 Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan

Menyiapkan 5 buah erlenmeyer dan memasukkan masing-masing 50 mL larutan Pb^{2+} dengan konsentrasi 20 ppm dengan pH larutan optimum. Melakukan pengukuran absorbansi larutan logam terlebih dahulu sebelum dikontakkan dengan arang aktif. Perlakuan selanjutnya ke dalam masing-masing larutan logam

ditambahkan arang aktif sebanyak 0,3 gram. Campuran diaduk dengan *orbital shaker* dengan variasi waktu kontak 10,20,30,40, dan 50 menit dengan kecepatan putaran 150 rpm. Kemudian campuran disaring dan filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan AAS. (Philomina & Enoch, 2012 yang dimodifikasi)

3.5.5.3 Penentuan Konsentrasi Awal Optimum

Menyiapkan 10 buah erlenmeyer dan memasukkan masing-masing 50 mL larutan Pb^{2+} dengan variasi konsentrasi 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, dan 110 ppm dengan pH larutan optimum. Melakukan pengukuran absorbansi larutan logam terlebih dahulu sebelum dikontakkan dengan arang aktif. Perlakuan selanjutnya ke dalam masing-masing larutan logam ditambahkan arang aktif sebanyak 0,3 gram. Campuran diaduk dengan *orbital shaker* dengan waktu kontak yang dibutuhkan dengan kecepatan putaran 150 rpm. Kemudian campuran disaring dan filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya menggunakan AAS. (Philomina & Enoch, 2012 yang dimodifikasi)

3.5.6 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pb^{2+}

Data konsentrasi optimum yang diperoleh diolah dan dibuat kurva hubungan C_e terhadap $\frac{C_e}{x/m}$ sehingga akan didapatkan persamaan garis linier $y = ax + b$. Hal ini adalah persamaan isoterm adsorpsi Langmuir $\frac{C_e}{x/m} = \frac{1}{bK} + \frac{C_e}{b}$, $\frac{C_e}{x/m}$ adalah sumbu y dan C_e adalah sumbu x sehingga slope $\frac{1}{b}$ dan intersepnya adalah $\frac{1}{bK}$. b menyatakan kapasitas adsorpsi dan K merupakan konstanta kesetimbangan. Sebagai pembanding, dibuat kurva hubungan $\log C_e$ terhadap $\log x/m$ sehingga akan didapatkan persamaan garis linier $y = ax + b$. Hal ini adalah persamaan isoterm

adsorpsi Freundlich $\log \frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log C_e$, $\log x/m$ adalah sumbu y dan $\log C_e$ adalah sumbu x sehingga slope $\frac{1}{n}$ dan intersepnya adalah $\log K$. Hasil kurva linier keduanya dibandingkan nilai regresinya. Semakin besar nilai regresi (mendekati 1), maka semakin baik. Data yang baik tersebut, kemudian digunakan slope dan intersep untuk menentukan kapasitas adsorpsi dan nilai K.

3.5.7 Penentuan Energi Adsorpsi Pb^{2+}

Nilai K yang diperoleh dimasukkan dalam rumus penentuan energi adsorpsi yaitu $E = RT \ln K$. Nilai R adalah $8,314 \text{ JK}^{-1}$; T adalah suhu ruang dalam Kelvin (300°K). Apabila energinya kurang dari $20,92 \text{ kJ.mol}^{-1}$ maka termasuk adsorpsi fisika, dan sebaliknya apabila energinya lebih dari $20,92 \text{ kJ.mol}^{-1}$ maka termasuk adsorpsi kimia.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

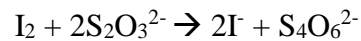
Bab ini dibahas mengenai data–data hasil penelitian mengenai pemanfaatan arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 untuk menurunkan kadar ion Pb^{2+} dalam larutan. Peneliti menentukan karakteristik arang aktif kulit pisang raja yang baik untuk selanjutnya digunakan sebagai adsorben ion Pb^{2+} dalam larutan dengan pengaruh pH, waktu kontak, dan konsentrasi serta menentukan kapasitas dan energi adsorpsinya.

4.1 Karakterisasi Arang Aktif Kulit Pisang Raja

4.1.1 Penentuan Daya Serap Arang Aktif Terhadap Iodin

Penentuan daya serap arang aktif terhadap iodin bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif. Mekanisme proses adsorpsi iodin dimulai ketika molekul iodin berdifusi melalui suatu lapisan ke permukaan luar arang aktif dan sebagian larutan iodin berdifusi lanjut ke dalam pori-pori arang aktif. Arang aktif dengan kemampuan menyerap iodin yang tinggi berarti memiliki struktur pori mikro dan mesopori yang banyak. (Miranti, 2012). Jumlah pori arang aktif yang banyak menyebabkan tumbukan antara partikel iodin dan arang aktif meningkat, yang berarti jumlah molekul iodin yang diserap oleh arang aktif akan meningkat pula.

Analisis daya serap arang aktif terhadap iodine dilakukan menggunakan metode titrasi iodometri yaitu dengan larutan iodine sisa adsorpsi oleh arang aktif sebagai titrat dititrasi dengan natrium tiosulfat yang telah distandarisasi sebagai titran dengan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Hasil daya serap arang aktif dari enam sampel meliputi lima arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi aktivator yaitu 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 M serta arang kulit pisang raja tanpa aktivasi sebagai kontrol yang diperoleh dari Lampiran 2 disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Penentuan Daya Serap Arang Aktif Terhadap Iodin

Konsentrasi Aktivator H_2SO_4 (M)	Iodin yang diserap (mg/g)
0	12,7319
1	413,2750
1,5	388,4308
2	370,2527
2,5	425,4424
3	376,1497

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa hasil daya serap arang aktif kulit pisang raja terhadap iodine yang paling besar adalah arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 2,5 M yaitu sebesar 425,4425 mg/g. Daya serap iodine yang besar terjadi karena berdasarkan hasil ukuran pori yang diperoleh dari *Surface Area Analyzer* (SAA), arang aktif memiliki jari-jari pori yang sesuai untuk digunakan menyerap iodine sehingga menyebabkan jumlah molekul iodine yang diserap oleh

arang aktif cukup besar. Sedangkan daya serap iodine oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 3 M mengalami penurunan yaitu sebesar 376,1497 mg/g, hal ini disebabkan karena dengan konsentrasi yang cukup tinggi dapat menyebabkan rusaknya struktur pori yang terbentuk dari arang aktif tersebut sehingga jumlah pori arang aktif semakin sedikit dan berakibat pada penyerapan terhadap iodine yang semakin kecil pula. Sebagai kontrol, arang kulit pisang raja tanpa aktivasi menunjukkan daya serap iodine yang paling rendah. Berdasarkan hasil ukuran pori yang diperoleh dari *Surface Area Analyzer* (SAA), ukuran rata-rata jari-jari pori arang tanpa aktivasi menunjukkan ukuran pori yang sangat besar yaitu 240,124 Å sehingga untuk digunakan sebagai adsorben iodine yang memiliki jari-jari iod lebih kecil yaitu 1,4 Å menyebabkan iodine mudah terlepas kembali atau terdesorpsi. Jadi, arang aktif kulit pisang raja yang efektif untuk digunakan sebagai adsorben Pb^{2+} adalah arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 2,5 M.

4.1.2 Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Kandungan air dalam arang aktif dipengaruhi oleh temperatur aktivasi. Semakin tinggi temperatur dan waktu aktivasi maka air yang masih terperangkap di dalam pori-pori arang aktif dapat lepas sehingga kandungan air dalam arang aktif semakin kecil. Hal ini disebabkan pada temperatur di atas 100°C , air mulai berubah fasa menjadi uap.

Penentuan kadar air dalam penelitian ini dilakukan pada enam sampel yang meliputi lima arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi aktivator yaitu 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 M serta arang kulit pisang raja tanpa aktivasi

sebagai kontrol. Hasil perhitungan kadar air yang diperoleh dari Lampiran 3 disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Penentuan Kadar Air

Konsentrasi Aktivator H ₂ SO ₄ (M)	Kadar Air (%)
0	29,4241
1	2,5547
1,5	4,2941
2	15,0047
2,5	0,6399
3	5,0184

Berdasarkan Tabel 4.2, kadar air arang aktif kulit pisang raja yang paling baik diperoleh pada arang kulit pisang raja teraktivasi H₂SO₄ 2,5 M yaitu sebesar 0,6399 %. Hal ini dikarenakan bahwa semakin kecil kadar air arang aktif, maka mutu arang aktif semakin baik untuk digunakan sebagai adsorben. Hasil selanjutnya mutu arang aktif menurun dengan ditandai meningkatnya kadar air yang diperoleh arang kulit pisang raja teraktivasi H₂SO₄ 3 M yaitu sebesar 5,0184%. Meningkatnya kadar air tersebut mungkin disebabkan karena proses pemanasan setelah aktivasi kimia yang kurang merata sehingga kandungan air dalam arang aktif sebagian masih terperangkap didalamnya. Sebagai kontrol, arang kulit pisang raja tanpa aktivasi menunjukkan kadar air yang paling tinggi, hal ini disebabkan karena tidak adanya kontak antara arang kulit pisang raja dengan aktivator H₂SO₄, sehingga kandungan air yang terdapat pada arang tersebut tidak terserap oleh aktivator H₂SO₄ mengingat sifat higroskopis yang dimiliki oleh H₂SO₄. Selain itu, apabila

dihubungkan dengan hasil ukuran pori yang diperoleh dari *Surface Area Analyzer* (SAA), ukuran rata-rata jari-jari pori arang tanpa aktivasi yang sangat besar sehingga kadar air semakin banyak. Berdasarkan uraian tersebut, maka yang baik digunakan sebagai adsorben Pb^{2+} adalah arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 2,5 M.

4.1.3 Penentuan Kadar Abu

Penentuan kadar abu arang aktif dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif. Hasil kadar abu pada arang teraktivasi H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi aktivator 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 M serta arang kulit pisang raja tanpa aktivasi sebagai kontrol yang diperoleh dari Lampiran 4 disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Penentuan Kadar Abu

Konsentrasi Aktivator H_2SO_4 (M)	Kadar Abu (%)
0	5,5486
1	3,3939
1,5	3,8292
2	4,9030
2,5	2,4135
3	3,9542

Berdasarkan Tabel 4.3 tersebut, dapat diketahui bahwa arang aktif kulit pisang raja yang mempunyai kadar abu yang baik adalah arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 2,5 M yaitu dengan kadar abu sebesar 2,4135% yang merupakan kadar abu terkecil. Kadar abu yang kecil, berarti kandungan mineral anorganik dari

arang aktif kecil sehingga baik digunakan sebagai adsorben. Hasil selanjutnya ditunjukkan pada arang kulit pisang raja konsentrasi aktivator 3 M dengan kadar abu yang lebih besar yaitu sebesar 3,9542 %, hal ini disebabkan karena dengan konsentrasi aktivator yang cukup tinggi dapat menyebabkan mulai rusaknya struktur pori arang aktif sehingga mengakibatkan masih adanya sebagian kandungan mineral anorganik yang terdapat didalam arang aktif kulit pisang raja tersebut, hal ini berarti kualitas arang aktif menurun. Sebagai kontrol, arang tanpa aktivasi memiliki kadar abu paling besar, hal ini karena tanpa adanya aktivasi kandungan mineral anorganik pada arang masih cukup tinggi, akibatnya kemampuan untuk mengadsorpsi menjadi kurang baik. Jadi, arang yang memiliki kemampuan paling baik untuk digunakan sebagai adsorben Pb^{2+} adalah arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 2,5 M.

4.1.4 Penentuan Luas Permukaan dan Ukuran Pori Menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA)

Penentuan luas permukaan dan ukuran pori menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA) penting dilakukan untuk mengetahui secara spesifik luas permukaan dan ukuran pori adsorben, dalam hal ini adalah arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 2,5 M yang merupakan hasil paling baik dari karakterisasi sebelumnya serta arang kulit pisang raja tanpa aktivasi sebagai kontrol. Adsorbat yang digunakan adalah nitrogen pada suhu 77,3 K. Hasil analisis luas permukaan dan jari-jari rata-rata pori dari arang aktif 2,5 M dan arang tanpa aktivasi menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA) disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Analisis Luas Permukaan dan Jari-jari Rata-rata Pori

Adsorben	Luas Permukaan (m^2/g)	Jari-jari Rata-rata Pori (Å)
Arang Tanpa Aktivasi	3,279	240,124
Arang Aktif 2,5 M	3,431	32,3493

Berdasarkan Tabel 4.4, luas permukaan yang diperoleh arang aktif kulit pisang raja adalah $3,431 \text{ m}^2/\text{g}$ dengan ukuran jari-jari rata-rata pori sebesar $32,3493 \text{ Å}$, sedangkan arang tanpa aktivasi didapatkan luas permukaan yang lebih kecil yaitu sebesar $3,279 \text{ m}^2/\text{g}$ dengan ukuran jari-jari rata-rata pori sebesar $240,124 \text{ Å}$. Berdasarkan hasil tersebut mengartikan bahwa ukuran jari-jari rata-rata pori yang dimiliki oleh arang aktif 2,5 M lebih efektif untuk digunakan sebagai adsorben ion Pb^{2+} daripada arang kulit pisang raja tanpa aktivasi. Hal ini disebabkan jari-jari ion Pb^{2+} memiliki ukuran yang cukup kecil yaitu $1,2 \text{ Å}$. Kation yang memiliki jari-jari ion kecil, maka jari-jari hidrasinya besar sehingga dengan pori adsorben $32,3493 \text{ Å}$ proses adsorpsi Pb^{2+} menjadi efektif. Sedangkan jika adsorpsi Pb^{2+} dilakukan menggunakan arang kulit pisang raja tanpa aktivasi yang memiliki ukuran jari-jari pori terlalu besar, maka resiko terjadinya desorpsi akan semakin besar sehingga daya serapnya kecil.

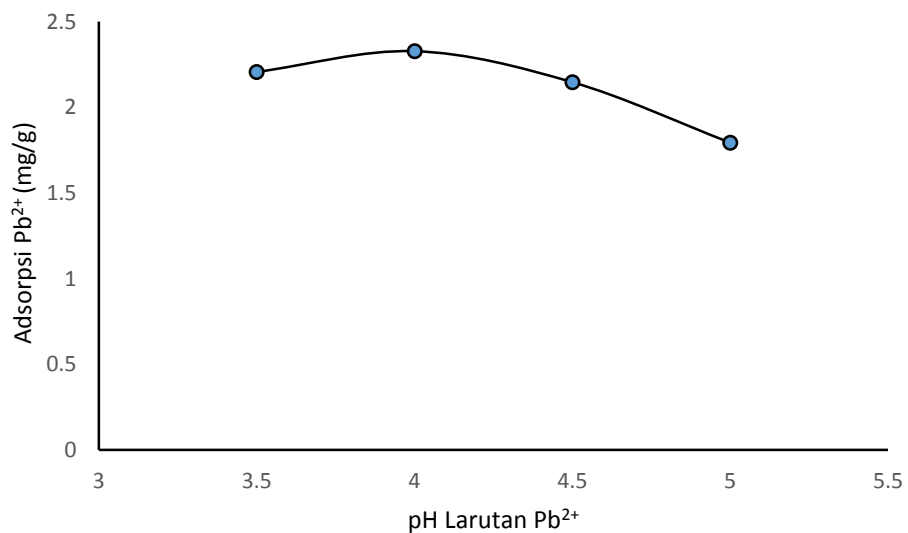
4.2 Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif

Kulit Pisang Raja

4.2.1 Penentuan pH Optimum

Penentuan derajat keasaman (pH) dalam proses adsorpsi merupakan parameter yang sangat penting karena pH mempengaruhi muatan situs aktif dari permukaan adsorben yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam dan mempengaruhi kelarutan dari ion logam dalam larutan. (Ni'mah & Ulfin, 2007)

Penentuan pH optimum ini dilakukan dengan mengontakkan 0,3006 gram arang aktif kulit pisang raja ke dalam 50 mL larutan Pb^{2+} 20 ppm selama 40 menit dengan variasi pH 3,5; 4; 4,5; dan 5. Data yang diperoleh dari Lampiran 6 dapat dibuat grafik hubungan antara pH larutan Pb^{2+} dan adsorpsi Pb^{2+} (mg/g) seperti yang disajikan pada Gambar 4.1



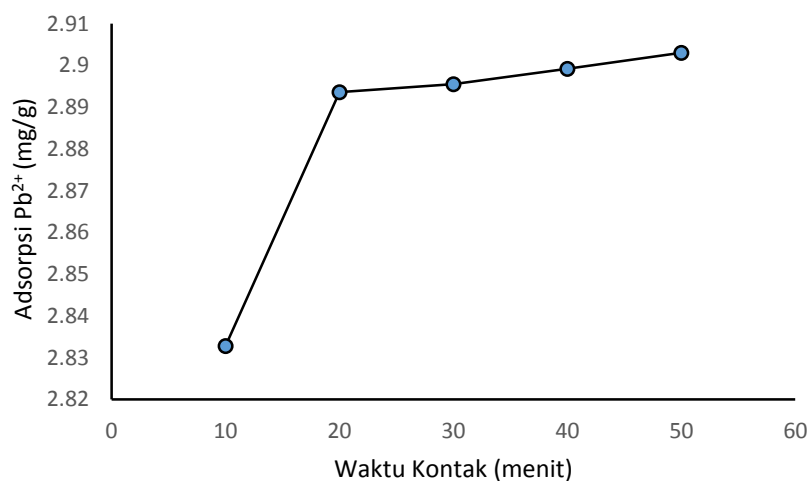
Gambar 4.1. Grafik Hubungan antara pH larutan Pb^{2+} dan Adsorpsi Pb^{2+} (mg/g)

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa adsorpsi Pb^{2+} dipengaruhi oleh pH awal larutan. Ketika pH larutan Pb^{2+} 3,5 diperoleh penyerapan Pb^{2+} sebesar 2,2069 mg/g, rendahnya penyerapan yang terjadi disebabkan karena pada pH yang rendah, permukaan arang aktif kulit pisang raja dikelilingi oleh ion H^+ atau bermuatan positif sehingga terjadi penolakan elektrostatis terhadap Pb^{2+} . Sedangkan pada pH 4, penyerapan yang diperoleh meningkat yaitu sebesar 2,3281 mg/g, hal ini disebabkan karena jumlah ion H^+ mulai berkurang sehingga mulai terjadi interaksi antara permukaan arang aktif kulit pisang raja dengan Pb^{2+} . Selanjutnya ketika pH 4,5 adsorpsi Pb^{2+} mengalami penurunan sampai pH 5. Penurunan yang terjadi disebabkan sudah mulai jenuh dan mulai mengendap karena Pb^{2+} akan terbentuk spesies $Pb(OH)_2$ pada pH 9 akibat hasil kali kelarutan yang sudah melebihi K_{sp} $Pb(OH)_2$ yaitu 3×10^{-16} . Pengendapan yang terjadi akan mempengaruhi interaksi arang aktif kulit pisang raja dengan Pb^{2+} , yaitu semakin banyak ion Pb^{2+} yang lebih dulu mengendap, maka Pb^{2+} dalam larutan berkurang sehingga setelah diserap oleh arang aktif kulit pisang raja, Pb^{2+} dalam larutan semakin berkurang. Pernyataan tersebut didukung oleh Kristiyani, dkk (2012) yang mengatakan bahwa apabila pH larutan melewati pH optimumnya, penyerapan berkurang karena pada pH yang tinggi terdapat lebih banyak ion OH^- sehingga ion-ion logam mulai mengendap. Penyerapan juga rendah apabila pH terjadi dibawah optimumnya karena dengan konsentrasi H^+ yang terlalu tinggi maka dapat menghalangi interaksi antara ion logam dan material tersebut. Jadi, dapat disimpulkan bahwa adsorpsi Pb^{2+} oleh arang aktif kulit pisang raja mencapai penyerapan optimum pada pH 4.

4.2.2 Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan

Penelitian mengenai variasi waktu kontak mempunyai tujuan untuk mengetahui waktu kontak yang dibutuhkan pada interaksi antara arang aktif kulit pisang raja sebagai adsorben dan Pb^{2+} sebagai adsorbat karena kecepatan reaksi tergantung pada jumlah tumbukan persatuan waktu. Semakin banyak tumbukan yang terjadi maka reaksi semakin cepat berlangsung sampai setimbang.

Penentuan waktu kontak yang dibutuhkan dilakukan dengan mengkontakkan 0,3006 gram arang aktif kulit pisang raja ke dalam 50 mL larutan Pb^{2+} 20 ppm dengan pH optimum yang diperoleh dari percobaan sebelumnya yaitu pH 4 dengan variasi waktu kontak 10, 20, 30, 40, dan 50 menit. Hasil data yang diperoleh dari Lampiran 7 kemudian dibuat grafik hubungan antara waktu kontak (menit) dan adsorpsi Pb^{2+} (mg/g) seperti disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Hubungan antara Waktu Kontak (menit) dan Adsorpsi Pb^{2+} (mg/g)

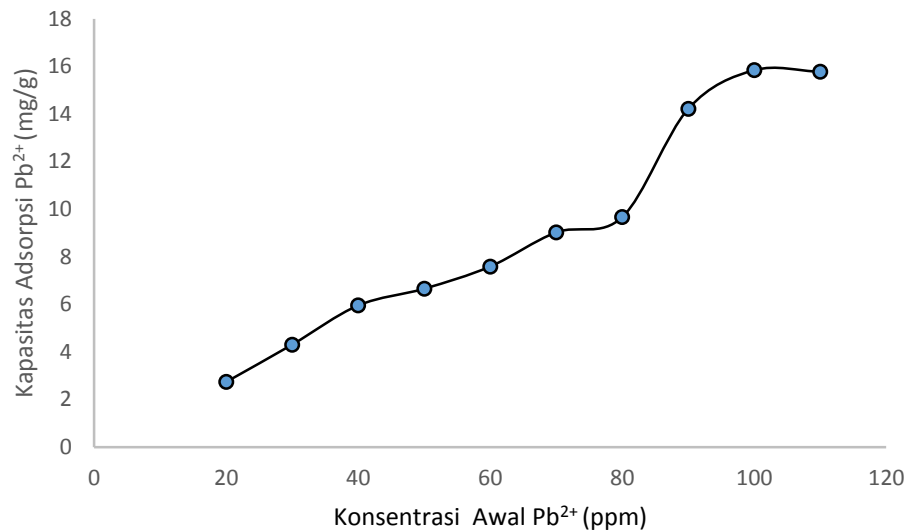
Gambar 4.2 menunjukkan, adsorpsi ion logam meningkat dengan bertambahnya waktu kontak. Hal ini disebabkan karena semakin lama interaksi

adsorben dengan adsorbat memungkinkan semakin banyaknya tumbukan yang terjadi antara arang aktif kulit pisang raja dan Pb^{2+} , sehingga semakin banyak adsorbat yang terserap. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat pada menit ke 10, permukaan adsorben masih belum terlalu banyak menyerap ion Pb^{2+} yaitu dengan penyerapan yang dihasilkan sebesar 2,8328 mg/g. Selanjutnya adsorpsi meningkat tajam pada menit ke 20 dengan penyerapan sebesar 2.8936 mg/g. Ketika waktu kontak diatas 20 menit, kenaikan penyerapan tidak terlalu signifikan atau hampir konstan. Sehingga hal ini dapat dikatakan bahwa waktu yang dibutuhkan oleh arang aktif kulit pisang raja untuk adsorpsi terhadap Pb^{2+} adalah 20 menit.

4.2.3 Penentuan Konsentrasi Awal Optimum

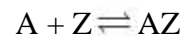
Optimasi konsentrasi bertujuan untuk mengetahui besarnya konsentrasi adsorbat optimum yang dapat diadsorpsi oleh adsorben. Semakin tinggi konsentrasi adsorbat maka semakin cepat laju adsorpsinya. Namun, pada kondisi tertentu akan menjadi stabil karena sudah mencapai titik jenuh sehingga terjadi proses kesetimbangan (Zulfa, 2011).

Penentuan konsentrasi Pb^{2+} optimum pada penelitian ini dilakukan dengan cara menginteraksikan 0,3006 gram arang aktif kulit pisang raja kedalam 50 mL larutan Pb^{2+} dengan variasi konsentrasi 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, dan 110 ppm. pH larutan Pb^{2+} diatur pH 4 dan waktu kontak adsorpsi dilakukan selama 20 menit, yang merupakan pH dan waktu kontak yang telah diperoleh dari percobaan sebelumnya. Data yang diperoleh dari Lampiran 8 selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi awal Pb^{2+} (ppm) dan adsorpsi Pb^{2+} (mg/g) seperti yang disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Awal Pb²⁺ (ppm) dan Adsorpsi Pb²⁺ (mg/g)

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi awal Pb²⁺ maka semakin cepat laju adsorpsinya yang berarti semakin banyak jumlah ion logam yang teradsorpsi oleh arang aktif kulit pisang raja. Berdasarkan Gambar 4.3, penyerapan konsentrasi awal Pb²⁺ oleh arang aktif kulit pisang raja masih cenderung sedikit dikarenakan konsentrasi awal yang masih cukup rendah menyebabkan ion Pb²⁺ yang diserap kurang maksimal pula. Proses penyerapan Pb²⁺ semakin meningkat hingga konsentrasi 100 ppm dengan penyerapan yang dihasilkan sebesar 15,8440 mg/g. Sedangkan pada konsentrasi 110 ppm, adsorpsi mulai mengalami penurunan dengan penyerapan yang di hasilkan sebesar 15,7782 mg/g. Keadaan ini berarti adsorpsi oleh permukaan arang aktif telah mencapai titik jenuh dan telah mencapai kesetimbangan. Kesetimbangan adsorpsi dapat dituliskan sebagai berikut :



Keterangan :

A = Molekul adsorbat

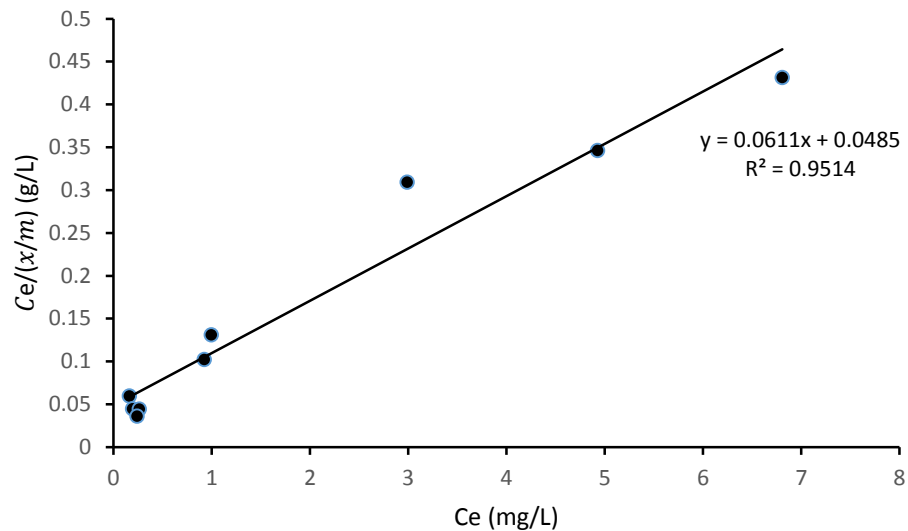
Z = Molekul adsorben

AZ = Kompleks adsorben dan adsorbat

Reaksi kesetimbangan tersebut, penambahan adsorbat menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kanan yaitu ke arah produk. Hal ini berarti terjadi penambahan jumlah ion logam yang teradsorpsi (Oscik, 1982).

4.3 Penentuan Kapasitas dan Energi Adsorpsi Ion Pb²⁺

Penentuan kapasitas adsorpsi dan energi adsorpsi Pb²⁺ ditentukan menggunakan model isoterm adsorpsi dengan data yang diperoleh dari penentuan konsentrasi optimum. Model isoterm adsorpsi yang digunakan adalah isoterm adsorpsi Langmuir dan isoterm adsorpsi Freundlich. Hasil data yang diperoleh dari Lampiran 9 menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi yang diperoleh pada isoterm adsorpsi Langmuir lebih besar yaitu sebesar 0,9514 dibandingkan dengan nilai koefisien regresi yang diperoleh pada isoterm adsorpsi Freundlich yang hanya sebesar 0,8434. Grafik linearitas isoterm Langmuir hasil penelitian disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik Linearitas Langmuir

Persamaan Langmuir yang diperoleh, yaitu $y = 0,0611x + 0,0485$ digunakan untuk menentukan harga kapasitas adsorpsi, konstanta kesetimbangan dan energi adsorpsi Pb^{2+} . Hasil perhitungan parameter adsorpsi Langmuir yang diperoleh dari Lampiran 9 dan 10 disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Parameter Adsorpsi Langmuir

Larutan	R^2	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	Konstanta Kesetimbangan	Energi Adsorpsi (kJ/mol)
Pb^{2+}	0,9514	16,3666	613,41	16,0103

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa harga kapasitas adsorpsi arang aktif kulit pisang raja dalam menyerap Pb^{2+} sebesar 16,3666 mg/g. Konstanta kesetimbangan yang dihasilkan pada adsorpsi ini sebesar 613,41. Konstanta kesetimbangan tersebut digunakan untuk menentukan nilai energi adsorpsi yaitu sebesar 16,0103

kJ/mol. Harga energi adsorpsi menggambarkan jumlah energi interaksi elektrostatik dan energi ikatan kimia antara ion logam dan adsorben. Energi yang dilepaskan pada adsorpsi ini $< 20,92$ kJ/mol, maka adsorpsinya merupakan adsorpsi fisika. Apriliani (2010) menyebutkan bahwa adsorpsi fisika berarti gaya tarik yang terjadi antara adsorbat dan permukaan adsorben relatif lemah. Berdasarkan hasil energi yang diperoleh tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa berperan besar untuk menyerap ion Pb^{2+} adalah pori-pori arang aktif.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Karakteristik arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 yang baik untuk digunakan sebagai adsorben ion Pb^{2+} adalah arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 2,5 M yang meliputi daya serap arang aktif terhadap iodin sebesar 425,4425 mg/g, kadar air sebesar 0,6399 %, kadar abu sebesar 2,4135 %, luas permukaan sebesar 3,431 m^2/g dan rata-rata jari-jari pori sebesar 32,3493 Å.
2. pH optimum adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 terjadi pada pH 4 dengan penyerapan 2,3281 mg/g.
3. Waktu kontak yang dibutuhkan terhadap adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 adalah 20 menit dengan penyerapan 2.8936 mg/g.
4. Konsentrasi Pb^{2+} optimum pada adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 adalah 100 ppm dengan penyerapan 15,8440 mg/g.
5. Kapasitas adsorpsi ion Pb^{2+} oleh arang aktif kulit pisang raja diperoleh dari persamaan isoterm adsorpsi Langmuir sebesar 16,3666 mg/g dan energi adsorpsi ion Pb^{2+} sebesar 16,0103 kJ/mol.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap penyerapan ion logam pada limbah industri Pb^{2+} menggunakan arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 dengan kondisi optimum.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan arang kulit pisang raja teraktivasi H_2SO_4 sisa adsorpsi ion logam berat sebagai bahan lain yang bermanfaat seperti bahan campuran bangunan, briket arang, dan sebagainya demi mencegah timbulnya masalah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiany, H., S. Bahri & Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science*. 2(3) : 75 – 86
- Amri, A., Supranto & M.Fahrurozi. 2004. Kesetimbangan Adsorpsi Optional Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) dengan Zeolit Alam Terimpregnasi 2-merkaptobenzotiazol. *Jurnal Natur Indonesia*. 6(2) : 111 – 117
- Amrita. 2014. *Adsorption Isoterm*. <http://amrita.vlab.co.in/?sub=2&brch=190&sim=606&cnt=1>. Diakses pada tanggal 19 November 2014
- Anhwange, B.A., T.J Ugye & T.D. Nyiaatagher. 2009. Chemical Composition Of Musa Sapientum (Banana) Peels. *Jurnal Elektronik*. 8(6) : 437-442
- Apriliani, A. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, dan Pb dalam Air Limbah. *Skripsi*. Jakarta : Universitas Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta
- Atabak, H.R.H., H.G. Tuedeshki., A. Shafaroudi., M. Akbari., J.S. Ghomi & M.S. Niassar. 2013. Production of Activated Carbon from Cellulose Wastes. *Journal of Chemical and Petroleum Engineering*. 47(1) : 13-25
- Atkins PW. 1999. *Kimia Fisik*. Edisi ke-4. Irma IK penerjemah, Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Physical Chemistry.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. *Arang Aktif Teknis*. SNI 06-3730-1995
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Air dan air limbah – Bagian 8: Cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala*. SNI 06-6989.8-2004
- Baig, T.H., A.E. Gracia., K.J. Tiemann & J.L. Gardea-Torresdey. 1999. Adsorption of Heavy Metal Ions by the Biomass of Solanum Elaeagnifolium (Silverleaf nightshade), *Proceedings of the 1999 Conference on Hazardous Waste Research*. El Paso : Departemen of Chemistry and Environmental Sciences and Engineering, University of Texas
- Bambang. 2011. *Instrumen SAA (Surface Area Analyzer)*. <http://anekakimia.blogspot.com/2011/06/instrumen-saa-surface-area-analyzer.html>. Di akses pada tanggal 19 November 2014
- Darmayanti., N. Rahman & Supriadi. 2012. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH. *Jurnal Akademika Kimia*. 1(4) : 159 – 165

- Handayani, M & E. Sulistiyono. 2009. Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) Oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*. Bandung : BATAN
- Hanum, F., I.M.D. Kaban & M.A.Tarigan. 2012. Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia*. 1(2) : 21-26
- Hasrianti. 2012. Adsorpsi Ion Cd^{2+} dan Cr^{6+} Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong. *Tesis*. Makassar : Universitas Hasanuddin Makassar
- Hoong, P.K. 2013. Biosorption of Heavy Metal Ions from Industrial Waste Water by Banana Peel Based Biosorbent. *Dissertation*. Iskandar : Universiti Teknologi Petronas
- Juncosa, E.C. 2008. Adsorption properties of synthetic iron oxides. *Thesis*. Lulea University of Technology
- Kristiyani, D., E.B. Susatyo & A.T. Prasetya. 2012. Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Ion Pb^{2+} Pada Air Sumur. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 1(1) : 13 - 19
- Kundari, N.A & S.Wiyuniati.2008. Tinjauan Keseimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit. *Seminar Nasional IV*. Yogyakarta : Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir
- Kurniasari,L., I.Riwayati & Suwardiyono. 2012. Pektin Sebagai Alternatif Bahan Baku Biosorben Logam Berat. *Jurnal Momentum*. 8(1) : 1-5
- Luqman,N.A. 2012. Keberadaan Jenis Dan Kultivar Serta Pemetaan Persebaran Tanaman Pisang (*Musa Sp*) Pada Ketinggian Yang Berbeda Di Pegunungan Kapur Kecamatan Ayah Kabupaten Kebumen. *Skripsi*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- Miranti, S.T. 2012. Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu dengan Metode Aktivasi Terkontrol Menggunakan Activating Agent H_3PO_4 dan KOH. *Skripsi*. Depok : Universitas Indonesia
- Ni'mah Y.L. & I. Ulfin. 2007. Penurunan Kadar Tembaga dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Bulu Ayam. Institut Teknologi Sepuluh November. *Akta Kimindo Indonesia*. 2(1) : 57 – 66
- Nurrohmi, O. 2011. Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Adsorben Ion Logam Cd^{2+} . *Skripsi*. Depok : Universitas Indonesia
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. England : Ellos Horwood.
- Philomina,J.S & I.V. Enoch. 2012. Adsorption of Ferric Ions on to Banana Peel Carbon and Tapioca Peel Carbon Activated by Microwave, Thermal, and Chemical Means. *Journal IJAPBC*. 1(4) : 540-545
- Pitriani, P. 2010. Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) untuk

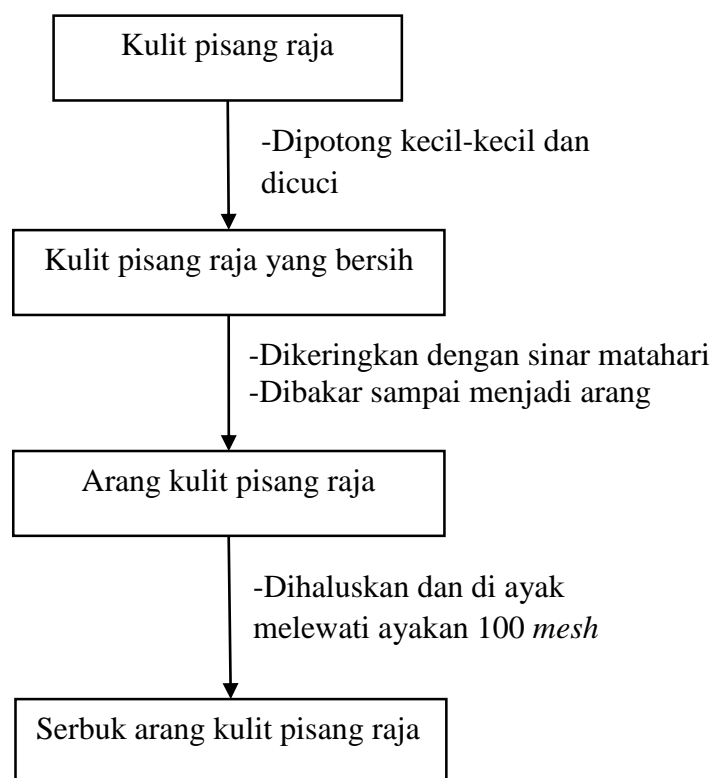
- Pemurnian Natrium Silikat. *Skripsi*. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Rahmawati, Y. 2012. *Timbal (Pb)*. <http://anor2yulirahmawati.blogspot.com/2012/03/timbal-pb.html>. Diakses pada tanggal 12 November 2014.
- Riapanitra, A & R. Andreas. 2010. Pemanfaatan Arang Batok Kelapa dan Tanah Humus Baturraden untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr). *Jurnal MIPA*, 5(2) : 66-74.
- Shabanzadeh, A. 2012. Production of Activated Carbon within the Indirect Gasification Process. *Thesis*. Sweden : Chalmers University of Technology
- Sherly, A & S.E. Cahyaningrum. 2014. Aktivasi Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata L.*) dengan H₂SO₄ dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Cr(VI). *Journal of Chemistry*. 3(1) : 22-25
- Soemirat, J. 2005. *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Sudarmadji., J.Mukono & Corie. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2(2) : 129-142
- Wahyuni, S. 2011. *Kimia Fisika 2*. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Widodo, D.S & R.A. Lusiana. 2010. *Kimia Analisis Kuantitatif*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Zulfa, A. 2011. Uji Adsorpsi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Zeolit Alam Malang dan Lampung. *Skripsi*. Depok : Universitas Indonesia
- Zulfikar, M., A.B. Birawida & Ruslan. 2014. Kandungan Timbal (Pb) Pada Air Laut Dan Ikan Baronang (*Siganus Spinus*) Di Perairan Pesisir Kota Makassar. *Artikel*. Makassar : Universitas Hassanudin

LAMPIRAN

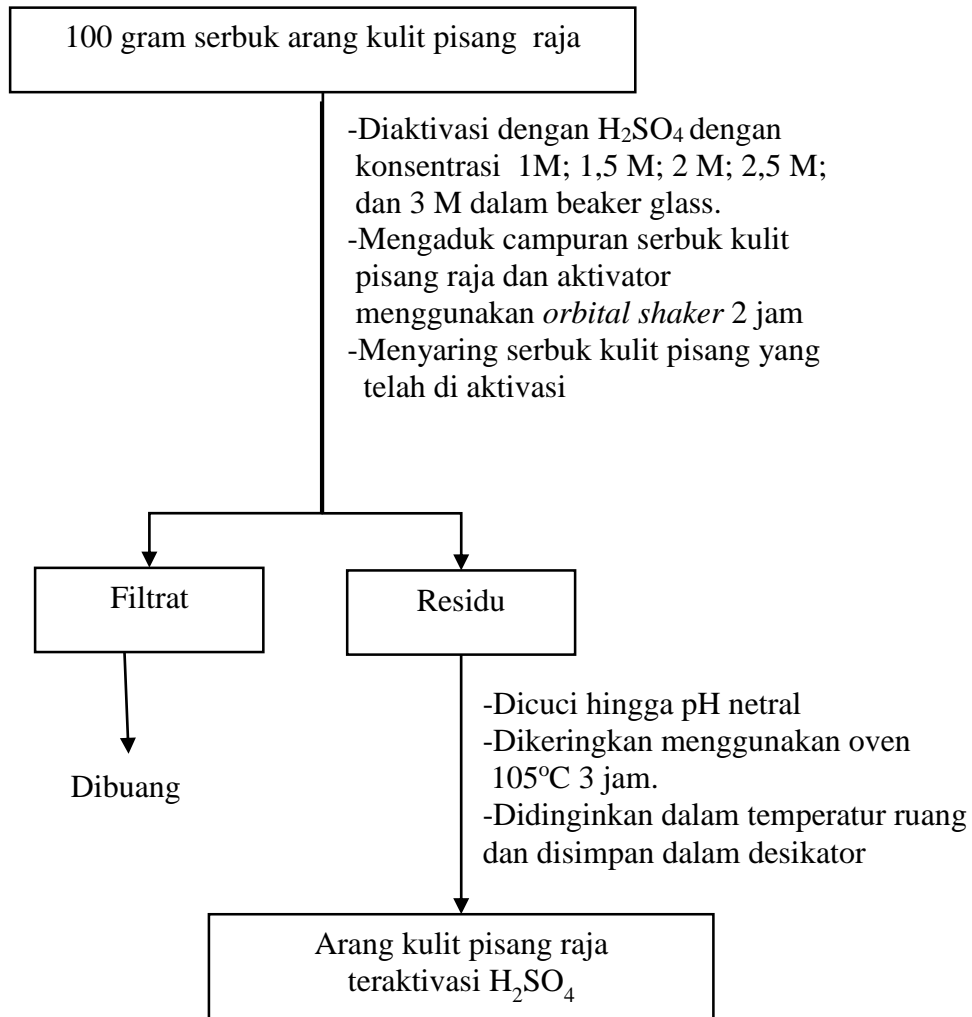
Lampiran 1

Diagram Alir Penelitian

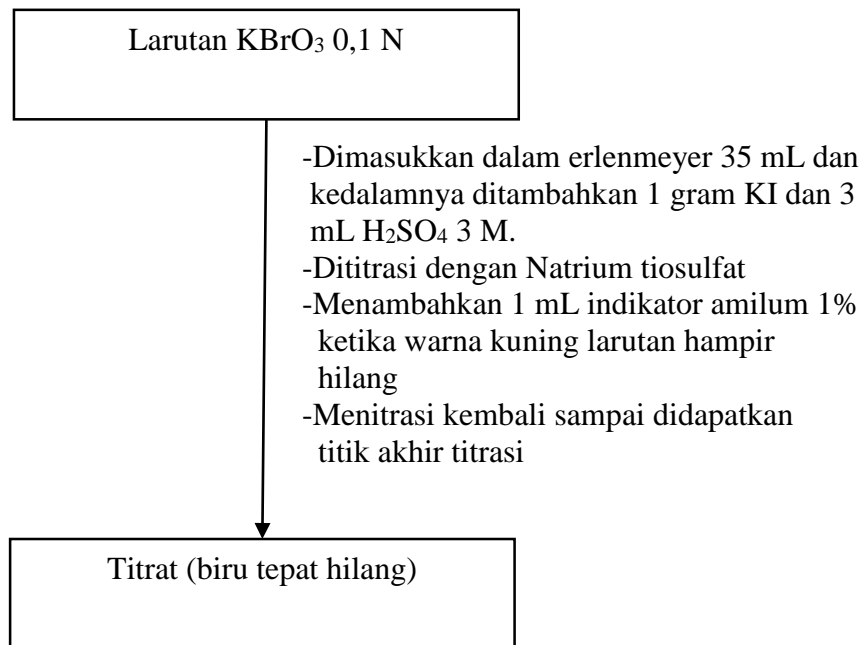
1. Preparasi Bahan Adsorben



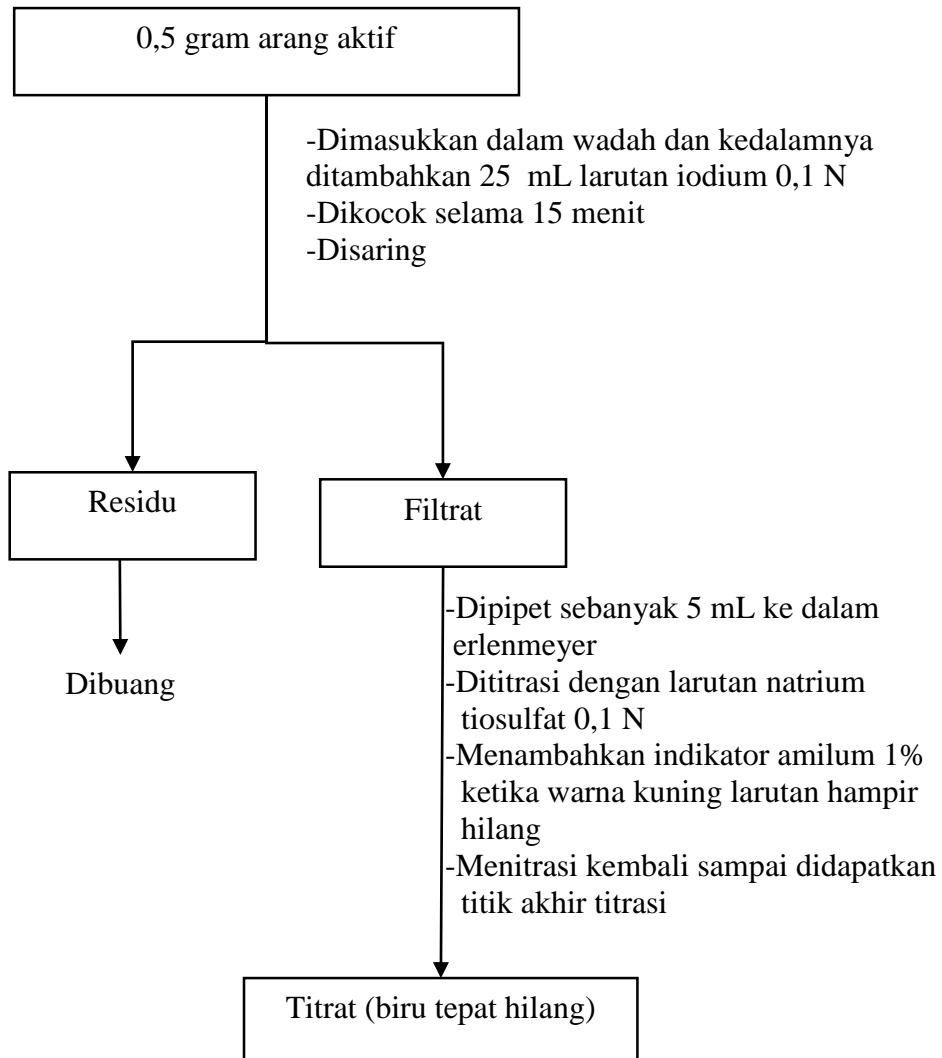
2. Aktivasi Kimia Adsorben



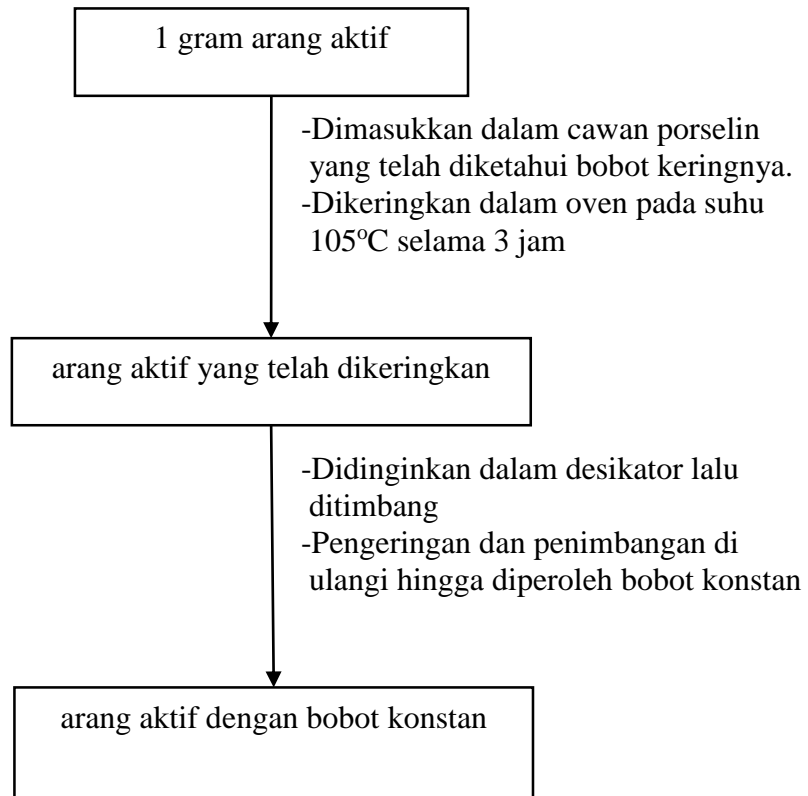
3. Standarisasi Natrium Tiosulfat dengan KBrO_3



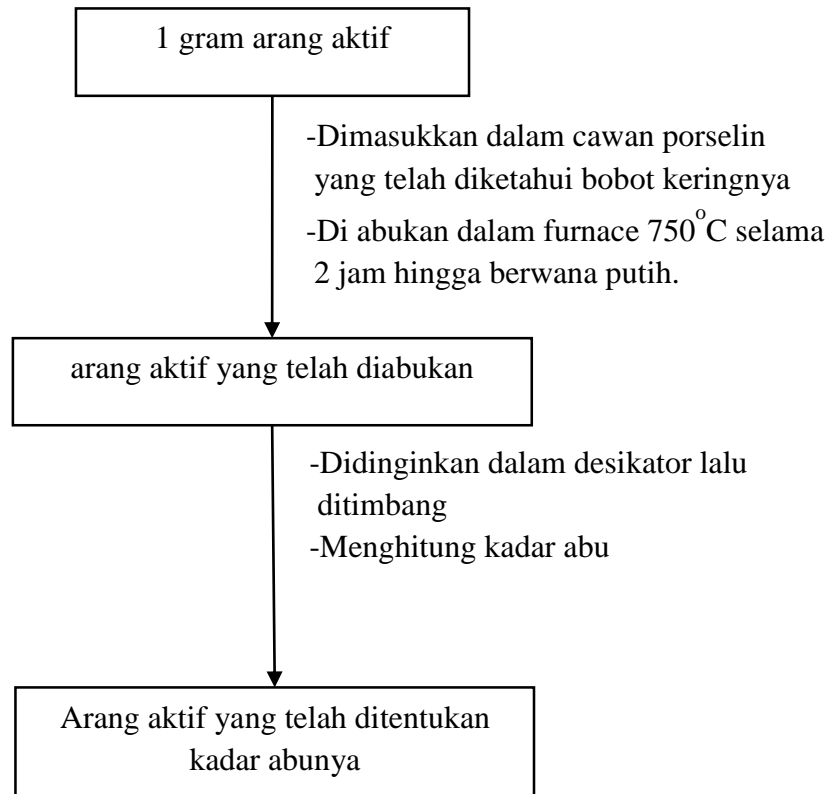
4. Penentuan Daya Serap Arang Aktif terhadap Iodin



5. Penentuan Kadar Air



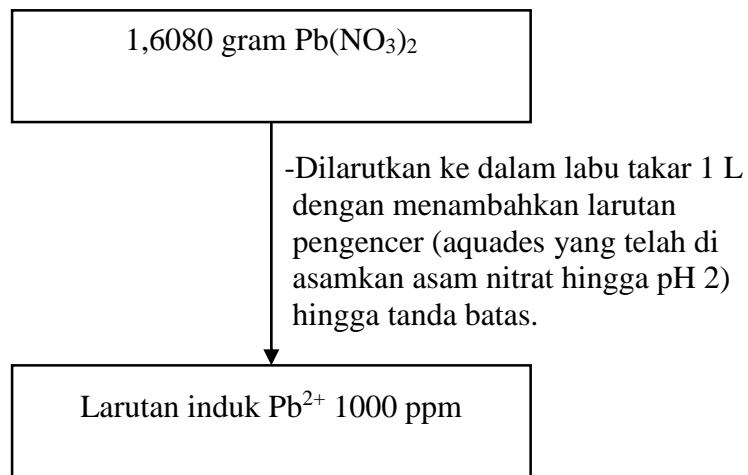
6. Penentuan Kadar Abu



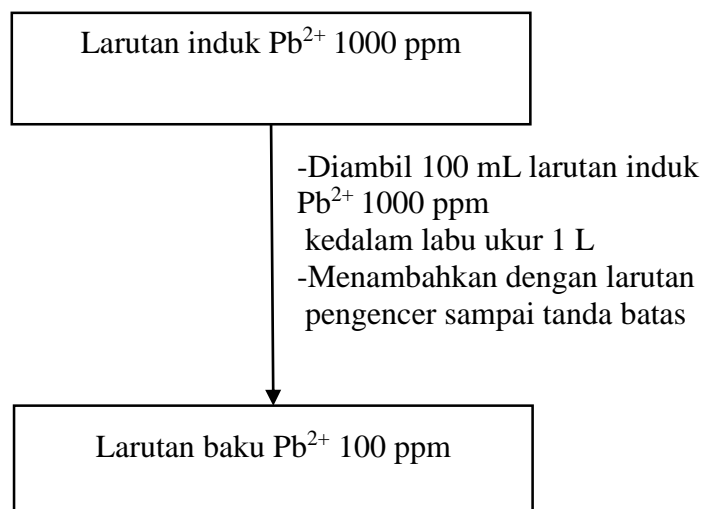
7. Penentuan Luas Permukaan dan Ukuran Pori Menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA)

Arang tanpa aktivasi dan arang teraktivasi yang menunjukkan hasil kadar air, kadar abu, dan iod yang baik digunakan untuk menentukan luas permukaan dan ukuran pori menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA)

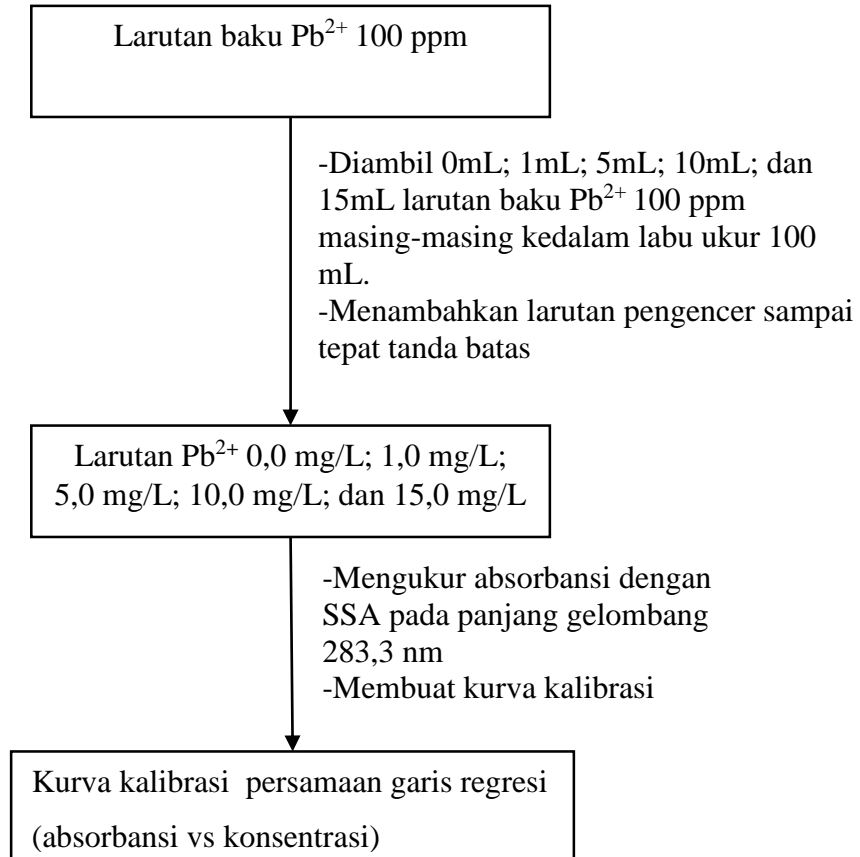
8. Pembuatan Larutan Induk Pb^{2+} 1000 ppm



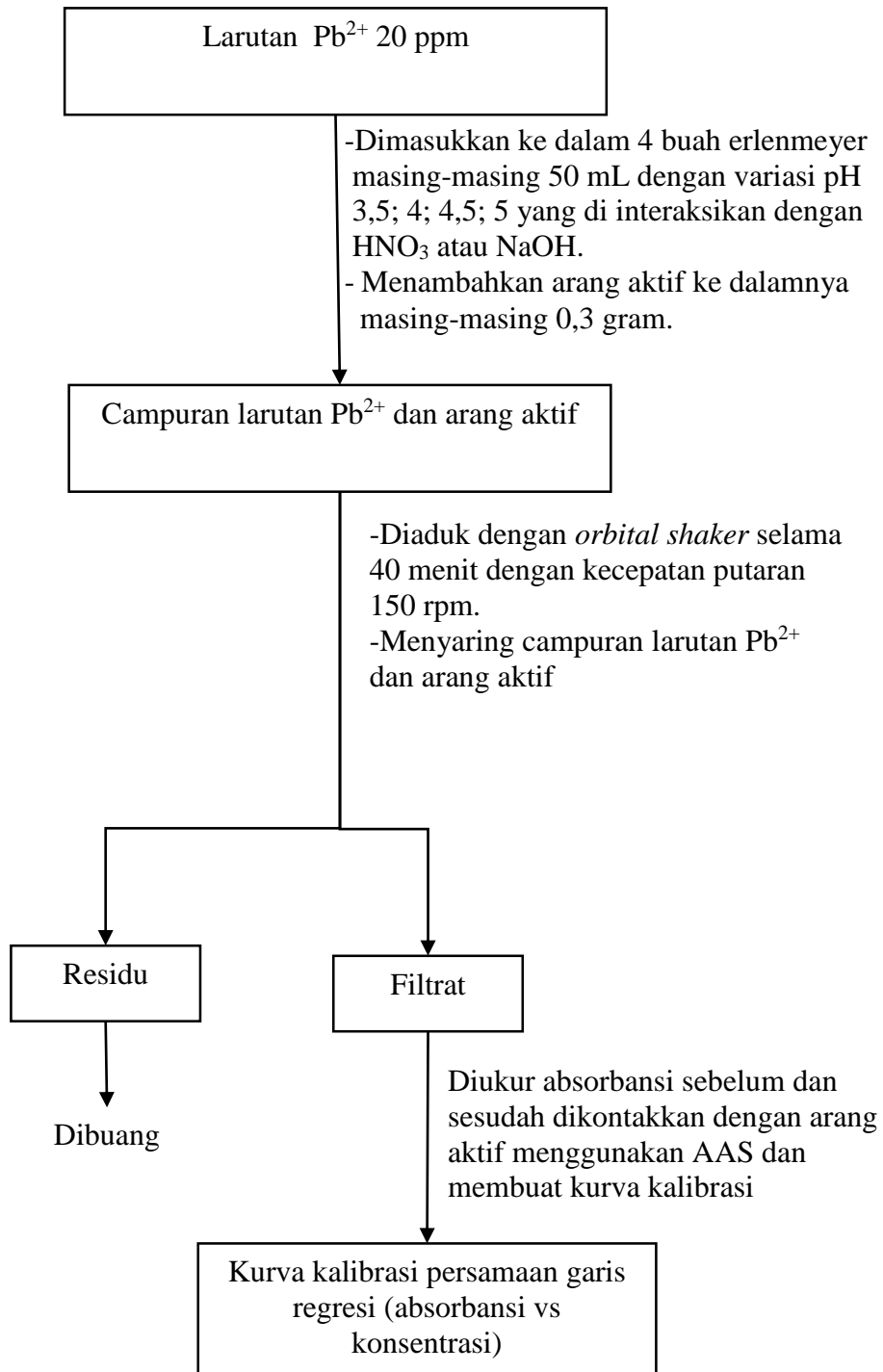
9. Pembuatan Larutan Baku Pb^{2+} 100 ppm



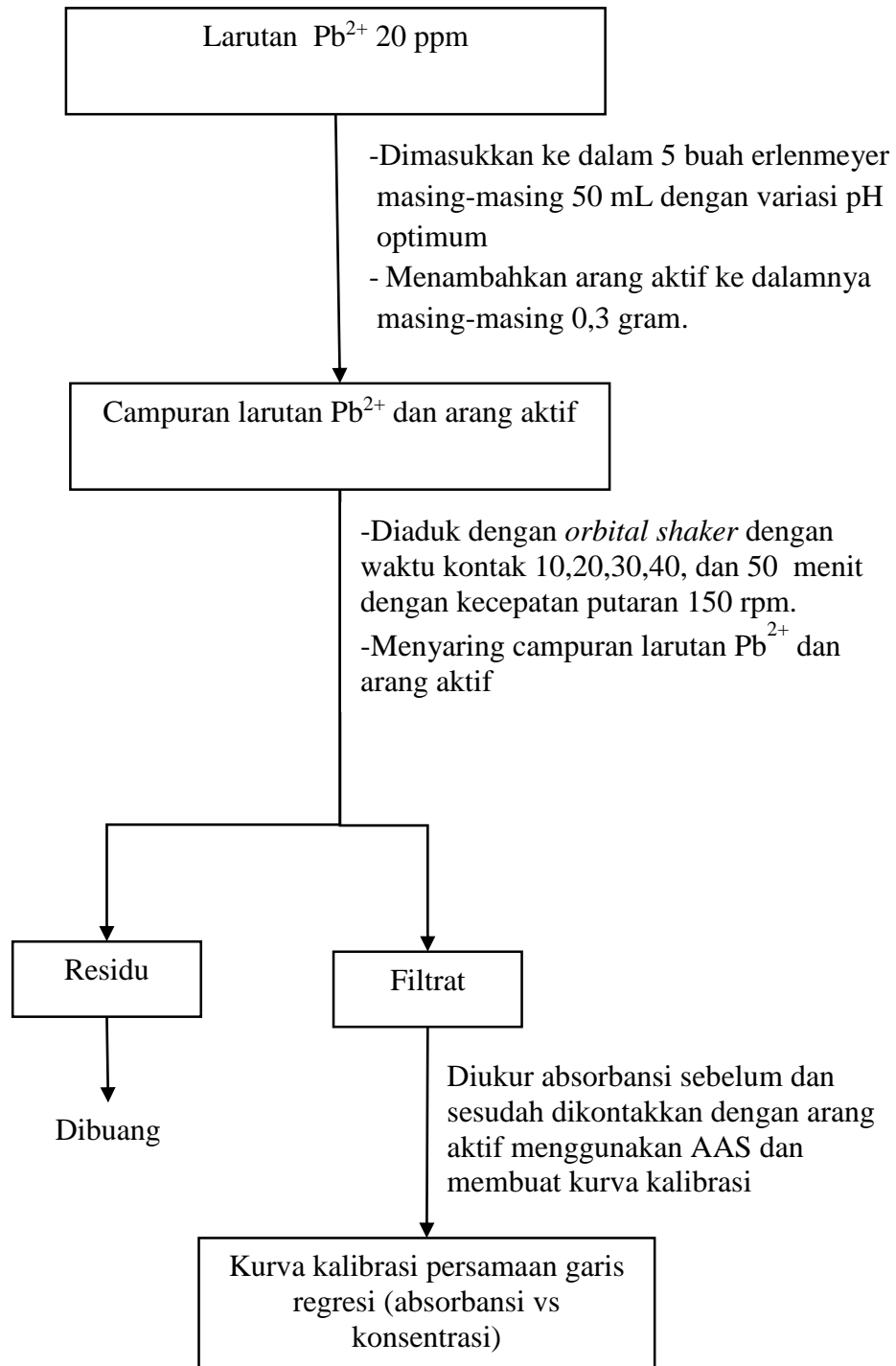
10. Pembuatan Kurva Kalibrasi



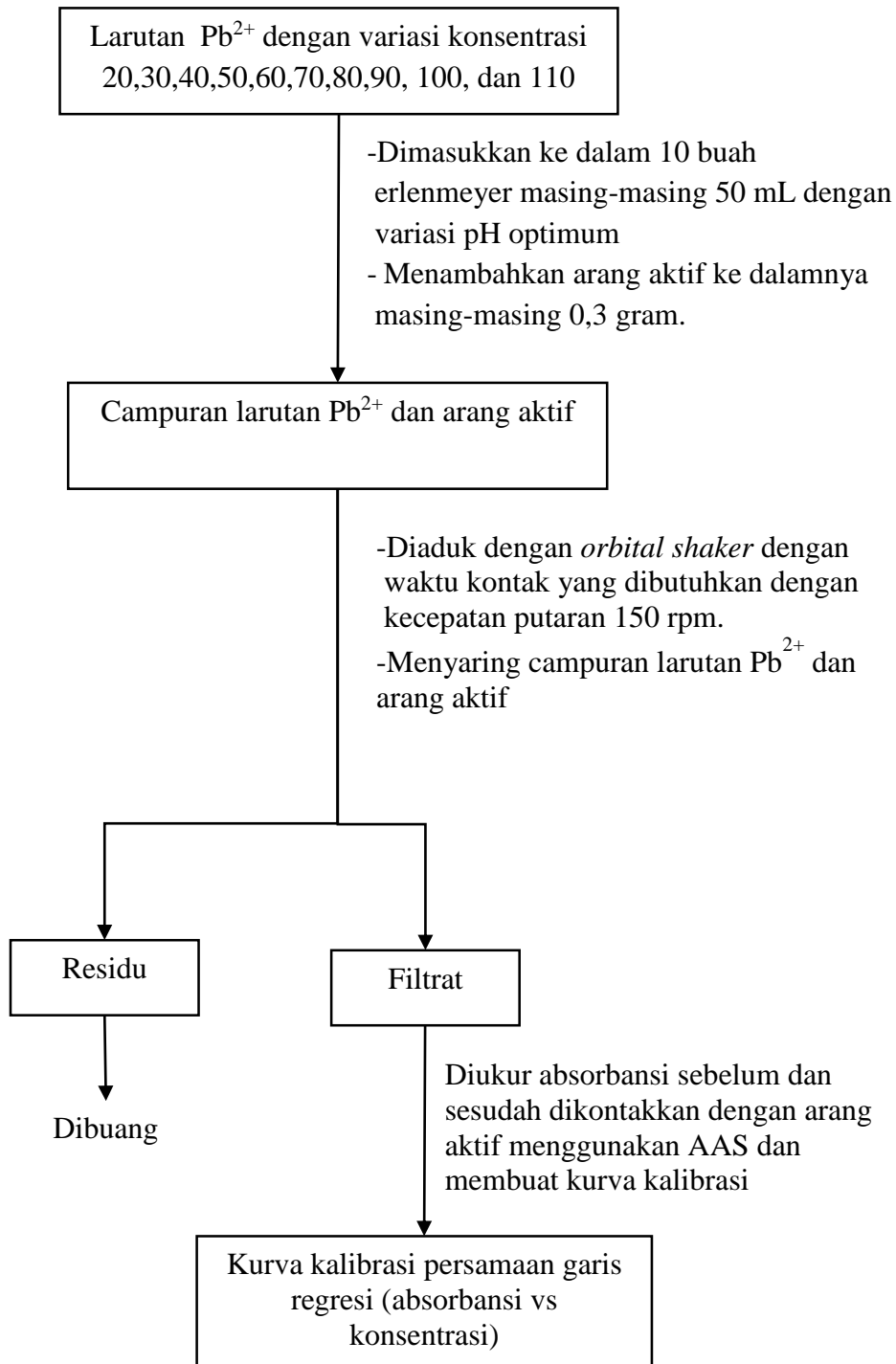
11. Penentuan pH Optimum



12. Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan



13. Penentuan Konsentrasi Awal Optimum



Lampiran 2

Data Penentuan Daya Serap Arang Aktif Kulit Pisang Raja Terhadap Iodin

1. Perhitungan Standarisasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan KBrO_3 0,1 N

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$0,1 \times 35 = N_2 \times 36$$

$$N_2 = 0,0972 \rightarrow \text{dilakukan duplo menghasilkan hasil yang sama}$$

2. Data Pengamatan Daya Serap Arang Aktif Kulit Pisang Raja Terhadap Iodin

Konsentrasi Aktivator H_2SO_4 (M)	Massa Arang (gram)	Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	Iodin yang diserap (mg/g)
0 I	0,5007	5,1	12,7319
0 II	0,5008	5	
1 I	0,5006	1,8	413,2750
1 II	0,5006	1,8	
1,5 I	0,5006	2	388,4308
1,5 II	0,5006	2	
2 I	0,5005	2,1	370,2527
2 II	0,5005	2,2	
2,5 I	0,5006	1,7	425,4424
2,5 II	0,5006	1,7	
3 I	0,5007	2,1	376,1497
3 II	0,5008	2,1	

3. Perhitungan Daya Serap Arang Aktif Kulit Pisang Raja Terhadap Iodin

0 M (kontrol)

$$\text{gram I}_2 \text{ awal} = 0,3178 \text{ gram}$$

$$= 317,8 \text{ mgram}$$

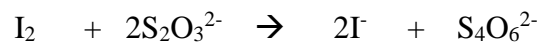
gram I₂ akhir dengan volume 5 mL I₂ :

$$\text{mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = V \times N \times \text{valensi}$$

$$= 5,05 \times 0,0972 \times 1$$

$$= 0,4908 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol I}_2 = x \text{ mmol}$$



$$\text{m : } \quad x \quad \quad 0,4908$$

$$\text{r : } \quad 0,2454 \quad 0,4908 \quad \quad 0,4908 \quad 0,2454 \quad -$$

$$\text{s : } \quad - \quad \quad - \quad \quad 0,4908 \quad 0,2454$$

mmol I₂ adalah :

$$x - 0,2454 = 0$$

$$x = 0,2454 \text{ mmol}$$

$$\text{mgram I}_2 \text{ akhir} = \text{mmol I}_2 \times \text{Mr}$$

$$= 0,2454 \times 253,81$$

$$= 62,2849 \text{ mgram}$$

Jadi, mgram I₂ akhir dengan volume 25 mL I₂ :

$$= 62,2849 \times \frac{25}{5}$$

$$= 62,2849 \times \frac{25}{5}$$

$$= 311,4245 \text{ mgram}$$

$$\begin{aligned} I_2 \text{ terserap} &= \frac{I_2 \text{ awal} - I_2 \text{ akhir}}{\text{gram adsorben}} \\ &= \frac{317,8 - 311,4245}{0,50075} \\ &= 12,7319 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Konsentrasi 1 M

$$\text{gram } I_2 \text{ awal} = 0,3178 \text{ gram}$$

$$= 317,8 \text{ mgram}$$

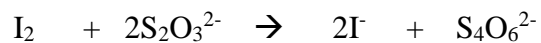
gram I_2 akhir dengan volume 5 mL I_2 :

$$\text{mmol } Na_2S_2O_3 = V \times N \times \text{valensi}$$

$$= 1,8 \times 0,0972 \times 1$$

$$= 0,1749 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol } I_2 = x \text{ mmol}$$



$$m : \quad x \quad \quad 0,1749$$

$$r : \quad 0,0874 \quad 0,1749 \quad \quad 0,1749 \quad 0,0874 \quad -$$

$$s : \quad - \quad \quad - \quad \quad 0,1749 \quad 0,0874$$

mmol I_2 adalah :

$$x - 0,0874 = 0$$

$$x = 0,0874 \text{ mmol}$$

$$\text{mgram } I_2 \text{ akhir} = \text{mmol } I_2 \times Mr$$

$$= 0,0874 \times 253,81$$

$$= 22,1829 \text{ mgram}$$

Jadi, mgram I_2 akhir dengan volume 25 mL I_2 :

$$= 22,1829 \times \frac{25}{5}$$

$$= 22,1829 \times \frac{25}{5}$$

$$= 110,9145 \text{ mgram}$$

$$\begin{aligned} I_2 \text{ terserap} &= \frac{I_2 \text{ awal} - I_2 \text{ akhir}}{\text{gram adsorben}} \\ &= \frac{317,8 - 110,9145}{0,5006} \\ &= 413,2750 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Konsentrasi 1,5 M

$$\text{gram } I_2 \text{ awal} = 0,3178 \text{ gram}$$

$$= 317,8 \text{ mgram}$$

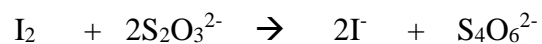
gram I_2 akhir dengan volume 5 mL I_2 :

$$\text{mmol } Na_2S_2O_3 = V \times N \times \text{valensi}$$

$$= 2 \times 0,0972 \times 1$$

$$= 0,1944 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol } I_2 = x \text{ mmol}$$



$$m : \quad x \quad 0,1944$$

$$r : \quad 0,0972 \quad 0,1944 \quad 0,1944 \quad 0,0972 \quad -$$

$$s : \quad - \quad - \quad 0,1944 \quad 0,0972$$

mmol I₂ adalah :

$$x - 0,0972 = 0$$

$$x = 0,0972 \text{ mmol}$$

$$\begin{aligned} \text{mgram I}_2 \text{ akhir} &= \text{mmol I}_2 \times \text{Mr} \\ &= 0,0972 \times 253,81 \\ &= 24,6703 \text{ mgram} \end{aligned}$$

Jadi, mgram I₂ akhir dengan volume 25 mL I₂ :

$$= 24,6703 \times \frac{25}{5}$$

$$= 24,6703 \times \frac{25}{5}$$

$$= 123,3515 \text{ mgram}$$

$$\begin{aligned} \text{I}_2 \text{ terserap} &= \frac{\text{I}_2 \text{ awal} - \text{I}_2 \text{ akhir}}{\text{gram adsorben}} \\ &= \frac{317,8 - 123,3515}{0,5006} \\ &= 388,4308 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Konsentrasi 2 M

$$\begin{aligned} \text{gram I}_2 \text{ awal} &= 0,3178 \text{ gram} \\ &= 317,8 \text{ mgram} \end{aligned}$$

gram I₂ akhir dengan volume 5 mL I₂ :

$$\begin{aligned} \text{mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= V \times N \times \text{valensi} \\ &= 2,15 \times 0,0972 \times 1 \\ &= 0,2089 \text{ mmol} \end{aligned}$$

$$\text{mmol I}_2 = x \text{ mmol}$$



$$m : \quad x \quad 0,2089$$

$$r : \quad 0,1044 \quad 0,2089 \quad 0,2089 \quad 0,1044 \quad -$$

$$s : \quad - \quad - \quad 0,2089 \quad 0,1044$$

mmol I₂ adalah :

$$x - 0,1044 = 0$$

$$x = 0,1044 \text{ mmol}$$

$$\text{mgram I}_2 \text{ akhir} = \text{mmol I}_2 \times \text{Mr}$$

$$= 0,1044 \times 253,81$$

$$= 26,4977 \text{ mgram}$$

Jadi, mgram I₂ akhir dengan volume 25 mL I₂ :

$$= 26,4977 \times \frac{25}{5}$$

$$= 26,4977 \times \frac{25}{5}$$

$$= 132,4885 \text{ mgram}$$

$$\text{I}_2 \text{ terserap} = \frac{\text{I}_2 \text{ awal} - \text{I}_2 \text{ akhir}}{\text{gram adsorben}}$$

$$= \frac{317,8 - 132,4885}{0,5005}$$

$$= 370,2527 \text{ mg/g}$$

Konsentrasi 2,5 M

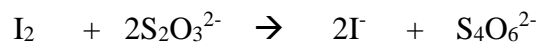
$$\text{gram I}_2 \text{ awal} = 0,3178 \text{ gram}$$

$$= 317,8 \text{ mgram}$$

gram I₂ akhir dengan volume 5 mL I₂ :

$$\begin{aligned} \text{mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= V \times N \times \text{valensi} \\ &= 1,7 \times 0,0972 \times 1 \\ &= 0,1652 \text{ mmol} \end{aligned}$$

$$\text{mmol I}_2 = x \text{ mmol}$$



$$\text{m : } x \quad 0,1652$$

$$\text{r : } \quad 0,0826 \quad 0,1652 \quad 0,1652 \quad 0,0826 \quad -$$

$$\text{s : } \quad - \quad - \quad 0,1652 \quad 0,0826$$

mmol I₂ adalah :

$$x - 0,0826 = 0$$

$$x = 0,0826 \text{ mmol}$$

$$\begin{aligned} \text{mgram I}_2 \text{ akhir} &= \text{mmol I}_2 \times \text{Mr} \\ &= 0,0826 \times 253,81 \\ &= 20,9647 \text{ mgram} \end{aligned}$$

Jadi, mgram I₂ akhir dengan volume 25 mL I₂ :

$$= 20,9647 \times \frac{25}{5}$$

$$= 20,9647 \times \frac{25}{5}$$

$$= 104,8235 \text{ mgram}$$

$$\begin{aligned} \text{I}_2 \text{ terserap} &= \frac{\text{I}_2 \text{ awal} - \text{I}_2 \text{ akhir}}{\text{gram adsorben}} \\ &= \frac{317,8 - 104,8235}{0,5006} \end{aligned}$$

$$= 425,4424 \text{ mg/g}$$

Konsentrasi 3 M

$$\text{gram I}_2 \text{ awal} = 0,3178 \text{ gram}$$

$$= 317,8 \text{ mgram}$$

gram I₂ akhir dengan volume 5 mL I₂ :

$$\text{mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = V \times N \times \text{valensi}$$

$$= 2,1 \times 0,0972 \times 1$$

$$= 0,2041 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol I}_2 = x \text{ mmol}$$



$$m : \quad x \quad \quad 0,2041$$

$$r : \quad 0,1020 \quad 0,2041 \quad \quad 0,2041 \quad 0,1020 \quad -$$

$$s : \quad - \quad \quad - \quad \quad 0,2041 \quad 0,1020$$

mmol I₂ adalah :

$$x - 0,1020 = 0$$

$$x = 0,1020 \text{ mmol}$$

$$\text{mgram I}_2 \text{ akhir} = \text{mmol I}_2 \times \text{Mr}$$

$$= 0,1020 \times 253,81$$

$$= 25,8886 \text{ mgram}$$

Jadi, mgram I₂ akhir dengan volume 25 mL I₂ :

$$= 25,8886 \times \frac{25}{5}$$

$$= 25,8886 \times \frac{25}{5}$$

$$= 129,4430 \text{ mgram}$$

$$I_2 \text{ terserap} = \frac{I_2 \text{ awal} - I_2 \text{ akhir}}{\text{gram adsorben}}$$

$$= \frac{317,8 - 129,4430}{0,50075}$$

$$= 376,1497 \text{ mg/g}$$

Lampiran 3

Data Penentuan Kadar Air Arang Aktif Kulit Pisang Raja

1. Data Pengamatan Penentuan Kadar Air Arang Aktif Kulit Pisang Raja

Konsentrasi Aktivator H ₂ SO ₄ (M)	Berat Sampel Sebelum Pemanasan (gram)	Berat Sampel Setelah Pemanasan (gram)	Kadar Air (%)
0 I	1,0002	0,7063	29,4241
0 II	1,0002	0,7055	
1 I	1,0001	0,9742	2,5547
1 II	1,0001	0,9749	
1,5 I	1,0001	0,9569	4,2941
1,5 II	1,0003	0,9576	
2 I	1,0004	0,8507	15,0047
2 II	1,0003	0,8498	
2,5 I	1,0001	0,9941	0,6399
2,5 II	1,0000	0,9932	
3 I	1,0001	0,9498	5,0184
3 II	1,0005	0,9504	

2. Perhitungan Penentuan Kadar Air Arang Aktif Kulit Pisang Raja

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Berat sampel sebelum pemanasan (gram)

b = Berat sampel setelah pemanasan (gram)

0 M (kontrol)

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1,0002-0,7059}{1,0002} \times 100\% \\ &= 29,4241 \% \end{aligned}$$

Konsentrasi 1 M

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1,0001-0,97455}{1,0001} \times 100\% \\ &= 2,5547 \% \end{aligned}$$

Konsentrasi 1,5 M

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1,0002-0,95725}{1,0002} \times 100\% \\ &= 4,2941 \% \end{aligned}$$

Konsentrasi 2 M

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1,00035-0,85025}{1,00035} \times 100\% \\ &= 15,0047 \% \end{aligned}$$

Konsentrasi 2,5 M

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1,0005-0,99365}{1,0005} \times 100\% \\ &= 0,6399 \%\end{aligned}$$

Konsentrasi 3 M

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1,0003-0,9501}{1,0003} \times 100\% \\ &= 5,0184 \%\end{aligned}$$

Lampiran 4

Data Penentuan Kadar Abu Arang Aktif Kulit Pisang Raja

1. Data Pengamatan Penentuan Kadar Abu Arang Aktif Kulit Pisang Raja

Konsentrasi Aktivator H ₂ SO ₄ (M)	Berat Sampel Sebelum Pengabuan (gram)	Berat Sampel Setelah Pengabuan (gram)	Kadar Abu (%)
0 I	1,0003	0,0558	5,5486
0 II	1,0002	0,0552	
1 I	1,0005	0,0344	3,3939
1 II	1,0001	0,0335	
1,5 I	1,0003	0,0387	3,8292
1,5 II	1,0001	0,0379	
2 I	1,0006	0,0493	4,9030
2 II	1,0002	0,0488	
2,5 I	1,0006	0,0245	2,4135
2,5 II	1,0006	0,0238	
3 I	1,0001	0,0391	3,9542
3 II	1,0003	0,0400	

2. Perhitungan Penentuan Kadar Abu Arang Aktif Kulit Pisang Raja

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Berat sampel sebelum pengabuan (gram)

b = Berat sampel setelah pengabuan (gram)

0 M (kontrol)

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{0,0555}{1,00025} \times 100\% \\ &= 5,5486 \% \end{aligned}$$

Konsentrasi 1 M

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{0,03395}{1,0003} \times 100\% \\ &= 3,3939 \% \end{aligned}$$

Konsentrasi 1,5 M

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{0,0383}{1,0002} \times 100\% \\ &= 3,8292 \% \end{aligned}$$

Konsentrasi 2 M

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{0,04905}{1,0004} \times 100\% \\ &= 4,9030 \% \end{aligned}$$

Konsentrasi 2,5 M

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu} &= \frac{b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{0,02415}{1,0006} \times 100\% \\ &= 0,24135 \%\end{aligned}$$

Konsentrasi 3 M

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu} &= \frac{b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{0,03955}{1,0002} \times 100\% \\ &= 3,9542 \%\end{aligned}$$

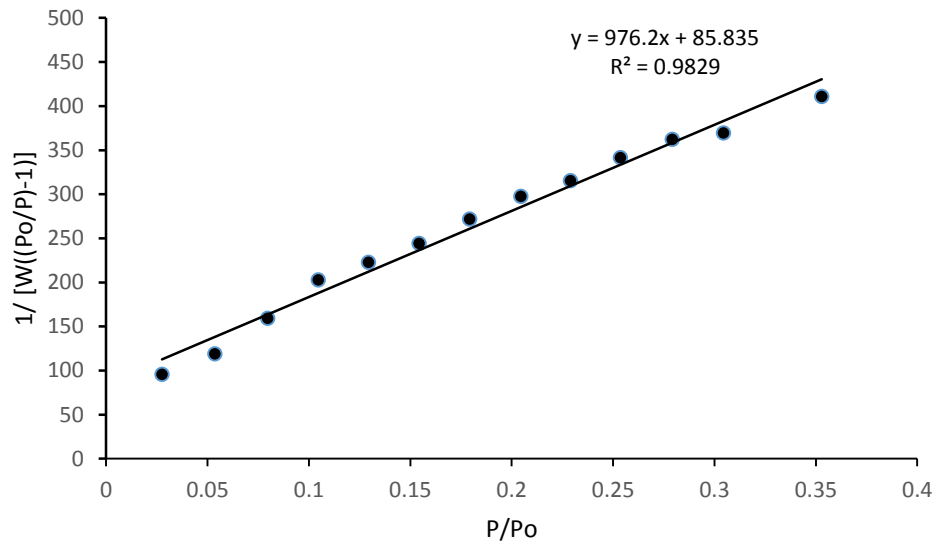
Lampiran 5

Data Perhitungan Penentuan Luas Permukaan dan Ukuran Pori Menggunakan *Surface Area Analyzer (SAA)*

1. Data Penentuan Luas Permukaan Arang Kulit Pisang Raja tanpa Aktivasi (kontrol)

P/Po	1/ [W((Po/P)-1)]
0,02762	95,841
0,053582	119,05
0,079628	159,28
0,104608	202,85
0,129425	222,88
0,15425	244
0,179328	271,77
0,204478	297,37
0,22902	315,33
0,253675	341,52
0,279106	362,05
0,30439	369,28
0,352966	410,72

Grafik Hubungan antara P/Po dan 1/ [W((Po/P)-1)]



Persamaan diperoleh :

$$y = 976,2x + 85,835$$

$$\text{slope} = 976,2$$

$$\text{intersep} = 85,835$$

$$W_m = \frac{1}{\text{slope} + \text{intersep}}$$

$$= \frac{1}{976,2 + 85,835}$$

$$= 9,4158 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{g}$$

Luas permukaan total arang tanpa aktivasi :

$$St = \frac{W_m \cdot N \cdot A_{cs}}{BM_{N_2}}$$

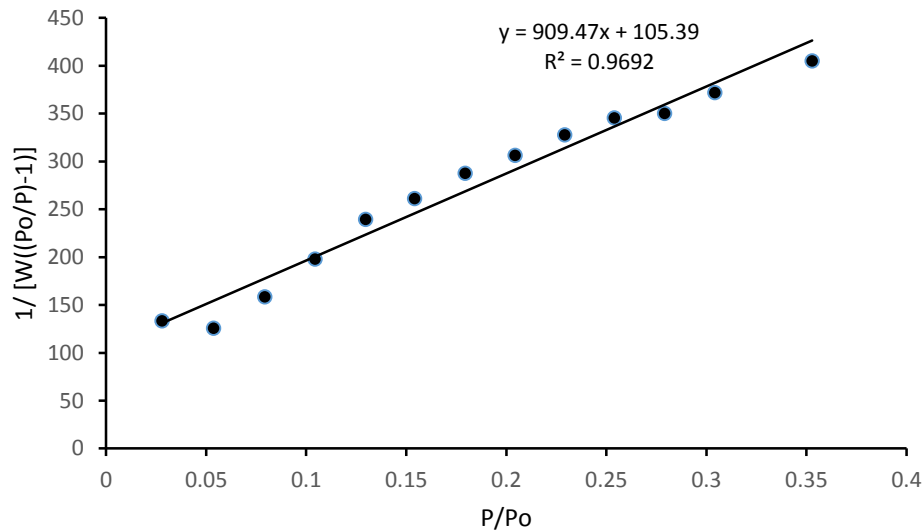
$$= \frac{9,4158 \times 10^{-4} \times 6,02 \times 10^{23} \times 16,2 \times 10^{-20}}{28,013}$$

$$= 3,2780 \text{ m}^2/\text{g}$$

2. Data Penentuan Luas Permukaan Arang Aktif Kulit Pisang Raja

P/Po	$1/ [W((Po/P)-1)]$
0,0280040	133,27
0,0536330	125,53
0,0792200	158,30
0,1044390	197,92
0,1296080	239,25
0,1542120	261,24
0,1794100	287,53
0,2044530	306,26
0,2291420	327,74
0,2540000	345,54
0,2791490	350,24
0,3042120	371,88
0,3528830	404,84

Grafik Hubungan antara P/Po dan 1/ [W((Po/P)-1)]



Persamaan diperoleh :

$$y = 909,47x + 105,39$$

$$\text{slope} = 909,47$$

$$\text{intersep} = 105,39$$

$$W_m = \frac{1}{\text{slope} + \text{intersep}}$$

$$= \frac{1}{909,47 + 105,39}$$

$$= 9,8535 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{g}$$

Luas permukaan total arang aktif :

$$St = \frac{W_m \cdot N \cdot A_{cs}}{BM_{N_2}}$$

$$= \frac{9,8535 \times 10^{-4} \times 6,02 \times 10^{23} \times 16,2 \times 10^{-20}}{28,013}$$

$$= 3,4303 \text{ m}^2/\text{g}$$

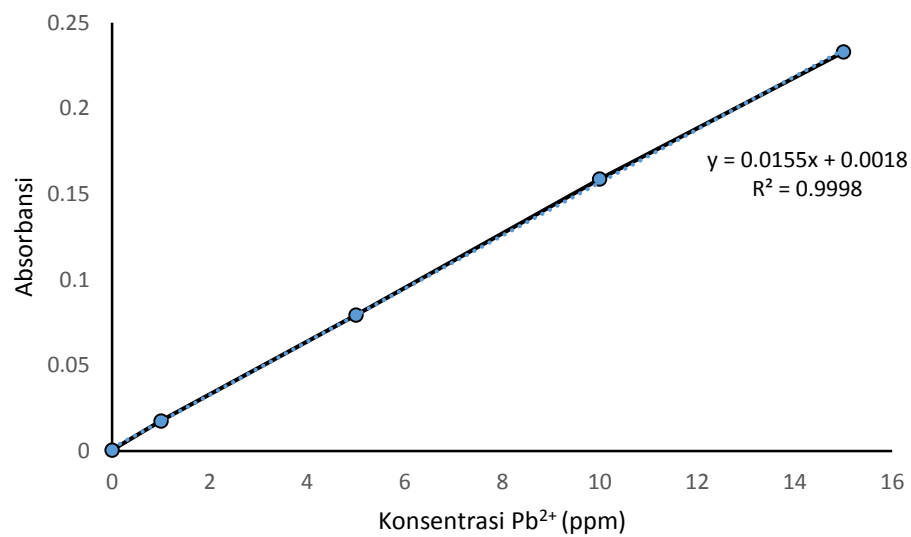
Lampiran 6

Data Penentuan pH Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja

1. Data Kalibrasi Pb^{2+} untuk Penentuan pH Optimum Adsorpsi Pb^{2+}

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,0007
1	0,0177
5	0,0794
10	0,1588
15	0,2329

Kurva Kalibrasi untuk Penentuan pH Optimum Adsorpsi Pb^{2+}



2. Data Perhitungan Penentuan pH Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja

pH	Massa arang aktif (gram)	Waktu kontak (menit)	Konsentrasi			Adsorpsi Pb^{2+} (mg/g)
			Awal (ppm)	Akhir (ppm)	Terserap (ppm)	
3,5	0,3006	40	13,3290	0,0607	13,2683	2,2069
4	0,3006	40	14,2064	0,2096	13,9968	2,3281
4,5	0,3006	40	13,0838	0,1757	12,9081	2,1470
5	0,3006	40	10,9935	0,2096	10,7839	1,7937

a. pH 3,5

Konsentrasi awal pada pH 3,5 memiliki absorbansi sebesar 0,1051

$$y = 0,0155x + 0,0018$$

$$0,1051 = 0,0155x + 0,0018$$

$$x = 6,6645$$

Pengenceran 2x, jadi konsentrasi awal = $6,6645 \times 2$

$$= 13,3290 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir pada pH 3,5 memiliki absorbansi sebesar 0,0027

$$y = 0,0155x + 0,0018$$

$$0,0027 = 0,0155x + 0,0018$$

$$x = 0,0580$$

Pengenceran $\frac{50}{47,7}x$, jadi konsentrasi akhir = $0,0580 \times \frac{50}{47,7}$

$$= 0,0607 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap} = 13,3290 - 0,0607$$

$$= 13,2683 \text{ ppm}$$

$$\text{Adsorpsi Pb}^{2+} = \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{13,2683 \times 0,05}{0,3006}$$

$$= 2,2069 \text{ mg/g}$$

b. pH 4

Konsentrasi awal pada pH 4 memiliki absorbansi sebesar 0,1119

$$y = 0,0155x + 0,0018$$

$$0,1119 = 0,0155x + 0,0018$$

$$x = 7,1032$$

Pengenceran 2x, jadi konsentrasi awal = $7,1032 \times 2$

$$= 14,2064 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir pada pH 4 memiliki absorbansi sebesar 0,0049

$$y = 0,0155x + 0,0018$$

$$0,0049 = 0,0155x + 0,0018$$

$$x = 0,2000$$

Pengenceran $\frac{50}{47,7}x$, jadi konsentrasi akhir = $0,2000 \times \frac{50}{47,7}$

$$= 0,2096 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap} = 14,2064 - 0,2096$$

$$= 13,9968 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{13,9968 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 2,3281 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

c. pH 4,5

Konsentrasi awal pada pH 4,5 memiliki absorbansi sebesar 0,1032

$$y = 0,0155x + 0,0018$$

$$0,1032 = 0,0155x + 0,0018$$

$$x = 6,5419$$

Pengenceran 2x, jadi konsentrasi awal = $6,5419 \times 2$

$$= 13,0838 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir pada pH 4,5 memiliki absorbansi sebesar 0,0044

$$y = 0,0155x + 0,0018$$

$$0,0044 = 0,0155x + 0,0018$$

$$x = 0,1677$$

Pengenceran $\frac{50}{47,7}x$, jadi konsentrasi akhir = $0,1677 \times \frac{50}{47,7}$

$$= 0,1757 \text{ ppm}$$

Konsentrasi terserap = $13,0838 - 0,1757$

$$= 12,9081 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{12,9081 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 2,1470 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

d. pH 5

Konsentrasi awal pada pH 5 memiliki absorbansi sebesar 0,0879

$$y = 0,0155x + 0,0027$$

$$0,0879 = 0,0155x + 0,0027$$

$$x = 5,4967$$

Pengenceran 2x, jadi konsentrasi awal = $5,4967 \times 2$

$$= 10,9935 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir pada pH 5 memiliki absorbansi sebesar 0,0058

$$y = 0,0155x + 0,0027$$

$$0,0058 = 0,0155x + 0,0027$$

$$x = 0,2000$$

Pengenceran $\frac{50}{47,7}x$, jadi konsentrasi akhir = $0,2000 \times \frac{50}{47,7}$

$$= 0,2096 \text{ ppm}$$

Konsentrasi terserap = $10,9935 - 0,2096$

$$= 10,7839 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}\text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{10,7839 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 1,7937 \text{ mg/g}\end{aligned}$$

Lampiran 7

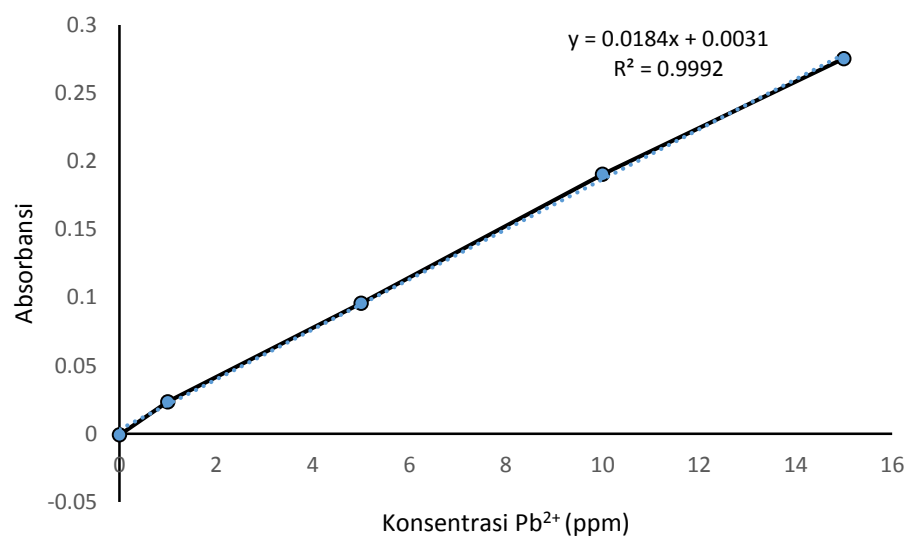
Data Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif

Kulit Pisang Raja

1. Data Kalibrasi Pb^{2+} untuk Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan Adsorpsi Pb^{2+}

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	-0,0008
1	0,0236
5	0,0958
10	0,1904
15	0,2754

Kurva Kalibrasi untuk Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan Adsorpsi Pb^{2+}



2. Data Perhitungan Penentuan Waktu Kontak yang Dibutuhkan Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif Kulit Pisang Raja

pH optimum	Massa arang aktif (gram)	Waktu kontak (menit)	Konsentrasi			Adsorpsi Pb^{2+} (mg/g)
			Awal (ppm)	Akhir (ppm)	Terserap (ppm)	
4	0,3006	10	17,6304	0,5993	17,0311	2,8328
4	0,3006	20	17,6304	0,2340	17,3964	2,8936
4	0,3006	30	17,6304	0,2225	17,4079	2,8955
4	0,3006	40	17,6304	0,2002	17,4302	2,8992
4	0,3006	50	17,6304	0,1772	17,4532	2,9030

a. Waktu kontak 10 menit

Konsentrasi awal pada waktu kontak memiliki absorbansi sebesar 0,1653

$$y = 0,0184x + 0,0031$$

$$0,1653 = 0,0184x + 0,0031$$

$$x = 8,8152$$

Pengenceran 2x, jadi konsentrasi awal = $8,8152 \times 2$

$$= 17,6304 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir pada waktu kontak 10 menit memiliki absorbansi sebesar 0,0136

$$y = 0,0184x + 0,0031$$

$$0,0136 = 0,0184x + 0,0031$$

$$x = 0,5706$$

Pengenceran $\frac{50}{47,6}x$, jadi konsentrasi akhir = $0,5706 \times \frac{50}{47,6}$

$$= 0,5993 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap} = 17,6304 - 0,5993$$

$$= 17,0311 \text{ ppm}$$

$$\text{Adsorpsi Pb}^{2+} = \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{17,0311 \times 0,05}{0,3006}$$

$$= 2,8328 \text{ mg/g}$$

b. Waktu kontak 20 menit

Konsentrasi akhir pada waktu kontak 20 menit memiliki absorbansi sebesar 0,0072

$$y = 0,0184x + 0,0031$$

$$0,0072 = 0,0184x + 0,0031$$

$$x = 0,2228$$

$$\text{Pengenceran } \frac{50}{47,6}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} = 0,2228 \times \frac{50}{47,6}$$

$$= 0,2340 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap} = 17,6304 - 0,2340$$

$$= 17,3964 \text{ ppm}$$

$$\text{Adsorpsi Pb}^{2+} = \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{17,3964 \times 0,05}{0,3006}$$

$$= 2,8936 \text{ mg/g}$$

c. Waktu kontak 30 menit

Konsentrasi akhir pada waktu kontak 30 menit memiliki absorbansi sebesar 0,0070

$$y = 0,0184x + 0,0031$$

$$0,0070 = 0,0184x + 0,0031$$

$$x = 0,2119$$

$$\text{Pengenceran } \frac{50}{47,7}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} = 0,2119 \times \frac{50}{47,7}$$

$$= 0,2225 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap} = 17,6304 - 0,2225$$

$$= 17,4079 \text{ ppm}$$

$$\text{Adsorpsi Pb}^{2+} = \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{17,4079 \times 0,05}{0,3006}$$

$$= 2,8955 \text{ mg/g}$$

d. Waktu kontak 40 menit

Konsentrasi akhir pada waktu kontak 40 menit memiliki absorbansi sebesar 0,0066

$$y = 0,0184x + 0,0031$$

$$0,0066 = 0,0184x + 0,0031$$

$$x = 0,1902$$

$$\text{Pengenceran } \frac{50}{47,5}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} = 0,1902 \times \frac{50}{47,5}$$

$$= 0,2002 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap} = 17,6304 - 0,2002$$

$$= 17,4302 \text{ ppm}$$

$$\text{Adsorpsi Pb}^{2+} = \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{17,4302 \times 0,05}{0,3006}$$

$$= 2,8992 \text{ mg/g}$$

e. Waktu kontak 50 menit

Konsentrasi akhir pada waktu kontak 50 menit memiliki absorbansi sebesar 0,0062

$$y = 0,0184x + 0,0031$$

$$0,0062 = 0,0184x + 0,0031$$

$$x = 0,1684$$

$$\text{Pengenceran } \frac{50}{47,5}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} = 0,1684 \times \frac{50}{47,5}$$

$$= 0,1772 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap} = 17,6304 - 0,1772$$

$$= 17,4532 \text{ ppm}$$

$$\text{Adsorpsi Pb}^{2+} = \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{17,4532 \times 0,05}{0,3006}$$

$$= 2,9030 \text{ mg/g}$$

Lampiran 8

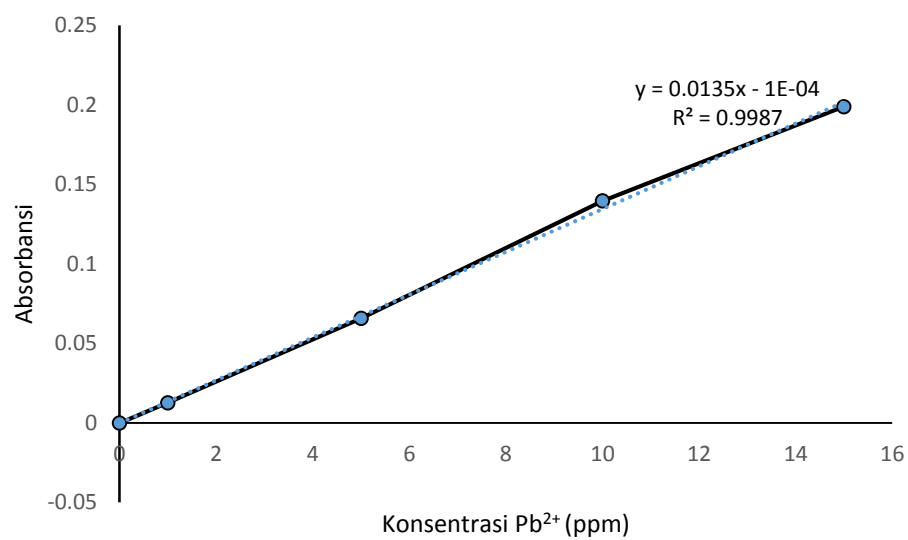
Data Penentuan Konsentrasi Awal Pb^{2+} Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh Arang Aktif

Kulit Pisang Raja

1. Data Kalibrasi Pb^{2+} untuk Penentuan Konsentrasi Optimum Adsorpsi Pb^{2+}

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	-0,0001
1	0,0126
5	0,0657
10	0,1396
15	0,1989

Kurva Kalibrasi untuk Penentuan Konsentrasi Awal Pb^{2+} Optimum Adsorpsi Pb^{2+}



2. Data Perhitungan Penentuan Konsentrasi Awal Optimum Adsorpsi Pb^{2+} oleh

Arang Aktif Kulit Pisang Raja

pH	Massa arang aktif (gram)	Waktu kontak optimum (menit)	Konsentrasi			Adsorpsi Pb^{2+} (mg/g)
			Awal (ppm)	Akhir (ppm)	Terserap (ppm)	
4	0,3006	20	16,6222	0,1633	16,4589	2,7376
4	0,3006	20	26,0888	0,1940	25,8948	4,3071
4	0,3006	20	36,0444	0,2639	35,7805	5,9515
4	0,3006	20	40,2590	0,2406	40,0184	6,6564
4	0,3006	20	46,6295	0,9959	45,6336	7,5904
4	0,3006	20	55,1850	0,9258	54,2592	9,0251
4	0,3006	20	61,1111	2,9893	58,1218	9,6676
4	0,3006	20	90,4160	4,9281	85,4879	14,2195
4	0,3006	20	99,5000	4,2453	95,2547	15,8440
4	0,3006	20	101,6660	6,8069	94,8591	15,7782

a. Konsentrasi 20 ppm

Konsentrasi awal 20 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1121

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,1121 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 8,3111$$

Pengenceran 2x, jadi konsentrasi awal = $8,3111 \times 2$

$$= 16,6222 \text{ ppm}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 16,6222 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0020

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,0020 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 0,1555$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,6}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 0,1555 \times \frac{50}{47,6} \\ &= 0,1633 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 16,6222 - 0,1633 \\ &= 16,4589 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{16,4589 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 2,7376 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

b. Konsentrasi 30 ppm

Konsentrasi awal 30 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1760

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,1760 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 13,0444$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 2x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 13,0444 \times 2 \\ &= 26,0888 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 26,0888 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0024

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,0024 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 0,1851$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,7}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 0,1851 \times \frac{50}{47,7} \\ &= 0,1940 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 26,0888 - 0,1940 \\ &= 25,8948 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{25,8948 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 4,3071 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

c. Konsentrasi 40 ppm

Konsentrasi awal 40 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1621

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,1621 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 12,0148$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 3x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 12,0148 \times 3 \\ &= 36,0444 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 36,0444 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0033

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,0033 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 0,2518$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,7}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 0,2518 \times \frac{50}{47,7} \\ &= 0,2639 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 36,0444 - 0,2639 \\ &= 35,7805 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{35,7805 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 5,9515 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

d. Konsentrasi 50 ppm

Konsentrasi awal 50 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1086

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,1086 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 8,0518$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 5x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 8,0518 \times 5 \\ &= 40,2590 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 40,2590 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0030

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,0030 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 0,2296$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,7}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 0,2296 \times \frac{50}{47,7} \\ &= 0,2406 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 40,2590 - 0,2406 \\ &= 40,0184 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{40,0184 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 6,6564 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

e. Konsentrasi 60 ppm

Konsentrasi awal 60 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1258

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,1258 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 9,3259$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 5x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 9,3259 \times 5 \\ &= 46,6295 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 46,6295 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0127

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,0127 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 0,9481$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,6}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 0,9481 \times \frac{50}{47,6} \\ &= 0,9959 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 46,6295 - 0,9959 \\ &= 45,6336 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{45,6336 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 7,5904 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

f. Konsentrasi 70 ppm

Konsentrasi awal 70 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1489

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,1489 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 11,0370$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 5x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 11,0370 \times 5 \\ &= 55,1850 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 55,1850 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0118

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,0118 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 0,8814$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,6}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 0,8814 \times \frac{50}{47,6} \\ &= 0,9258 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 55,1850 - 0,9258 \\ &= 54,2592 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{54,2592 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 9,0251 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

g. Konsentrasi 80 ppm

Konsentrasi awal 80 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1649

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,1649 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 12,2222$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 5x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 12,2222 \times 5 \\ &= 61,1111 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 61,1111 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0384

$$y = 0,0135x - 0,0001$$

$$0,0384 = 0,0135x - 0,0001$$

$$x = 2,8518$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,7}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 2,8518 \times \frac{50}{47,7} \\ &= 2,9893 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 61,1111 - 2,9893 \\ &= 58,1218 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{58,1218 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 9,6676 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

h. Konsentrasi 90 ppm

Konsentrasi awal 90 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1014

$$y = 0,012x - 0,0071$$

$$0,1014 = 0,012x - 0,0071$$

$$x = 9,0416$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 10x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 9,0416 \times 10 \\ &= 90,4160 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 90,4160 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0492

$$y = 0,012x - 0,0071$$

$$0,0492 = 0,012x - 0,0071$$

$$x = 4,6916$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,6}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 4,6916 \times \frac{50}{47,6} \\ &= 4,9281 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 90,4160 - 4,9281 \\ &= 85,4879 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{85,4879 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 14,2195 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

i. Konsentrasi 100 ppm

Konsentrasi awal 100 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1123

$$y = 0,012x - 0,0071$$

$$0,1123 = 0,012x - 0,0071$$

$$x = 9,9500$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 10x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 9,9500 \times 10 \\ &= 99,5000 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 99,5000 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0414

$$y = 0,012x - 0,0071$$

$$0,0414 = 0,012x - 0,0071$$

$$x = 4,0416$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,6}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 4,0416 \times \frac{50}{47,6} \\ &= 4,2453 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 99,5000 - 4,2453 \\ &= 95,2547 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{95,2547 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 15,8440 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

j. Konsentrasi 110 ppm

Konsentrasi awal 110 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,1149

$$y = 0,012x - 0,0071$$

$$0,1149 = 0,012x - 0,0071$$

$$x = 10,1666$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } 10x, \text{ jadi konsentrasi awal} &= 10,1666 \times 10 \\ &= 101,6660 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Konsentrasi akhir pada konsentrasi 101,6660 ppm memiliki absorbansi sebesar 0,0705

$$y = 0,012x - 0,0071$$

$$0,0705 = 0,012x - 0,0071$$

$$x = 6,4666$$

$$\begin{aligned} \text{Pengenceran } \frac{50}{47,5}x, \text{ jadi konsentrasi akhir} &= 6,4666 \times \frac{50}{47,5} \\ &= 6,8069 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi terserap} &= 101,6660 - 6,8069 \\ &= 94,8591 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Adsorpsi Pb}^{2+} &= \frac{\text{Konsentrasi terserap } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{Massa adsorben (gram)}} \\ &= \frac{94,8591 \times 0,05}{0,3006} \\ &= 15,7782 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

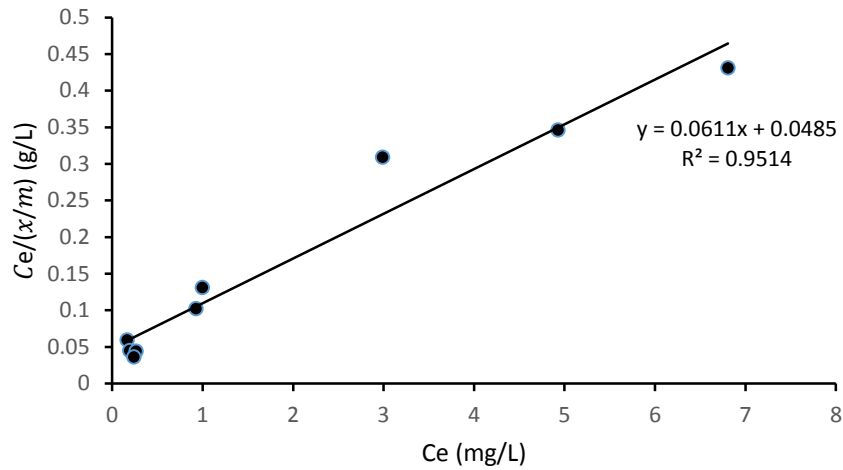
Lampiran 9

Data Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pb^{2+}

1. Parameter Isoterm Adsorpsi Langmuir

Konsentrasi awal (mg/L)	Konsentrasi akhir (C_e) (mg/L)	Adsorpsi Pb^{2+} (x/m) (mg/g)	$\frac{C_e}{x/m}$
16,6222	0,1633	2,7376	0,0596
26,0888	0,1940	4,3071	0,0450
36,0444	0,2639	5,9515	0,0443
40,2590	0,2406	6,6564	0,0361
46,6295	0,9959	7,5904	0,1312
55,1850	0,9258	9,0251	0,1025
61,1111	2,9893	9,6676	0,3092
90,4160	4,9281	14,2195	0,3465
101,6660	6,8069	15,7782	0,4314

Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir



Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir

$$\frac{C_e}{x/m} = \frac{1}{bK} + \frac{C_e}{b}$$

Keterangan :

C_e = Konsentrasi adsorbat dalam larutan pada saat setimbang (mg/L)

$\frac{x}{m}$ atau b = Jumlah adsorbat yang teradsorpsi atau kapasitas adsorpsi (mg/g)

K = Konstanta kesetimbangan.

Berdasarkan kurva hubungan antara C_e dan $\frac{C_e}{x/m}$, didapatkan persamaan $y =$

$0,0611x + 0,0485$, maka slope :

$$\frac{1}{b} = 0,0611$$

$$b = 16,3666 \text{ mg/g}$$

Konversi mg/g ke mol/g :

$$b = \frac{16,3666 \times 10^{-3} \text{ g/g}}{207 \text{ g/mol}}$$

Intersep :

$$\frac{1}{bK} = 0,0485$$

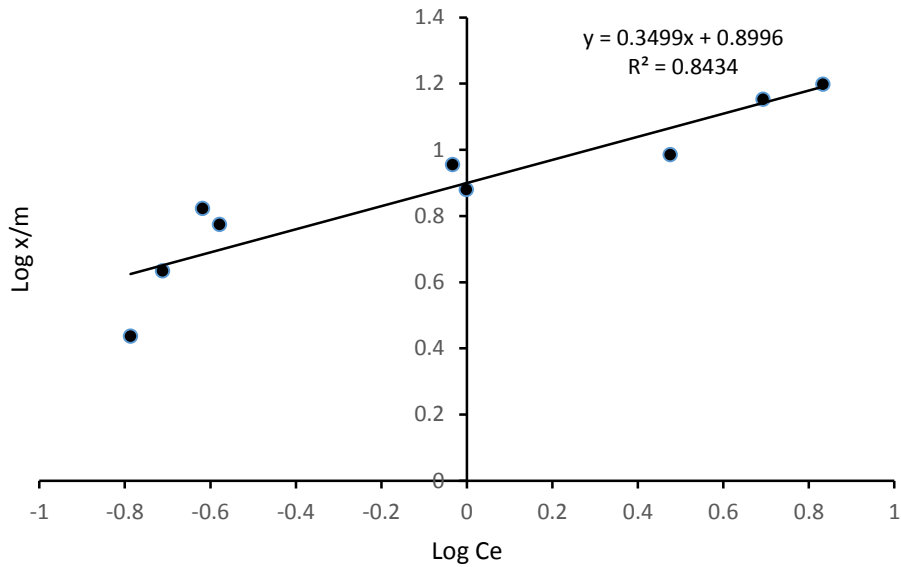
$$\frac{1}{\frac{16,3666 \times 10^{-3}}{207} \cdot K} = 0,0485$$

$$K = 6,1341 \times 10^2$$

2. Parameter Isoterm Adsorpsi Freundlich

Konsentrasi awal (mg/L)	Konsentrasi akhir (Ce) (mg/L)	Adsorpsi Pb ²⁺ (x/m) (mg/g)	Log Ce	Log x/m
16,6222	0,1633	2,7376	-0,7870	0,4373
26,0888	0,1940	4,3071	-0,7122	0,6341
36,0444	0,2639	5,9515	-0,5785	0,7746
40,2590	0,2406	6,6564	-0,6187	0,8232
46,6295	0,9959	7,5904	-0,0017	0,8802
55,1850	0,9258	9,0251	-0,0334	0,9554
61,1111	2,9893	9,6676	0,4755	0,9853
90,4160	4,9281	14,2195	0,6926	1,1528
101,6660	6,8069	15,7782	0,8329	1,1980

Grafik Isoterm Adsorpsi Freundlich



Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich

$$\log \frac{x}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log C_e$$

Keterangan :

$\frac{x}{m}$ = Jumlah adsorbat yang teradsorpsi (mg/g adsorben)

C_e = Konsentrasi adsorbat dalam larutan pada saat setimbang (mg/L)

K = Konstanta kesetimbangan

n = Konstanta empiris.

Berdasarkan kurva hubungan antara log C_e dan log x/m , didapatkan persamaan $y =$

$0,3499x + 0,8996$, maka slope :

$$\frac{1}{n} = 0,3499$$

$$n = 2,8579$$

Intersep :

$$\text{Log K} = 0,8996$$

$$\text{K} = 7,9359$$

Lampiran 10

Data Penentuan Energi Adsorpsi Pb^{2+}

Berdasarkan hasil isoterm adsorpsi, yang menunjukkan nilai koefisien regresi paling baik adalah isoterm adsorpsi Langmuir yaitu dengan nilai koefisien regresi 0,9514. Dari nilai K isoterm adsorpsi Langmuir yang diperoleh yaitu $6,1341 \times 10^2$ kemudian dimasukkan dalam rumus penentuan energi adsorpsi yaitu $E = RT \ln K$, dengan nilai R adalah $8,314 \text{ JK}^{-1}$; T adalah suhu ruang dalam Kelvin (300°K).

$$E = RT \ln K$$

$$E = 8,314 \times 300 \times \ln 6,1341 \times 10^2$$

$$E = 16.010.353 \text{ J/mol}$$

$$E = 16,0103 \text{ kJ/mol}$$

Lampiran 11

Perhitungan Pembuatan Larutan

1. Pembuatan Larutan Aktivator H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi (1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3M)

Larutan H₂SO₄ 1 M

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$\frac{\rho \times \% \times 10}{Mr} \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$\frac{1,84 \times 96,1 \times 10}{98,07} \times V_1 = 1 \times 500$$

$$V_1 = 27,7309 \text{ mL}$$

Setelah didapatkan volume H₂SO₄ induk yang harus di ambil, memasukkan ke dalam labu takar 500 mL yang telah berisi aquades. Pembuatan larutan H₂SO₄ dengan konsentrasi 1,5 ; 2 ; 2,5 ; dan 3 M dilakukan dengan cara yang sama.

2. Pembuatan Larutan Iodin 0,1 N

$$N = M \times \text{valensi}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}/Mr}{L} \times \text{valensi}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}/253,81}{0,5} \times 2$$

$$\text{gram} = 6,3452 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar } 99,8 \% = 6,3452 \times \frac{100}{99,8}$$

$$= 6,3579 \text{ gram.}$$

Melarutkan 10 gram KI dalam 20 mL akuades di dalam labu takar 500 mL yang bertutup. Menambahkan 6,3579 gram iodin ke dalam larutan kalium iodida. Tutup

labu takar dan gojog larutan tersebut secara merata hingga semua iodin terlarut, kemudian encerkan hingga tanda batas. Simpan larutan iodin ini dalam botol kecil bertutup dalam ruangan gelap. (Widodo & Lusiana, 2010 yang dimodifikasi)

3. Pembuatan Larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N

$$N = M \times \text{valensi}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}/Mr}{L} \times \text{valensi}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}/248,21}{1} \times 1$$

$$\text{gram} = 24,8210 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar } 99,5 \% = 24,8210 \times \frac{100}{99,5}$$

$$= 24,9457 \text{ gram.}$$

24,9457 gram $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan akuades dalam labu takar 1 L hingga tanda batas.

4. Pembuatan KBrO_3 0,1 N

$$N = M \times \text{valensi}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}/Mr}{L} \times \text{valensi}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}/167,011}{0,1} \times 6$$

$$\text{gram} = 0,2784 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar } 99,5 \% = 0,2784 \times \frac{100}{99,5}$$

$$= 0,2797 \text{ gram.}$$

0,2797 gram KBrO_3 dilarutkan dengan akuades dalam labu takar 100 mL hingga tanda batas.

5. Amilum 1%

Menimbang 1 gram lalu dilarutkan dengan 100 mL akuades dalam beaker glass 100 mL. Kemudian dipanaskan hingga jernih.

6. Pembuatan HNO_3 0,01 (Larutan Pengencer)

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$\frac{\rho \times \% \times 10}{Mr} \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$\frac{1,39 \times 65 \times 10}{63,01} \times V_1 = 0,01 \times 1000$$

$$V_1 = 0,6974 \text{ mL}$$

Memasukkan ke dalam labu takar 1000 mL yang telah berisi akuades.

7. Pembuatan NaOH 0,1 M

$$M = \frac{\text{gram}/Mr}{L}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}/40}{0,5}$$

$$\text{gram} = 2 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar } 99\% = 2 \times \frac{100}{99}$$

$$= 2,0202 \text{ gram}$$

Melarutkan 2,0202 gram NaOH dalam 500 mL akuades dalam labu takar 500 mL hingga tanda batas.

8. Pembuatan Larutan Induk Pb^{2+} 1000 mg/L

$$\text{Ar Pb} = 207 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mr Pb(NO}_3)_2 = 331,2 \text{ gram/mol}$$

$$\frac{\text{Mr Pb(NO}_3)_2}{\text{Ar Pb}} = \frac{331,2}{207} \times 1$$

$$= 1,6 \text{ gram dalam 1000 mL}$$

$$\text{Kadar } 99,5 \% = 1,6 \times \frac{100}{99,5}$$

$$= 1,6080 \text{ gram}$$

1,6080 gram $\text{Pb(NO}_3)_2$ dilarutkan dengan 1000 mL larutan pengencer dalam labu ukur hingga tanda batas.

9. Pembuatan Larutan Baku Pb^{2+} 100 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \times V_1 = 100 \times 1000$$

$$V_1 = 100 \text{ mL}$$

Mengambil 100 mL dari larutan induk dan diencerkan dengan larutan pengencer dalam labu ukur 1000 mL sampai tanda batas.

10. Pembuatan Larutan Kerja Pb^{2+} (Larutan Kalibrasi)

Pembuatan Larutan Kerja Pb^{2+} 0 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \times V_1 = 0 \times 100$$

$$V_1 = 0 \text{ mL}$$

Pembuatan Larutan Kerja Pb^{2+} 1 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \times V_1 = 1 \times 100$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Pembuatan Larutan Kerja Pb^{2+} 5 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \times V_1 = 5 \times 100$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

Pembuatan Larutan Kerja Pb^{2+} 10 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \times V_1 = 10 \times 100$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Pembuatan Larutan Kerja Pb^{2+} 15 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \times V_1 = 15 \times 100$$

$$V_1 = 15 \text{ mL}$$

Mengambil 15 mL dari larutan Pb^{2+} 100 ppm dan diencerkan dengan larutan pengencer dalam labu ukur 100 mL sampai tanda batas.

Lampiran 12

Foto Penelitian



Kulit pisang raja



Kulit pisang raja setelah di potong-potong



Rendaman potongan kulit pisang raja



Potongan kulit pisang raja saat dikeringkan



Alat pembuat arang



Ayakan arang kulit pisang raja



Proses aktivasi arang kulit pisang raja dengan H_2SO_4



Hasil saringan aktivasi arang kulit pisang raja dengan H_2SO_4



Hasil analisis kadar abu



Proses analisis iodin



Proses analisis Pb^{2+}



Alat SSA

Analysis

Operator:NOVA UNS
 Sample ID: Meta
 Sample Desc: Sampel A
 Sample weight: 0.0803 g
 Outgas Time: 3.0 hrs
 Analyze gas: Nitrogen
 Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)
 Analysis Time: 145.9 min
 Cell ID: 92

Date:2015/04/25

Filename:

Comment:

Sample Volume: 0 cc

Outgas Temp: 280.0 C

Bath Temp: 77.3 K

Equil time: 60/60 sec (ads/des)

End of run: 2015/04/25 19:59:24

Report

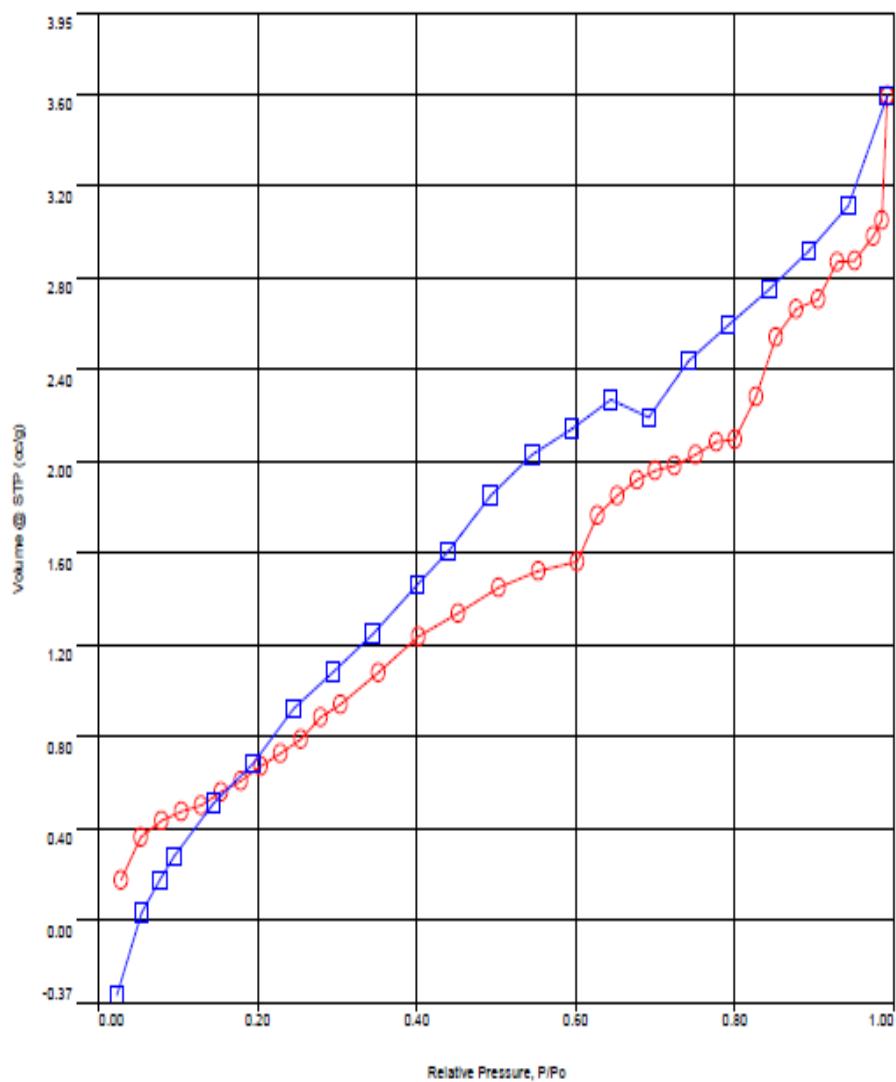
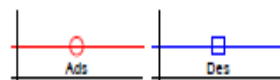
Operator:NOVA UNS

Date:4/26/2015

C:\QCdata\Physisorb\25042015 Sampel A.qps

Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)

Instrument: Nova Station A

Isotherm * Linear

Optimizing particle performance

Analysis		Report	
Operator: NOVA UNS	Date: 2015/04/25	Operator: NOVA UNS	Date: 4/26/2015
Sample ID: Metta	Filename:	C:\QC\data\Physisorb\25042015\ Sampel A.qps	
Sample Desc: Sampel A	Comment:		
Sample weight: 0.0803 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	Outgas Temp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 80/80 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 145.9 min	End of run: 2015/04/25 19:59:24	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 92			

Multi-Point BET

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	Temperature	77.350k
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	18.200 Å ²
		Liquid Density:	0.808 g/cc

Multi-Point BET Data

Relative Pressure [P/P ₀]	Volume @ STP [cc/g]	1 / [W((P ₀ /P) - 1)]	Relative Pressure [P/P ₀]	Volume @ STP [cc/g]	1 / [W((P ₀ /P) - 1)]
2.80040e-02	0.1730	1.3327e+02	2.04453e-01	0.6714	3.0626e+02
5.36330e-02	0.3612	1.2553e+02	2.29142e-01	0.7257	3.2774e+02
7.92200e-02	0.4349	1.5830e+02	2.54000e-01	0.7884	3.4554e+02
1.04439e-01	0.4715	1.9792e+02	2.79149e-01	0.8846	3.5024e+02
1.29808e-01	0.4980	2.3925e+02	3.04212e-01	0.9407	3.7188e+02
1.54212e-01	0.5584	2.6124e+02	3.52883e-01	1.0778	4.0484e+02
1.79410e-01	0.6084	2.8753e+02			

BET summary

Slope =	909.474
Intercept =	1.054e+02
Correlation coefficient, r =	0.984459
C constant =	9.629
Surface Area =	3.431 m ² /g



PDF Complete

Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

NOVAWin - Data Acquisition and Reduction
for NOVA instruments
007, Quantachrome Instruments
version 10.01



<u>Analysis</u>		<u>Report</u>	
Operator: NOVA UNS	Date: 2015/04/25	Operator: NOVA UNS	Date: 4/26/2015
Sample ID: Metta	Filename:	C:\QC\data\Physisorb\25042015 Sampel A.qps	
Sample Desc: Sampel A	Comment:		
Sample weight: 0.0803 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	Outgas Temp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 145.9 min	End of run: 2015/04/25 19:59:24	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 92			

Single Point Surface Area

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	Temperature	77.350K		
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	16.200 Å ²	Liquid Density:	0.808 g/cc

Single Point Surface Area Data

Relative Pressure	Volume @ STP	1 / [W((P/Po) - 1)]	Slope	Surf. Area
[P/Po]	[cc/g]			[m ² /g]
3.04212e-01	0.9407	3.7188e+02	1222.4418	2.8488
3.52883e-01	1.0778	4.0484e+02	1147.2239	3.0356

<u>Analysis</u>		<u>Report</u>	
Operator: NOVA UNS	Date: 2015/04/25	Operator: NOVA UNS	Date: 4/26/2015
Sample ID: Metta	Filename:	C:\QC\data\Physisorb\25042015\ Sampel A.qps	
Sample Desc: Sampel A	Comment:		
Sample weight: 0.0803 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	Outgas Temp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 145.9 min	End of run: 2015/04/25 19:59:24	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 92			

Area-Volume Summary

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	Temperature	77.350k
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	16.200 Å²
		Liquid Density:	0.808 g/cc

Surface Area Data


MultiPoint BET.....	3.431e+00 m²/g
Langmuir surface area.....	7.290e+00 m²/g
BJH method cumulative adsorption surface area.....	2.555e+00 m²/g
BJH method cumulative desorption surface area.....	2.807e+00 m²/g
DH method cumulative adsorption surface area.....	2.605e+00 m²/g
DH method cumulative desorption surface area.....	2.929e+00 m²/g
t-method external surface area.....	3.431e+00 m²/g
DR method micropore area.....	3.812e+00 m²/g

Pore Volume Data

Total pore volume for pores with Radius	
less than 1322.45 Å at P/Po = 0.992704.....	5.550e-03 cc/g
BJH method cumulative adsorption pore volume.....	5.098e-03 cc/g
BJH method cumulative desorption pore volume.....	4.850e-03 cc/g
DH method cumulative adsorption pore volume.....	4.968e-03 cc/g
DH method cumulative desorption pore volume.....	4.822e-03 cc/g
DR method micropore volume.....	1.355e-03 cc/g
HK method cumulative pore volume.....	8.555e-04 cc/g
SF method cumulative pore volume.....	9.037e-04 cc/g

Pore Size Data

Average pore Radius.....	3.235e+01 Å
BJH method adsorption pore Radius (Mode Dv(r)).....	2.720e+01 Å
BJH method desorption pore Radius (Mode Dv(r)).....	1.875e+01 Å
DH method adsorption pore Radius (Mode Dv(r)).....	2.720e+01 Å
DH method desorption pore Radius (Mode Dv(r)).....	1.875e+01 Å
DR method micropore Half pore width.....	2.739e+01 Å
DA method pore Radius (Mode).....	1.110e+01 Å
HK method pore Radius (Mode).....	6.362e+00 Å
SF method pore Radius (Mode).....	1.126e+01 Å



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

NOVAWin - Data Acquisition and Reduction
for NOVA instruments
v10.07, Quantachrome Instruments
version 10.01



Analysis		Report	
Operator: NOVA UNS	Date: 2015/04/25	Operator: NOVA UNS	Date: 4/26/2015
Sample ID: Metta	Filename:	C:\QC\data\Physisorb\25042015\Sample A.qps	
Sample Desc: Sampel A	Comment:		
Sample weight: 0.0803 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	Outgas Temp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 145.9 min	End of run: 2015/04/25 19:59:24	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 92			

Total Pore Volume

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	Temperature	77.350k
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	16.200 Å ²
		Liquid Density:	0.808 g/cc

Total Pore Volume summary Total Pore Volume

Total pore volume = 5.550e-03 cc/g for
pores smaller than 1322.5 Å (Radius)
at P/P₀ = 0.99270



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

NOVAWin - Data Acquisition and Reduction
for NOVA instruments
007, Quantachrome Instruments
version 10.01



Analysis

Operator:NOVA UNS
Sample ID: Metta
Sample Desc: Sampel A
Sample weight: 0.0803 g
Outgas Time: 3.0 hrs
Analysis gas: Nitrogen
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)
Analysis Time: 145.9 min
Cell ID: 92

Date:2015/04/25

Filename:

Comment:

Sample Volume: 0 cc

OutgasTemp: 280.0 C

Bath Temp: 77.3 K

Equil time: 60/60 sec (ads/des)

End of run: 2015/04/25 19:59:24

Report

Operator:NOVA UNS Date:4/26/2015

Filename: C:\QC\data\Physisorb\25042015 Sampel A.qps

Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)

Instrument: Nova Station A

Average Pore Size

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	<u>Temperature</u>	77.350K
	Molec. Wt.: 28.013 g	<u>Cross Section:</u>	16.200 Å ²
		<u>Liquid Density:</u>	0.808 g/cc

Average Pore Size summary

Average pore Radius = 3.23493e+01 Å

Analysis

Operator:NOVA UNS
Sample ID: Metta
Sample Desc: Sampel B
Sample weight: 0.0829 g
Outgas Time: 3.0 hrs
Analysis gas: Nitrogen
Press. Tolerance: 0.05/0.050 (ads/des)
Analysis Time: 162.1 min
Cell ID: 92

Date:2015/04/26

Filename:

Comment:

Sample Volume: 0 cc

OutgasTemp: 280.0 C

Bath Temp: 77.3 K

Equil time: 60/60 sec (ads/des)

End of run: 2015/04/26 14:18:07

Report

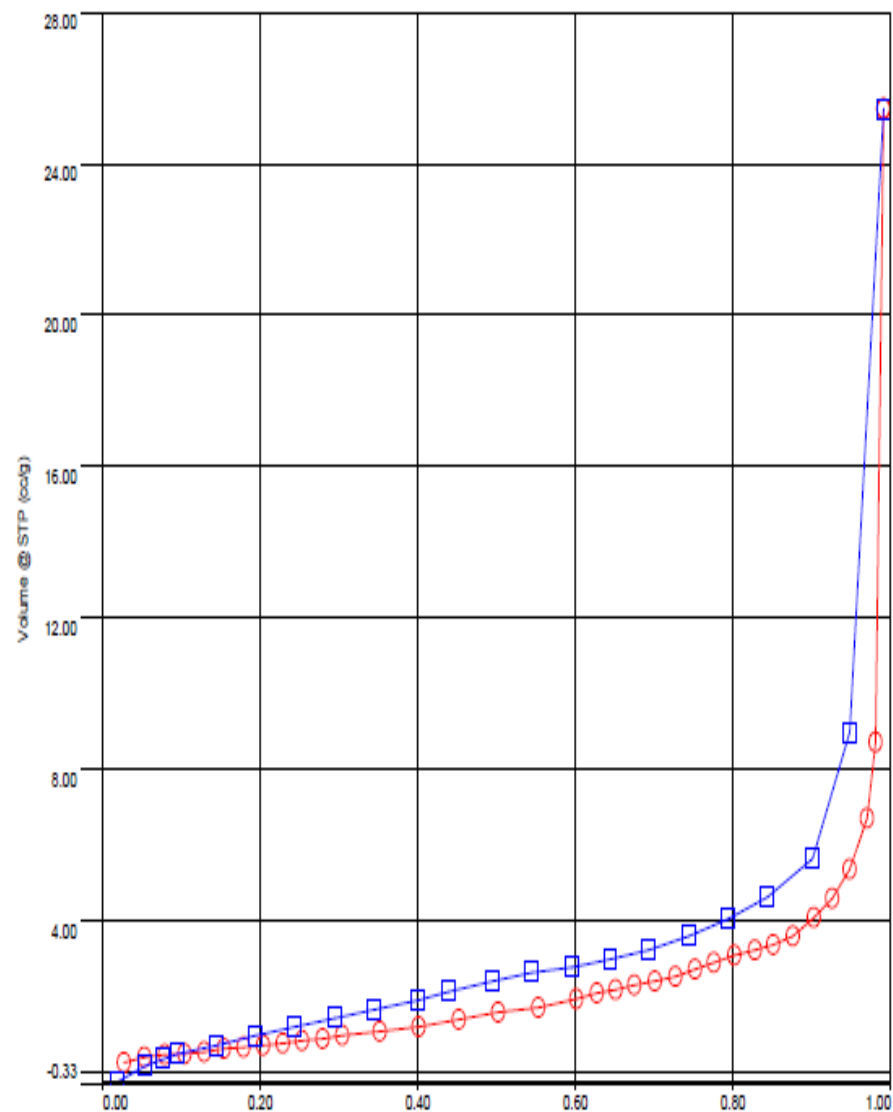
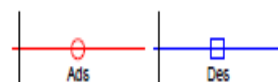
Operator:NOVA UNS

Date:4/26/2015

C:\QC\data\Physisorb\26042015 Sampel B.qps

Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)

Instrument: Nova Station A

Isotherm * Linear

Analysis		Report	
Operator: NOVA UNS	Date: 2015/04/26	Operator: NOVA UNS	Date: 4/26/2015
Sample ID: Metta	Filename:	C:\QC\data\Physisorb\26042015 Sampel B.qps	
Sample Desc: Sampel B	Comment:		
Sample weight: 0.0829 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	Outgas Temp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 162.1 min	End of run: 2015/04/26 14:18:07	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 92			

Multi-Point BET

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	Temperature	77.350k	
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	16.200 Å²	Liquid Density: 0.808 g/cc

Multi-Point BET Data

Relative Pressure [P/Po]	Volume @ STP [cc/g]	1 / [W((Po/P) - 1)]	Relative Pressure [P/Po]	Volume @ STP [cc/g]	1 / [W((Po/P) - 1)]
2.76200e-02	0.2371	9.5841e+01	2.04478e-01	0.6916	2.9737e+02
5.35820e-02	0.3805	1.1905e+02	2.29020e-01	0.7537	3.1533e+02
7.96280e-02	0.4346	1.5928e+02	2.53675e-01	0.7963	3.4152e+02
1.04608e-01	0.4608	2.0285e+02	2.79106e-01	0.8556	3.6205e+02
1.29425e-01	0.5337	2.2288e+02	3.04390e-01	0.9481	3.6928e+02
1.54250e-01	0.5980	2.4400e+02	3.52966e-01	1.0627	4.1072e+02
1.79328e-01	0.6433	2.7177e+02			

BET summary

Slope =	976.191
Intercept =	8.584e+01
Correlation coefficient, r =	0.991437
C constant =	12.373
 Surface Area =	 3.279 m²/g



NOVAWin - Data Acquisition and Reduction
 for NOVA instruments
 007, Quantachrome Instruments
 version 10.01



Analysis		Report	
Operator: NOVA UNS	Date: 2015/04/26	Operator: NOVA UNS	Date: 4/26/2015
Sample ID: Metta	Filename:	C:\QCDatal\Physisorb\26042015 Sampel B.qps	
Sample Desc: Sampel B	Comment:		
Sample weight: 0.0829 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	Outgas Temp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 162.1 min	End of run: 2015/04/26 14:18:07	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 92			

Single Point Surface Area

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	Temperature	77.350K
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	16.200 Å ²
		Liquid Density:	0.808 g/cc

Single Point Surface Area Data

Relative Pressure	Volume @ STP	$1 / [W((P/Po) - 1)]$	Slope	Surf. Area
[P/Po]	[cc/g]			[m ² /g]
3.04390e-01	0.9481	3.6928e+02	1213.1698	2.8706
3.52966e-01	1.0627	4.1072e+02	1163.6300	2.9928

Analysis		Report	
Operator:NOVA UNS	Date:2015/04/28	Operator:NOVA UNS	Date:4/28/2015
Sample ID: Metta	Filename:	C:\QCdata\Physisorb\28042015 Sampel B.qps	
Sample Desc: Sampel B	Comment:		
Sample weight: 0.0829 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	OutgasTemp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 80/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 182.1 min	End of run: 2015/04/28 14:18:07	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 92			

Area-Volume Summary

Data Reduction Parameters Data

Adsorbate	Nitrogen	Temperature	77.350K	
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	18.200 Å ²	Liquid Density: 0.808 g/cc

Surface Area Data

MultiPoint BET.....	3.279e+00 m ² /g
Langmuir surface area.....	6.481e+00 m ² /g
BJH method cumulative adsorption surface area.....	4.309e+00 m ² /g
BJH method cumulative desorption surface area.....	5.200e+00 m ² /g
DH method cumulative adsorption surface area.....	4.385e+00 m ² /g
DH method cumulative desorption surface area.....	5.289e+00 m ² /g
t-method external surface area.....	3.279e+00 m ² /g
DR method micropore area.....	3.537e+00 m ² /g

Pore Volume Data

Total pore volume for pores with Radius less than 1192.69 Å at P/Po = 0.991901.....		3.937e-02 cc/g
BJH method cumulative adsorption pore volume.....		3.988e-02 cc/g
BJH method cumulative desorption pore volume.....		3.918e-02 cc/g
DH method cumulative adsorption pore volume.....		3.851e-02 cc/g
DH method cumulative desorption pore volume.....		3.808e-02 cc/g
DR method micropore volume.....		1.257e-03 cc/g
HK method cumulative pore volume.....		9.154e-04 cc/g
SF method cumulative pore volume.....		9.623e-04 cc/g

Pore Size Data

Average pore Radius.....	2.401e+02 Å
BJH method adsorption pore Radius (Mode Dv(r)).....	1.714e+01 Å
BJH method desorption pore Radius (Mode Dv(r)).....	1.885e+01 Å
DH method adsorption pore Radius (Mode Dv(r)).....	1.714e+01 Å
DH method desorption pore Radius (Mode Dv(r)).....	1.885e+01 Å
DR method micropore Half pore width.....	2.442e+01 Å
DA method pore Radius (Mode).....	1.110e+01 Å
HK method pore Radius (Mode).....	6.362e+00 Å
SF method pore Radius (Mode).....	2.261e+00 Å



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

NOVAWin - Data Acquisition and Reduction
for NOVA instruments
007, Quantachrome Instruments
version 10.01



<u>Analysis</u>		<u>Report</u>	
Operator:NOVA UNS	Date:2015/04/26	Operator:NOVA UNS	Date:4/26/2015
Sample ID: Metfa	Filename:	C:\QCdata\Physisorb\26042015 Sampel B.qps	
Sample Desc: Sampel B	Comment:		
Sample weight: 0.0829 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	OutgasTemp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 162.1 min	End of run: 2015/04/26 14:18:07	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 92			

Total Pore Volume

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	<u>Temperature</u>	77.350K
	Molec. Wt.: 28.013 g	<u>Cross Section:</u>	16.200 Å ²
		<u>Liquid Density:</u>	0.808 g/cc

Total Pore Volume summary Total Pore Volume

Total pore volume = 3.937e-02 cc/g for
pores smaller than 1192.7 Å (Radius)
at P/Po = 0.99190



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
unlimited Pages and Expanded Features](#)

NOVAWin - Data Acquisition and Reduction
for NOVA instruments
007, Quantachrome Instruments
version 10.01



<u>Analysis</u>		<u>Report</u>	
Operator: NOVA UNS	Date: 2015/04/26	Operator: NOVA UNS	Date: 4/26/2015
Sample ID: Metta	Filename:	C:\QC\data\Physisorb\26042015\Sample B.qps	
Sample Desc: Sampel B	Comment:		
Sample weight: 0.0829 g	Sample Volume: 0 cc		
Outgas Time: 3.0 hrs	OutgasTemp: 280.0 C		
Analysis gas: Nitrogen	Bath Temp: 77.3 K		
Press. Tolerance: 0.050/0.050 (ads/des)	Equil time: 60/60 sec (ads/des)	Equil timeout: 120/120 sec (ads/des)	
Analysis Time: 162.1 min	End of run: 2015/04/26 14:18:07	Instrument: Nova Station A	
Cell ID: 32			

Average Pore Size

Data Reduction Parameters Data

<u>Adsorbate</u>	Nitrogen	Temperature	77.350K	
	Molec. Wt.: 28.013 g	Cross Section:	16.200 Å ²	Liquid Density: 0.808 g/cc

Average Pore Size summary

Average pore Radius = 2.40124e+02 Å