

**ADSORPSI LOGAM TIMBAL(Pb) DENGAN MENGGUNAKAN
KARBON AKTIF DARI ARANG BAMBU TERMODIFIKASI
OKSIDA BESI DAN SURFAKTAN SODIUM DODECYL
SULFATE (SDS)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar sarjana sains (S.Si.)
program studi kimia pada fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia Yogyakarta



Diajukan oleh :

MUHAMMAD SHALEH ZAMZAMIE

No. Mhs. : 16612042

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

ADSORPSI LOGAM TIMBAL(Pb) DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI ARANG BAMBU TERMODIFIKASI OKSIDA BESI DAN SURFAKTAN SODIUM DODECYL SULFATE (SDS)

SKRIPSI

yang diajukan oleh :

Muhammad Shaleh Zamzanie
No. Mhs. : 16612042

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 13 Oktober 2020

Dewan Penguji

Tanda tangan

1. Prof. Dr.rer.nat. Ir. Agus Taftazani.

.....

2. Mai Anugrahwati, S.Si., M.Sc.

.....

3. Wiyogo Prio Wicaksono, M.Si.

.....

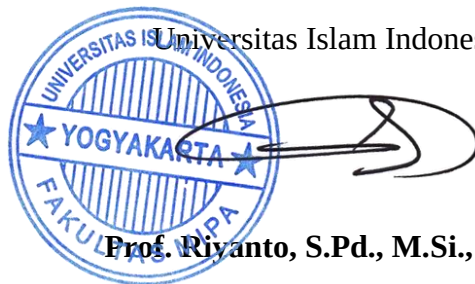
4. M. Miqdam Musawwa, M.Sc.

.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu.

Puji syukur penulis kepada Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “**ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI ARANG BAMBU TERMODIFIKASI OKSIDA BESI DAN SURFAKTAN SODIUM DODECYL SULFATE (SDS)**” dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar sarjana sains(S.Si) program studi kimia pada fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, sehingga penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis. Penulis dengan kerendahan hati, pada kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis, terutama orang tua (Mukhammad Aras dan Sanafiah) serta abang dan kakak penulis (Akbar Alfa, Arfini Aras, Agung Zulyadain dan Amalia Aishanoer) yang telah memberikan dukungan secara material dan moral.
2. Prof. Fathul Wahid, ST., M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia
3. Prof. Riyanto, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
4. Dr. Dwiarto, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
5. Prof. Dr.rer.nat. Ir. Agus Taftazani dan Mai Anugrahwati, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, masukan, diskusi serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. Wiyogo Prio Wicaksono, S.Si., M.Si. dan Muhammad Miqdam Musawwa, S.Si., M.Sc. selaku penguji skripsi.
7. Seluruh teman-teman kimia 16, khususnya kelas A atas kebersamaan yang telah diberikan selama ini.

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam menyusun skripsi ini. Maka dari itu penulis mangharapkan kritik dan saran yang membangun berkaitan dengan isi maupun teknis guna untuk melengkapi dan menyempurnakan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap agar laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi bagi orang-orang yang membacanya dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu.

Yogyakarta, 6 Mei 2020

(Muhammad Shaleh Zamzamie)



ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI ARANG BAMBU TERMODIFIKASI OKSIDA BESI DAN SURFAKTAN SODIUM DODECYL SULFATE (SDS)

INTISARI

Muhammad Shaleh Zamzamie

NIM. 16612042

*Dalam penelitian ini arang bambu (*Bambusa vulgaris*) diubah menjadi tiga adsorben yaitu karbon aktif (Ka), karbon aktif magnetit (Kam) dan karbon aktif magnetit surfaktan (Kams) sebagai adsorben limbah larutan timbal (Pb^{2+}). Karakterisasi adsorben dilakukan dengan menggunakan FTIR dan TOC Analyzer, kemudian diaplikasikan dalam adsorben limbah larutan timbal dengan penentuan kondisi optimum yang meliputi variasi waktu kontak dan konsentrasi yang selanjutnya dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Hasil karakterisasi adsorben dengan menggunakan FTIR menunjukkan terdapat gugus $-OH$, $C=C$ aromatik, dan $Fe-O$ yang menunjukkan adanya interaksi antara Ka dan oksida besi. Hasil TOC terjadi penjerapan surfaktan pada Kam. Berdasarkan aplikasi ketiga adsorben terhadap larutan Pb, diketahui bahwa proses adsorpsi tersebut mengikuti isoterm adsorpsi Langmuir dan kinetika adsorpsi mengikuti pseudo orde dua.*

Kata kunci: Arang bambu, Karbon aktif, Timbal, isoterm adsorpsi dan kinetika adsorpsi.

ADSORPTION OF LEAD METAL (PB) USED BY ACTIVATED CARBON FROM BAMBOO CHARCOAL MODIFIED IRON OXIDE AND SDS SURFACTANT

ABSTRACTS

Muhammad Shaleh Zamzanie

NIM. 16612042

*In this study, bamboo charcoal (*Bambusa vulgaris*) was converted into three adsorbents, namely activated carbon (Ka), activated carbon magnetite (Kam) and activated carbon-surfactant (Kams) as absorbents of lead solution. Adsorbent characterization was carried out using FTIR and TOC Analyzer, then the adsorbents were applied in the adsorption of lead (Pb^{2+}) solution by determining the optimum conditions which include variations in contact time and concentration, then analyzed with atomic absorption spectrophotometer. The results of adsorbent characterization by using FTIR showed that there were $-OH$, $C = C$ aromatic, and $Fe-O$ group which showed an interaction between KA and iron oxide. TOC results depicted an absorption of surfactants in KAM. Based on the application of the three adsorbents to the PB solution, it is known that the adsorption process followed the Langmuir adsorption isotherm and the adsorption kinetics followed the pseudo second-order.*

Keywords: *Bamboo charcoal, Activated Carbon, Lead, Adsorption isotherm and Adsorption kinetics.*

Daftar isi

Halaman judul	i
Halaman pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Intisari	iv
Abstracts.....	v
Daftar isi.....	vi
Daftar gambar.....	vii
Daftar tabel.....	viii
Bab I PENDAHULUAN.....	1
1. 1 Latar belakang	1
1. 2 Perumusan masalah	2
1. 3 Tujuan penelitian	2
1. 4 Manfaat penelitian	2
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	3
Bab III DASAR TEORI.....	5
3. 1 Logam Timbal (Pb)	5
3. 2 Bambu Kuning	5
3. 3 Arang Bambu	6
3. 4 Surfaktan	6
3. 5 Adsorpsi.....	7
3. 6 Metode <i>Total Organic Carbon</i> (TOC)	8
3. 7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	8
3. 8 Spektroskopi <i>fourier transform infrared</i> (FT-IR)	9
Bab IV METODOLOGI PENELITIAN	11
3. 1 Alat dan Bahan	11
3. 2 Cara Kerja.....	11

3.2.1 Preparasi Arang Bambu	11
3.2.2 Aktivasi Karbon	12
3.2.2.1 Pembuatan larutan KOH 20%.....	12
3.2.2.2 Pembuatan larutan HCl 1M.....	12
3.2.2 Magnetisasi Arang Bambu.....	12
3.2.3 Modifikasi Kam dengan surfaktan.....	13
3. 4 Uji Adsorpsi	15
3.4.1 Uji adsorpsi variasi waktu kontak.....	15
3.4.2 Uji adsorpsi dengan variasi konsentari Timbal (Pb).....	15
3.4.2.1 Pembuatan larutan induk Pb 1000 mg/L	16
3.4.2.2 Pembuatan larutan baku Pb 100 mg/L.....	16
3.4.2.3 Pembuatan larutan kerja Pb	16
3.4.2.4 Pembuatan larutan pengencer.....	16
3.4.2.5 Pembuatan larutan standar.....	16
Bab V HASIL DAN PEMBAHASAN	17
Daftar pustaka	18
Lampiran	19

Daftar gambar

Gambar. 1 Bambu kuning (<i>Bambusa vulgaris</i>)	
Gambar. 2 Skema alat spektrofotometer infra merah	
Gambar. 3 Gambar ilustrasi amphiphilic molecule (a) dalam kondisi normal (b) kontak dengan air (C) pada larutan bersurfaktan (konsentrasi rendah) (agustinus, 2013)	
Gambar. 4 Spektra FTIR (a) karbon (b) Kam (c) Kams	
Gambar. 5 Spektra FTIR SDS.....	
Gambar. 6 Kurva waktu optimum KA.....	
Gambar. 7 Kurva waktu optimum Kam.....	
Gambar. 8 Kurva waktu optimum Kams	
Gambar. 9 Kurva pseudo orde satu KA	
Gambar. 10 Kurva pseudo orde dua KA.....	
Gambar. 11 Kurva pseudo orde satu Kam	
Gambar. 12 Kurva pseudo orde dua Kam.....	
Gambar. 13 Kurva pseudo orde satu Kams.....	
Gambar. 14 Kurva pseudo orde dua Kams	
Gambar. 15 Kurva konsentrasi optimum KA	
Gambar. 16 Kurva konsentrasi optimum Kam	
Gambar. 17 Kurva konsentrasi optimum Kams.....	
Gambar. 18 Kurva isoterm Langmuir KA	
Gambar. 19 Kurva isoterm Freundlich KA.....	
Gambar. 20 Kurva isoterm Langmuir Kam	
Gambar. 21 Kurva isoterm Freundlich Kam.....	
Gambar. 22 Kurva isoterm Langmuir Kams.....	
Gambar. 23 Kurva isoterm Freundlich Kams	

Daftar tabel

Tabel 1 Data kinetika adsorpsi Ka	
Tabel 2 Data kinetika adsorpsi Kam	
Tabel 3 Data kinetika adsorpsi Kams.....	
Tabel 4 Uji ANOVA antara konsentrasi dengan adsorben	
Tabel 5 Data isoterm adsorpsi Ka	
Tabel 6 Data isoterm adsorpsi Kam	
Tabel 7 Data isoterm adsorpsi Kams	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alam memiliki kemampuan yang dapat menetralkan pencemaran air. Apabila pencemaran air melebihi kapasitas yang dapat menetralkan pencemaran air, maka akan berdampak buruk bagi ekosistem air. Permasalahan yang dihadapi ialah limbah cair yang dibuang ke perairan tanpa memikirkan dampak yang akan ditimbulkan, kurang pengetahuan akan dampak yang ditimbulkan jika membuang limbah cair langsung ke perairan tanpa dilakukan pengolahan limbah cair terlebih dahulu.

Sungai merupakan tempat pembuangan limbah yang praktis, baik dalam bentuk padat maupun bentuk cair. Hasil limbah dari kegiatan rumah tangga, germen, peternakan, perbengkelan, dan usaha lainnya. Jenis limbah yang dibuat dapat mengandung beraneka ragam jenis bahan pencemar ke perairan, baik dapat terurai maupun yang tidak terurai menyebabkan rusaknya tatanan lingkungan hidup yaitu yang mengandung logam berat (Budiastuti, 2016).

Salah satu limbah yang dipermasalahkan ialah limbah Timbal (Pb). Timbal (Pb) merupakan logam yang memiliki afinitas yang tinggi terhadap belerang dan menyerang ikatannya di dalam enzim. Sehingga Timbal (Pb) merupakan kategori limbah paling toksik. Timbal (Pb) dalam air akan membentuk $Pb(OH)_2$ dan terakumulasi dalam tubuh hewan dan manusia. Timbal (Pb) yang terserap dalam tubuh yang menyebabkan kecerdasan menurun, pertumbuhan badan terhambat, bahkan dapat menimbulkan kelumpuhan (Widayatno, 2017).

Teknologi yang telah dikembangkan untuk meminimalisir, mengatasi, dan mengelola logam berat dari Timbal (Pb), salah satunya adalah adsorpsi, koagulasi dan flokulasi, biosorpsi, elektrolisis, dan bioremediasi (Hardiani, 2011; Murniati, 2015; Ratnawati, 2011; yuliasuti, 2017). Metode adsorpsi memiliki keunggulan antara lain tersedia, biaya rendah, kesederhanaan untuk digunakan dan keramahan lingkungan (Hossain, 2012). Pengolahan logam berat dengan metode adsorpsi dimana molekul

cairan dari limbah logam berat menyentuh dan menempel ke permukaan padatan yang terbuat dari berbagai zat sebagai adsorben (Pratiwi, 2018).

Adsorben yang biasa digunakan dalam adsorpsi ialah karbon aktif. karbon aktif adalah padatan yang mempunyai pori mengandung 85-95% senyawa karbon. Karbon aktif dapat diperoleh dari beberapa bahan yang mengandung karbon seperti kayu, serbuk gergajian kayu, kulit biji, sekam padi, tempurung, gambut, *bagasse*, batubara, lignit, dan tulang binatang (Lempang, M., 2014). Karbon aktif mempunyai kapasitas yang besar dalam mengadsorpsi molekul organik maupun anorganik (Syauqiah, 2011).

Bahan baku yang telah diketahui untuk membuat karbon aktif ialah bambu kuning. Bambu kuning memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang berbeda-beda pada daerah pangkal, tengah, dan ujung (Pujirahayu, 2012). Proses pengolahan karbon aktif dari bambu kuning melalui 2 tahap yaitu karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi untuk mengurai selulosa menjadi karbon dan aktivasi fisika dengan suhu 110 °C (Widayatno, 2017) sedangkan aktivasi kimia dengan aktivator Kalium Hidroksida (KOH 20%) (Apecsiana, 2016).

Karbon aktif banyak dimodifikasi dengan magnetit untuk pemisahan dan adsorpsi. Sintesis karbon aktif mempunyai beberapa metode seperti impregnasi, penggilingan, dan ko-presipitasi yang telah dikembangkan untuk menggabungkan karbon aktif dengan magnetit untuk menghasilkan komposit magnetik, yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap berbagai polutan organik (Sobirin, 2016).

Karbon aktif juga kebanyakan dimodifikasi dengan surfaktan. Kelebihan dari karbon aktif modifikasi surfaktan untuk meningkatkan daya serap dari karbon aktif, karena kebanyakan dari karbon aktif tidak dapat menyerap secara optimal pada zat-zat tertentu (Agustinus, 2012).

Uraian tersebut, jadi penulis melakukan penelitian tentang arang bambu yang telah menjadi karbon aktif dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat Timbal (Pb) termodifikasi oksida besi dan surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS).

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara sintesis dan karakterisasi arang bambu modifikasi oksida besi dan SDS?
2. Bagaimana kemampuan adsorpsi K_a , K_{am} dan K_{ms} terhadap Pb?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini di antaranya sebagai berikut:

1. Menentukan waktu kontak saat kesetimbangan tercapai pada adsorpsi oleh arang bambu modifikasi besi oksida dan SDS terhadap logam Timbal (Pb).
2. Mengetahui konsentrasi awal logam Timbal (Pb) optimum yang dapat diadsorpsi oleh arang bambu modifikasi besi oksida dan SDS saat setimbang.
3. Menentukan pola adsorpsi arang bambu modifikasi besi oksida dan SDS terhadap logam Timbal (Pb).

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Peneliti:
 - a. Menambah wawasan dalam pengelolaan limbah logam berat terutama limbah logam Timbal (Pb).
2. Masyarakat:
 - a. Memberikan wawasan terhadap pemanfaatan bambu sehingga meningkatkan nilai ekonomis.
 - b. Mengurangi pencemaran logam berat dengan pemanfaatan bambu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pencemaran logam berat pada alam merupakan proses yang melibatkan aktivitas manusia. Peningkatan aktivitas manusia dapat menyebabkan meningkatnya perkembangan transportasi, yang juga dapat meningkatnya sumbangan manusia terhadap pencemaran alam. Pencemaran baik itu berupa air, tanah, dan udara oleh logam berat telah menyebabkan kerugian terhadap berbagai kehidupan organisme (Perdana, 2017).

Timbal (Pb) adalah salah satu polutan pencemar lingkungan. Timbal (Pb) menyebabkan masalah kesehatan pada Negara berkembang. Timbal mampu mencemari udara, air dan tanah, sedangkan pada manusia dapat menyebabkan masalah gangguan pada sistem fungsi tubuh. Pada anak-anak, Timbal (Pb) akan menurunkan tingkat kecerdasan, pertumbuhan dan pendengaran (Perdana, 2017).

Pada penelitian Widayatno (2017), adsorpsi limbah Timbal (Pb) dengan menggunakan arang bambu aktif. Alasan penggunaan arang bambu aktif pada penelitiannya ialah mempunyai pori-pori mikro yang spesial, mempunyai karakteristik biologi yang spesial, densitas yang tinggi dan struktur pori-pori yang baik, dan luas permukaan lebih besar dari pada arang kayu, yaitu $300 \text{ m}^2/\text{gram}$, sedangkan arang kayu $30 \text{ m}^2/\text{gram}$.

Pada penelitian Yang (2007), karbon aktif dari sekam padi yang dipadukan dengan magnetit (Fe_3O_4) untuk adsorpsi zat warna. Karbon aktif modifikasi magnetit memiliki keuntungan di antaranya permukaan areanya tinggi, ukuran pori yang tepat, pemisahan magnetik, dan menjanjikan adsorben yang baru dapat digunakan kembali. Karbon aktif termodifikasi dengan magnetit menunjukkan luas permukaan $770 \text{ m}^2/\text{gram}$ dan diameter pori sebesar $3,1 \text{ nm}$, dan kapasitas adsorpsi terhadap *methylene blue* sebesar $321 \text{ mg}/\text{gram}$.

Berdasarkan penelitian Kakavandi (2013), penggunaan karbon aktif modifikasi magnetit (Fe_3O_4) pada anilin. Keunggulan yang dipaparkan pada penelitiannya ialah toksisitas rendah, dan daur ulang yang sangat baik. Penggunaan metode ini secara luas

untuk menghilangkan ion dan kontaminan organik dari air limbah. Karbon aktif termodifikasi ini memiliki kapasitas tinggi untuk menghilangkan polutan.

Menurut penelitian Agustinus (2013), karbon aktif yang digunakan telah dimodifikasi dengan surfaktan kationik yaitu *Ethylenediamine* untuk meningkatkan daya serap karbon aktif terhadap ion logam *hexavalent chromium* (Cr^{+6}) sebesar 2 (dua) kali lipat. Adsorpsi ion logam *hexavalent chromium* (Cr^{+6}) terjadi optimum pada kondisi pH 2 dan lama kontak 2 jam.

Menurut penelitian Reskiandini (2015), karbon aktif yang digunakan terbuat dari sekam padi. Karbon aktif kemudian dimodifikasi dengan Sodium Lauryl Sulfate (SLS) yang digunakan untuk mengadsorpsi Timbal (Pb^{2+}). Pada penelitiannya untuk membandingkan efisiensi adsorpsi Pb antara karbon, karbon aktif dan *Surfactant Modified Active Carbon* (SMAC).

Penelitian yang telah disebutkan, jadi penulis melakukan penelitian untuk membuat karbon aktif dari bambu kuning termodifikasi oksida besi dan surfaktan. Kegunaannya untuk mengadsorpsi Timbal (Pb) dan meningkatkan nilai ekonomis dari bambu kuning tersebut.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah logam lunak kebiruan atau kelabu keperakan yang terdapat dalam kandungan endapan sulfid yang tercampur mineral-mineral lain, yaitu seng dan tembaga (Hajar, 2016). Timbal (Pb) umumnya ditemukan berasosiasi dengan Zn – Cu dalam tubuh bijih. Logam ini sering digunakan dalam industri modern, untuk pembuatan pipa air karena mempunyai sifat ketahanan terhadap korosi dalam berbagai kondisi dan rentang waktu lama (Dewa, 2015).

Dampak dari keracunan logam Timbal (Pb) ialah dapat menyebabkan hipertensi merupakan salah satu faktor penyebab penyakit hati. Timbal (Pb) yang mengikat kuat sejumlah molekul asam amino, haemoglobin, enzim, RNA, dan DNA; maka akan mengganggu saluran metabolik dalam tubuh. Timbal (Pb) juga dapat mengakibatkan gangguan sintesis darah, hiperaktifitas, dan kerusakan otak (Dewa, 2015).

3.2 Bambu Kuning



Gambar. 1 Bambu kuning (*Bambusa vulgaris*) (Yani, 2012)

Indonesia memiliki spesies bambu dengan jumlah sekitar 160 jenis dengan sifat-sifat yang beragam dan spesifik. Bambu sejumlah 122 jenis di antara 160 jenis bambu tadi adalah bambu asli Indonesia, 88 di antaranya adalah endemik Indonesia

dan 65 di antaranya merupakan jenis bambu potensial yang dapat dipergunakan untuk kebutuhan manusia (Lestari, 2018).

Beberapa jenis bambu yang umum ditanam dan dipakai orang diantaranya adalah sebagai berikut; Bambu Talang/ Bunar (*Schizostachyum brachycladium*); Bambu Perling (*Schizostachyum zollingerr*); Bambu Ater (*Gigantochloa atter*); Bambu hitam (*Gigantochloa atter*) sejenis dengan bambu ater; Bambu ampel (*Bambusa vulgaris*); Bambu petung (*Dendrocalamus asper*); Bambu gombong (*Gigantochloa verticillata*); Bambu apus (*Gigantochloa apus*); Bambu pagar (*Bambusa glauoscens*); Bambu tamiang (*Schizostachyum blumci*); Bambu duri (*Bambusa arundinecea*)(Suheryanto, 2012). Salah satu jenis bambu adalah bambu dari familia bambusa. Bambu bambusa adalah bambu simpodial dengan batang tegak, dengan cabang primer yang dominan diikuti beberapa cabang sekunder dan cabang kecil lain, daun pelepah tegak dengan kuping pelepah berbulu dan berlekuk (Lestari, 2018).

3.3 Arang Bambu

Arang bambu adalah produk padat dari bahan baku bambu melalui proses karbonisasi suhu tinggi. Arang bambu telah digunakan pada abad yang lalu hingga saat ini sebagai bahan bakar untuk memasak dan industri, filtrasi dan purifikasi, dan masih banyak yang lain. Arang bambu sama dengan arang kayu yang merupakan mikropori yang memiliki adsorpsi yang sangat bagus (Suheryanto, 2012).

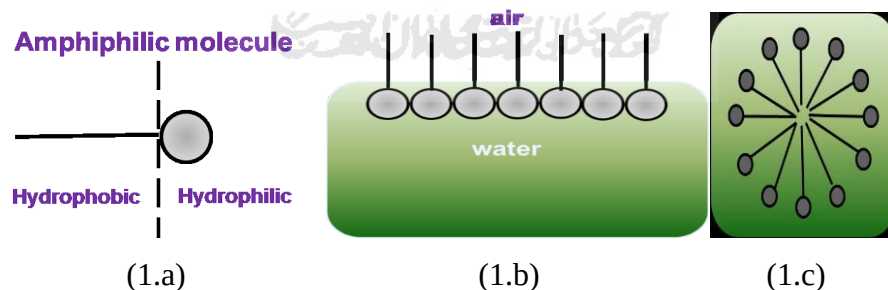
Klasifikasi arang bambu didasari pada proses pembuatannya, termasuk bahan baku bambu, persiapan, pengeringan tanpa udara dan sedikit udara, *charring*, pemurnian prakarbonisasi dan karbonisasi, *calsine*, dan pendinginan dalam tungku, seleksi dan *packing* (Suheryanto, 2012). Berdasarkan pembuatannya, klasifikasi arang bambu pada dasarnya bergantung terhadap bentuk, bahan baku, penggunaan dan suhu pembakaran. Klasifikasi terhadap bentuknya yaitu: arang mentah dan briket arang bambu. Sesuai dengan bentuknya dapat diklarifikasikan sebagai *round charcoal*, *slice charcoal*, *powder charcoal* dan *particle charcoal*. Oleh karena tidak adanya standar yang baku, pembagian tersebut mungkin berbeda di wilayah yang lain (Suheryanto, 2012).

3.4 Surfaktan

Surfaktan merupakan zat yang ditambahkan pada cairan untuk meningkatkan sifat penyebaran dengan menurunkan tegangan permukaan cairan terutama air. Struktur molekul surfaktan terdiri dari gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik. Gugus hidrofilik terdiri beberapa golongan yaitu: bermuatan negatif; bermuatan positif; bermuatan positif dan negatif; tidak bermuatan. Gugus hidrofobik terdiri beberapa golongan yaitu: hidrokarbon; perfluorohidrokarbon; *polyoxpropylene* atau *polyoxbutylene* (Rachim, 2012).

Penggunaan surfaktan banyak digunakan dalam industri seperti zat pembasah, zat pembusa, zat pengemulsi, zat anti busa, deterjen, zat pencegah korosi, dan lain lain (Rachim, 2012). Pengembangan dari surfaktan salah satunya ialah natrium dodesil sulfat (SDS). SDS adalah surfaktan anionik. salah satu ujung molekul bermuatan dan memiliki afinitas untuk air dan ujung lainnya non polar dan larut dalam lemak/minyak. SDS memiliki gugus sulfonat bermuatan negatif sebagai gugus hidrofilik dan 12 karbon jenuh untuk gugus lipofilik (Limbu, 2014).

Pada gambar. 3 merupakan gambaran umum yang menjelaskan sifat dari surfaktan tersebut.



Gambar. 3 Ilustrasi amphilphilic molecule (a) dalam kondisi normal (b) kontak dengan air (C) pada larutan bersurfaktan (konsentrasi rendah) (agustinus, 2013)

Berdasarkan gambar tersebut menjelaskan pada dasarnya molekul mengandung 2 (dua) tipe komponen yaitu *hydrophilic* dan *hydrophobic* yang disebut sebagai *amphiphilic molecule* (Gambar. 3 a). Molekul yang berada pada air maka bagian polar akan berinteraksi dengan air sedangkan nonpolar berinteraksi dengan udara atau cairan

nonpolar (Gambar. 3 b). Molekul yang berada pada larutan surfaktan (konsentrasi rendah) akan membentuk pola melingkar mengelilingi molekul surfaktan yang berinteraksi secara nonpolar (Gambar. 3 c).

3.5 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan salah satu peristiwa fisika maupun kimia pada permukaan yang dipengaruhi oleh reaksi kimia Antara media penyerap (adsorben) dan media terserap (adsorbat) (Rijali, 2015). Adsorpsi metode yang paling umum dipakai karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan ekonomis (Ningsih, 2016).

Adsorpsi yang terjadi dalam hal ini adalah non-spesifik dan non-selektif penyebab gaya tarik menarik karena adanya ikatan koordinasi hidrogen dan gaya *Van der Waals*. Molekul yang teradsorpsi terikat pada permukaan secara lemah dan panas adsorpsinya rendah. Jika adsorbat bereaksi dengan permukaan adsorben secara kimiawi maka dinamakan *chemisorption*. Nilai panas antara adsorpsi dan reaksi kimia setara karena adanya ikatan kimia yang terbentuk maupun yang terputus selama proses adsorpsi. Fenomena kedua proses adsorpsi tersebut dibedakan dengan digunakan variabel temperatur. Adsorpsi fisis ditandai dengan penurunan jumlah yang teradsorpsi dengan peningkatan temperatur (Widayatno, 2017).

Kinetika adsorpsi merupakan salah satu aspek yang sering diteliti untuk mengevaluasi karakteristik dari adsorben yang dipakai. Ada yang banyak model yang model yang dikembangkan untuk memprediksi laju adsorpsi suatu adsorbat pada adsorben tertentu. Salah satunya persamaan laju reaksi orde satu pseudo lagergen dan persamaan laju reaksi orde pseudo Ho (Qiu, 2009 dan Ho, 2004).

Persamaan linier laju adsorpsi orde pertama ialah:

$$\text{Log } (q_e - q_t) = \text{Log } q_e - \frac{K_1}{2,303} t$$

dengan:

q_e = kapasitas adsorpsi saat setimbang (mg/g)

q_t = kapasitas adsorpsi saat waktu t (mg/g)

t = waktu

K_1 = konstanta laju pseudo orde satu

Persamaan linier laju adsorpsi orde kedua ialah:

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{K_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$$

dengan:

t = waktu

q_e = kapasitas adsorpsi saat setimbang (mg/g)

qt = kapasitas adsorpsi saat waktu t (mg/g)

K_2 = konstanta laju pseudo orde dua

Isoterm adsorpsi menggambarkan hubungan antara zat yang teradsorpsi oleh media teradsorpsi dengan tekanan atau konsentrasi pada keadaan kesetimbangan dan temperatur yang tetap (Barrow, 1998). Isoterm adsorpsi ada 2 yaitu isoterm Langmuir dan Freundlich. Langmuir berasumsi sejumlah bagian adsorbat tetap tersedia pada permukaan adsorben, dimana bagian permukaan tersebut memiliki energi yang sama (homogen) dan adsorpsi yang terjadi dua arah (reversibel) (sanjaya, 2015). Freundlich berasumsi bahwa proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben, dimana memiliki energi yang berbeda (heterogen) (Latupeirissa, 2018).

Persamaan linier isoterm Langmuir

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_0 b} + \frac{1}{b} C_e$$

dengan:

q_e = jumlah adsorbat terserap per massa padatan saat setimbang (mg/g)

C_e = konsentrasi larutan saat setimbang (ppm)

Q_0 = kapasitas adsorpsi lapisan tunggal (mg/g)

b = konstanta energi adsorpsi lapisan tunggal

Persamaan linier isoterm Freundlich

$$\text{Log } q_e = \text{Log } k_f + \frac{1}{n} \text{Log } C_e$$

dengan:

q_e = jumlah adsorbat terserap per massa padatan saat setimbang (mg/g)

C_e = konsentrasi larutan saat setimbang (ppm)

K_f = kapasitas adsorpsi relatif adsorben (mg/g)

n = konstanta intensitas adsorpsi

3.6 Metode *Total organic carbon* (TOC)

Total organic carbon (TOC) adalah jumlah karbon yang terkandung atau terserap dalam senyawa organik. Karbon yang terserap dalam media terdiri dari dua jenis, yaitu *Organic Carbon* (OC) dan *Inorganic Carbon* (IC) (Jamluddin, 2018). Pengukuran karbon yang ada saat ini dengan merubah karbon pada media menjadi karbon dioksida, sehingga mengukur kadar karbon dioksida tersebut sebagai representasi dari kadar karbon yang ada (Fertl dan Chilingar, 1998).

3.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektroskopi serapan atom pertama kali digunakan pada tahun 1955 oleh Walls. Spektroskopi serapan atom digunakan untuk mengukur kadar logam total dalam suatu sampel cair dengan relatif sederhana dan interverensi yang kecil. Penyerapan sinar oleh spektroskopi serapan atom didasarkan pada penyerapan sinar tampak atau sinar ultraviolet. Hal ini sama saja dengan spektroskopi sinar tampak atau sinar ultraviolet hanya saja berbeda dalam preparasi sampel, spektrum cahaya dan peralatannya (Gandjar dan Rohman, 2007).

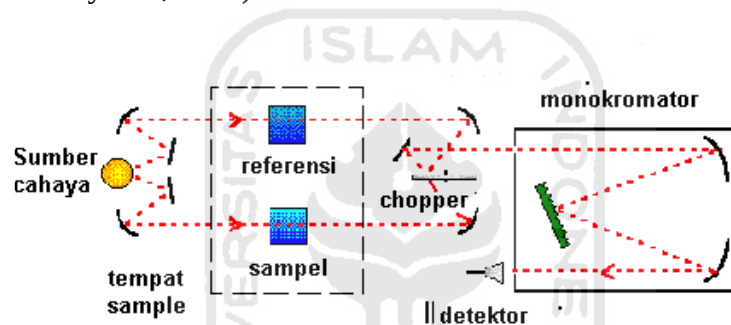
Prinsip dasar SSA adalah interaksi radiasi elektromagnetik dengan sampel. Metode SSA merupakan metode yang tepat untuk menganalisis zat dengan konsentrasi rendah. SSA juga teknik yang paling umum untuk menganalisis unsur. Teknik SSA didasarkan pada emisi dan absorbansi dari uap atom. Salah satu komponen alat yang penting dalam SSA ialah *Heat burner* dalam menghasilkan uap atom (Khopkar, 1990).

3.8 Spektroskopi *fourier transform infrared* (FTIR)

Spektroskopi *fourier transform infrared* (FTIR) merupakan salah satu metode pengukuran untuk mendeteksi struktur molekul senyawa melalui identifikasi gugus fungsi penyusun senyawa. Preparasi sampel FTIR untuk diujii tidak memerlukan persiapan yang sulit dan dapat digunakan pada berbagai fase baik padat, cair maupun

gas. Prinsip dari spektroskopi ini didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi infra merah oleh molekul suatu materi (Sulistiyani, 2017).

Radiasi infra merah memiliki range frekuensi. Pengukuran spektrum infra merah dilakukan pada daerah cahaya infra merah tengah (*mid-infrared*) pada panjang gelombang 2,5-50 μm atau bilangan gelombang 4000-200 cm^{-1} . Energi yang dihasilkan oleh radiasi ini menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul. Sumber cahaya yang digunakan untuk FTIR ialah Tungsten, *narnst glowers* atau *glowbars*. Dispersi sumber cahaya infra merah menggunakan *monokromator* berfungsi untuk menyeleksi panjang gelombang (Dachriyanus, 2004).



Gambar 2 Skema alat spektrofotometer infra merah (Dachriyanus, 2004)

Skema kerja dari alat spektrofotometer infra merah, jika suatu frekuensi tertentu dari radiasi infra merah dilewatkan pada sampel suatu senyawa organik maka terjadi penyerapan frekuensi oleh senyawa tersebut. Detector yang ditempatkan pada sisi lain dari senyawa mendeteksi frekuensi yang dilewatkan pada sampel yang tidak diserap oleh senyawa. Frekuensi yang dilewatkan pada sampel diukur sebagai persen transmittan (Dachriyanus, 2004).

BAB IV

METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Bahan utama yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah bambu kuning yang diperoleh dari Toko Merah di jalan Kaliurang Km 13, Sleman, Yogyakarta, dengan disortir terlebih dahulu, larutan Pb (5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm dan 30 ppm), akuades, NaOH 10 M, FeCl₃ 0,1 M, FeSO₄, NaNO₃ 0,1 M, SDS (*Sodium Dedocyl Sulfate*), NaOH 1 N, H₂SO₄ 1 N dan etanol.

Alat-alat yang digunakan meliputi : Neraca analitik, Oven, Penyaring buchner, pH universal, ayakan 100 mesh, Cawan porselen, Lumpang dan Mortar, *Magnetic stirrer*, *muffle furnace*, kaca arloji, spatula, pengaduk, pipet volume (1, 2, 5 dan 10 mL), Pipet tetes, Erlenmeyer 100 mL, Labu ukur (10, 50, 100 dan 250 mL), Gelas beaker (100 dan 250 mL), Spektrofotometer inframerah (Nicolet Avatar 360 IR), spektrofotometer serapan atom (SSA) (Perkin Elmer PinAAcle 900T), dan TOC *Analyzer* (Shimadzu TOC V-CSH).

3.2 Cara Kerja

3.2.1 Preparasi arang bambu

Bambu dikeringkan sampai kering, kemudian dipotong-potong menjadi ukuran kecil dan dibelah menjadi empat bagian. Bambu yang digunakan dalam penelitian adalah sepertiga bagian bawah (pangkal bambu) dari total panjang bambu. Sampel dibuat masing-masing sebanyak tiga ulangan. Bambu diarangkan secara pirolisis pada suhu 500-600 °C selama 2 jam, dan diayak dengan 100 mesh agar memiliki ukuran yang seragam (Lestari, 2018).

3.2.2 Aktivasi karbon

Aktivasi arang bambu menggunakan larutan KOH (20%-b) dengan perbandingan massa arang bambu dan KOH sebesar 1:4, kontak dilakukan selama 20 jam dan selanjutnya dikeringkan dalam oven 110 °C selama 24 jam. Setelah kering, karbon aktif dikarbonisasi akhir pada suhu 800 °C selama 1 jam, kemudian akan dicuci

dengan HCl 1 M dan air demin hingga air pencucian mencapai pH 6-7 dan diakhiri dengan pengeringan dalam oven 110 °C selama 2 jam (Apecsiana, 2016).

3.2.2.1 Pembuatan larutan KOH 20%

Kalium Hidroksida (KOH) ditimbang sebanyak 200 gram, kemudian dilarutkan dalam labu ukur 1000 mL dengan akuades sampai tanda batas.

3.2.2.2 Pembuatan larutan HCl 1M

Asam klorida (HCl) 37% dipipet sebanyak 20,7 mL, kemudian dimasukkan dalam labu ukur 250 mL yang berisi akuades, lalu dilarutkan dengan akuades sampai tanda batas.

3.2.3 Magnetisasi Karbon aktif

Karbon aktif yang telah diperoleh diambil sebanyak 5 g kemudian direndam dalam 50 mL air suling. Larutan Besi klorida dibuat dengan menambahkan 1,8 g FeCl_3 ke 130 mL air suling. Pada saat yang bersamaan, larutan Sulfat besi disiapkan dengan menambahkan 2 g FeSO_4 ke dalam 150 mL air suling. Kedua larutan kemudian dicampur dan diaduk pada suhu 60-70 °C. Suspensi yang terbentuk kemudian ditambahkan ke dalam karbon aktif suspensi pada suhu kamar sambil diaduk perlahan selama 30 menit (Fajarwati, 2019) (Mohan, 2011), setelah pencampuran, larutan NaOH 10 M ditambahkan tetes demi tetes ke dalam suspensi campuran hingga pH mencapai 10-11. Selama penambahan NaOH, warna suspensi menjadi hitam pada pH 10. Setelah diaduk selama 60 menit, suspensi dibiarkan pada suhu kamar selama 24 jam dan berulang kali dicuci dengan air suling, diikuti oleh etanol. Kemudian, komposit yang terbentuk disaring dengan filter vakum dan dikeringkan semalaman pada 50 °C dalam oven (Fajarwati, 2019), kemudian Karbon aktif dikarakterisasi dengan FTIR.

3.2.4 Modifikasi Kam dengan surfaktan

Karbon aktif magnetit dimodifikasi dengan agitasi dalam larutan surfaktan. Larutan surfaktan dibuat dengan malarutkan SDS (*Sodium Dedocyl Sulfate*). Konsentrasi larutan surfaktan yang digunakan yaitu 9 g/L. Sebanyak 1 L larutan surfaktan ditambahkan 50 gram karbon aktif dan diagitasi 180 rpm selama 24 jam pada temperatur 22 °C menggunakan *mechanical shaker*. Karbon aktif magnetit kemudian

dipisahkan dan dicuci menggunakan air distilat sebanyak 10 kali dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 60 °C semalaman (Lee dkk, 2018). Jumlah surfaktan yang terikat di karbon aktif magnetit ditentukan dengan metode *Total Organic Carbon* (TOC) dengan menghitung selisih konsentrasi larutan surfaktan sebelum dan setelah dikontakkan dengan Karbon aktif magnetit. Selain itu, karakterisasi material juga dilakukan dengan analisis FTIR pellet KBr guna mengobservasi gugus fungsi yang ada pada karbon aktif dan karbon aktif termodifikasi surfaktan.

3.3. Uji Adsorpsi

3.3.1 Uji adsorpsi variasi waktu kontak

Uji kinetika adsorpsi dilakukan pada temperature ruangan. Sebanyak 0,1 g adsorben (karbon aktif arang bambu, karbon aktif arang bambu termodifikasi Fe₃O₄ dan karbon aktif arang bambu termodifikasi Fe₃O₄ serta surfaktan SDS) dengan ukuran partikel 100 mesh dimasukkan ke dalam botol gelas berukuran 50 mL. Kemudian ke dalam masing-masing botol gelas tersebut ditambahkan 25 mL larutan timbal (II) dengan konsentrasi 100 mg/L. Selanjutnya diaduk dengan shaker kecepatan 150 rpm. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 5, 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Larutan timbal yang telah diinteraksikan dengan adsorben kemudian didiamkan selama 5 menit dan disaring dengan kertas saring. Konsentrasi Pb (II) pada filtrat ditentukan menggunakan SSA. Data yang diperoleh dari hasil Spektrofotometer Serapan Atom yaitu konsentrasi Pb (II), yang teradsorpsi (selisih konsentrasi Pb (II) awal dan konsentrasi sisa dalam larutan Pb (II)). Kandungan Pb yang teradsorpsi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$q_e = \frac{C_0 - C_e}{W} \times V \quad (3.1)$$

Dengan:

q_e : kapasitas adsorpsi (mg/g)

C_0 : konsentrasi awal logam (mg/L)

C_e : konsentrasi akhir logam (mg/L)

W : massa dari adsorben (g)

V : volume larutan logam (L) (Safrianti, 2012).

Guna menentukan konsentrasi Pb dalam larutan sampel, kurva standar Pb dibuat dari $\text{Pb}(\text{NO}_2)_3$

3.3.2 Uji adsorpsi dengan variasi konsentrasi Timbal (Pb)

Pengujian adsorpsi pada variasi konsentrasi mengikuti dengan sedikit perubahan. Pengujian kinerja karbon aktif dilakukan dengan mengontakkan 25 mL larutan Pb pada variasi konsentrasi Pb 5, 15, 45, 75, 150, dan 300 mg/L ppm dengan karbon aktif sebanyak 0,1 gram. Larutan Pb dikontakkan dengan karbon aktif pada waktu optimum tiap adsorben pada kecepatan pengadukan 160 rpm. Selanjutnya suspensi disaring dengan kertas saring. Konsentrasi logam berat dianalisis menggunakan SSA dan untuk perhitungan dibuat kurva kalibrasi larutan standar. Kondisi pengujian kinerja adsorben dilakukan pada keadaan isotherm, yaitu pada suhu ruangan (Permanasari, 2010) (Zhang et al., 2019).

3.3.2.1 Pembuatan larutan induk Pb 1000 mg/L

pembuatan larutan induk Pb 1000 ppm dengan cara melarutkan sebanyak 1,6 gram serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ke dalam labu ukur 1L, kemudian ditambah aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

3.3.2.2 Pembuatan larutan baku Pb 100 mg/L

Dipipet 10 mL larutan induk logam Pb 1000 mg/L dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan larutan pengencer sampai tanda batas.

3.3.2.3 Pembuatan larutan kerja Pb

Dipipet 10, 15, 20, 25, 35 dan 45 mL larutan baku Pb 1000 mg/L masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi logam timbal 100, 150, 200, 250, 350 dan 450 mg/L.

3.3.2.4 Pembuatan larutan pengencer

Pembuatan larutan pengencer dibuat dengan cara menambahkan asam nitrat pekat ke dalam air suling sampai pH 2 (SNI 06-6989.8-2004).

3.3.2.5 Pembuatan larutan standar

Dipipet 0,5, 2, 4, 6, 8 dan 10 mL larutan baku Pb 100 mg/L masing masing ke labu ukur 100 mL. Ditambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi logam timbal 0,5, 2, 4, 6, 8 dan 10 mg/L.



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang pembuatan karbon aktif termodifikasi oksida besi dan surfaktan dengan menggunakan metode karbonisasi dari batang bambu yang akan digunakan sebagai adsorben untuk penyerapan larutan Timbal (Pb), telah dilakukan di Laboratorium Penelitian Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia. Pada penelitian ini diawali dengan pembuatan arang bambu dengan menggunakan dengan metode karbonisasi. Arang bambu yang telah jadi diaktivasi dengan aktivator Kalium Hidroksida (KOH) dengan metode karbonisasi. Karbon aktif yang telah jadi kemudian dimodifikasi magnetit menjadi Karbon aktif magnetit (Kam) dengan penambahan Besi(III) klorida (FeCl_3) dan Besi(II) sulfat (FeSO_4). Karbon aktif magnetit kemudian dimodifikasi dengan surfaktan SDS (*Sodium Dedocyl Sulfate*) menjadi Karbon aktif magnetit surfaktan (Kams). Karbon aktif modifikasi yang telah jadi dilakukan karakterisasi dengan menggunakan instrumen FTIR plat KBr, SSA dan TOC. Karbon aktif modifikasi diaplikasikan pada penyerapan larutan Timbal (Pb) dengan menentukan waktu dan konsentrasi optimumnya kemudian ditentukan kapasitas adsorpsinya.

5.1 Arang bambu

Proses pembuatan arang bambu ini dilakukan secara bertahap. Tahap awal dilakukan dengan pemotongan bambu menjadi kecil dan dibelah menjadi empat bagian. Bagian yang diambil ialah sepertiga dari panjang bambu (pangkal bambu). Potongan bambu dibuat ulangan secara tiga kali. Fungsi pemotongan untuk memperluas permukaan arang yang digunakan sebagai adsorben untuk menyerap larutan Timbal (Pb). Bambu diarangkan secara pirolisis pada suhu 500-600 °C selama 2 jam. Fungsi dari pirolisis adalah proses dekomposisi termokimia dari material organik yang berlangsung tanpa udara atau oksigen. Tujuan dari pirolisis untuk menghilangkan komponen-komponen lain yang terkandung di dalam batang bambu serta terbentuknya porositas pada karbon atau terbukanya pori-porinya sehingga memiliki daya serap yang tinggi. Produk yang dihasilkan dari pirolisis pada penelitian

ini berupa residu padat yang kaya kandungan karbon (*char*). Arang yang telah jadi diayak dengan 100 mesh agar memiliki ukuran yang seragam. Fungsi dari pengayakan ini agar luas permukaan dari arang yang didapat menjadi luas sehingga mampu menyerap larutan Timbal (Pb) lebih banyak.

5.2 Karbon aktif

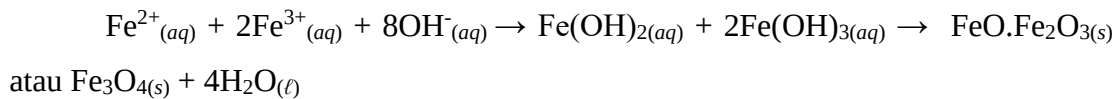
Proses aktivasi karbon menjadi karbon aktif dapat melalui proses fisika dan kimia. Salah satu tujuannya ialah meningkatkan luas permukaan karbon. Proses pembuatan karbon aktif ini menggunakan aktivator kalium hidroksida (KOH). Penggunaan aktivator KOH dibanding aktivator yang bersifat asam seperti H_3PO_4 dan $ZnCl_2$, karena material yang mengandung lignoselulosa memiliki kandungan oksigen yang tinggi dan aktivator yang bersifat asam bereaksi dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen, sedangkan untuk aktivator KOH lebih bereaksi dengan karbon (Rahmawati, 2018). Pada penelitian Nurfitria (2019), KOH adalah aktivator kimia yang baik pada karbon dari tempurung kelapa, karena dapat meningkatkan luas permukaannya. KOH juga dapat bertindak sebagai basa kuat yang menghilangkan zat pengotor pada karbon dari hasil pengarangan yang kurang sempurna seperti zat volatile dan tar. KOH merupakan *dehydratting agent*. Reaksi ini agar membuat karbon menjadi terkikis dan terjadi perluasan luas permukaan menjadi meningkat (Nurfitria, 2019).

Karbon aktif setelah melalui proses kimia kemudian melalui proses aktivasi fisika dengan menggunakan *furnace* menjadi karbon aktif yang kering, yang akan mengalami pengurangan massa dan berwarna hitam pekat. Pengurangan massa yang terjadi akibat dari kehilangan kandungan air setelah proses kimia sehingga ukuran partikelnya mengecil.

5.2 Karbon aktif magnetit

Proses pembuatan karbon aktif magnetit ialah dengan metode kopresipitasi pada suhu 60-70 °C. Pencampuran antara Fe^{3+} dan Fe^{2+} dan penambahan Natrium Hidroksida (NaOH). Pencampuran tersebut bertujuan untuk pembentukan dari karbon aktif magnetit dengan terbentuknya oksida besi (Fe_3O_4) yang menempel pada pori-pori karbon tersebut. Proses pembuatan karbon aktif magnetit berawal dari pembentukan

endapan yang mengandung $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$, kemudian terjadi penjerapan pada $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ terhadap karbon aktif, kemudian terbentuknya Fe_3O_4 karena adanya proses dehidrasi terhadap pemanasan di suhu 60-70 °C sehingga terbentuknya karbon aktif magnetit (Ariyani, 2011).



5.3 Karbon aktif magnetit surfaktan

Pada pembuatan karbon aktif magnetit surfaktan secara teoritis pada permukaan padatan kontak dengan suatu larutan cenderung membentuk lapisan atau *layer* dari molekul-molekul zat terlarut pada permukaannya sebagai akibat kesetimbangan gaya-gaya pada permukaan (Zhenhua, 2009). Pada umumnya, karbon aktif bersifat *hydrophobic* (tidak suka air) maka mampu dalam menyerap polutan organik karena sama-sama bersifat *hydrophobic*. Karbon aktif biasanya cenderung hanya untuk penukar ion tetapi kurang optimal dalam adsorpsi larutan ion. Karbon aktif yang akan dimodifikasi surfaktan akan lebih bersifat *hydrophilic*, sehingga mampu dalam adsorpsi larutan ion seperti Timbal (Pb).

Surfaktan merupakan bahan kimia dengan bentuk molekul yang mempunyai bagian tangkai/batang yang bersifat *hydrophobic* dan bagian kepala bersifat *hydrophilic* dan mampu menempel pada permukaan padatan (*solid*) (Hui, 1996).

Hasil *TOC Analyzer* menunjukkan pada selisih antara konsentrasi sebelum kontak dengan karbon aktif magnetit dengan konsentrasi setelah kontak dengan karbon aktif magnetit. Hasil TOC dari sebelum kontak dengan Kam ialah 2624 mgTOC/L dan hasil TOC dari setelah kontak dengan Kam ialah 2434 mgTOC/L. Hasil selisih antara sebelum dengan akhir kontak Kam ialah 190 mgTOC/L dimana menunjukkan terjadinya penyerapan Kam terhadap surfaktan SDS dengan % efisiensi 7,24 %.

5.4 Karakterisasi karbon aktif modifikasi

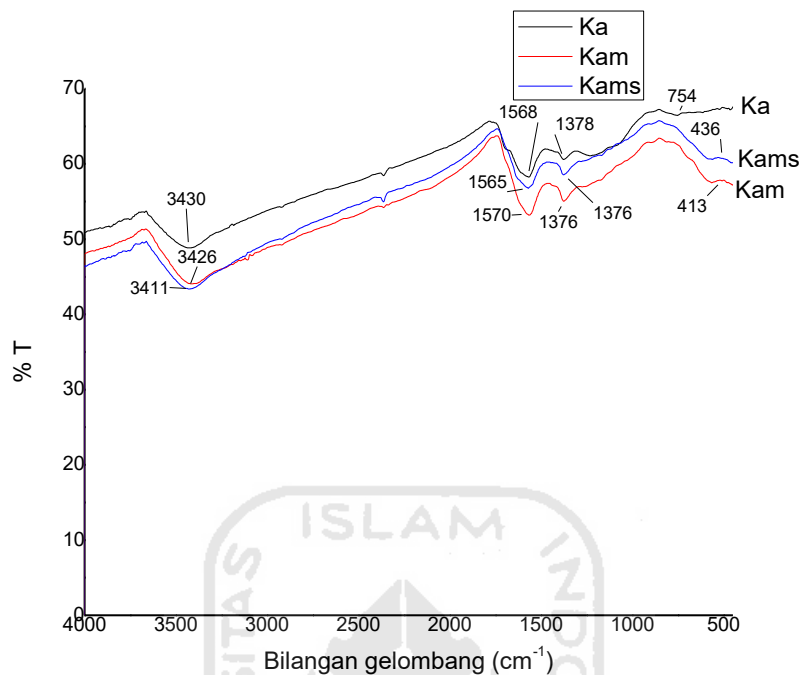
Karbon aktif yang telah jadi akan dikarakterisasi dengan menggunakan *fourier transform infra red* (FTIR). Tujuan dari karakterisasi ialah untuk mengetahui

kandungan, struktur dan morfologi dari karbon aktif modifikasi, sebagai pembanding maka digunakan bahan dasar karbon arang bambu hasil dari pembakaran *furnace*.

5.4.1 Hasil karakterisasi dari *fourier transform infra red* (FTIR)

Karbon aktif modifikasi yang telah jadi dikarakterisasi dengan *fourier transform infra red* (FTIR). Karakterisasi ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam karbon aktif modifikasi. Pengukuran pada *fourier transform infra red* (FTIR) berdasarkan pada daerah cahaya inframerah tengah yaitu pada panjang gelombang 2,5–50 μm atau bilangan gelombang 4000–200 cm^{-1} . Cara dari *fourier transform infra red* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi dalam karbon aktif modifikasi dengan energi yang dihasilkan radiasi sinar inframerah akan menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul. Rekorder dalam alat spektroskopi infra-red merekam pita adsorpsi inframerah suatu gugus fungsi yang memiliki vibrasi yang khas dan spesifik.

Hasil karakterisasi dari karbon aktif modifikasi terbagi dalam tiga sampel. Karbon aktif (Ka), Karbon aktif magnetit (Kam) dan Karbon aktif magnetit surfaktan (Kams). Pita adsorpsi yang dihasilkan dari *fourier transform infra red* (FTIR) berada pada mid range yaitu bilangan gelombang 4000–200 cm^{-1} .



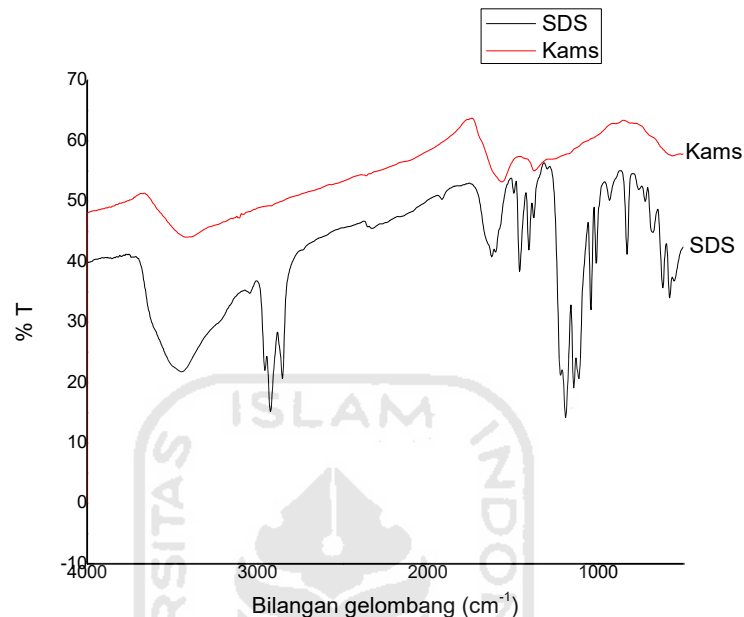
Gambar 3 Spektra FTIR Ka, Kam dan Kams

Gambar 3 merupakan spektra FTIR Karbon aktif (Ka). Puncak serapan 3430,39 cm^{-1} yang terdeteksi merupakan gugus O-H, pada puncak serapan 1568,22 cm^{-1} terdapat gugus fungsi C=C aromatik dan alifatik, puncak serapan juga terjadi pada 1378,07 cm^{-1} merupakan gugus fungsi regangan C-H, dan serapan yang terjadi pada 754,97 cm^{-1} merupakan regangan C-H aromatik.

Gambar 3 merupakan spektra FTIR Kam (karbon aktif magnetit). Puncak serapan 3426,65 cm^{-1} merupakan gugus fungsi dari melebar O-H, sedangkan puncak serapan 1570,98 cm^{-1} ialah gugus puncak regangan aromatik C=C, dan puncak serapan 1376,74 cm^{-1} merupakan regangan C-H, puncak serapan yang terjadi pada 413,01 cm^{-1} merupakan Fe-O yang merupakan dari senyawa Fe_3O_4 yang terdapat dari Kam (Prasdiantika, 2009).

Gambar 3 merupakan spektra FTIR Kams (karbon aktif magnetit surfaktan). Puncak serapan 3411,45 cm^{-1} merupakan gugus fungsi dari melebar O-H, puncak serapan 1565,04 cm^{-1} merupakan gugus fungsi regangan C=C aromatik, puncak

serapan $1376,56\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi rengangan C-H, sedangkan puncak serapan $436,40\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya ikatan Fe-O.



Gambar 4 Spektra FTIR SDS dan Kams

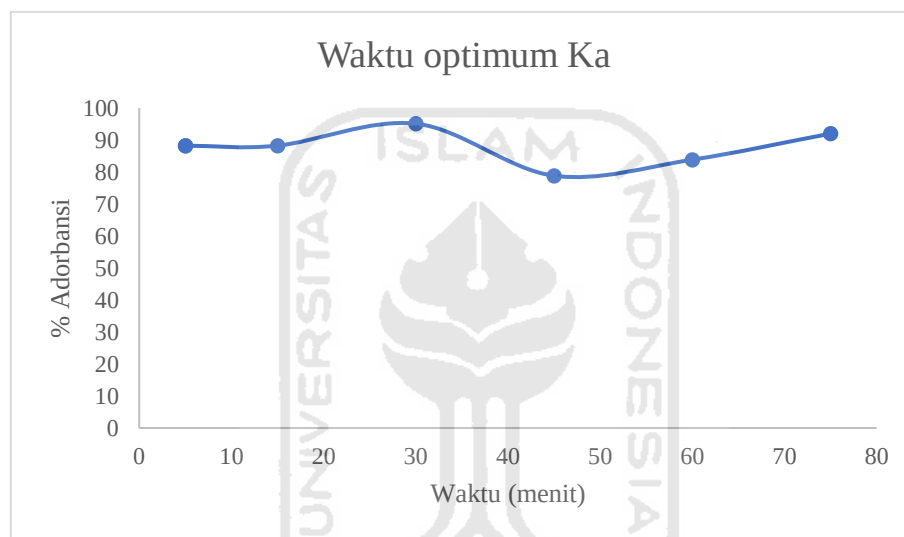
Gambar 4 merupakan FTIR SDS yang akan dibandingkan dengan spektra FTIR Kams. Hasil perbandingan tersebut tidak adanya kemiripan spektra FTIR yang belum menunjukkan adanya surfaktan SDS yang menempel pada Kams. Interaksi yang terjadi antara besi oksida dengan surfaktannya melalui ikatan momen dipol/kovalen (Hakim, 2018).

5.5 Uji adsorpsi

5.5.1 Uji adsorpsi variasi waktu kontak

Pengujian adsorpsi variasi waktu kontak, pertama yang dilakukan ialah untuk mengetahui pada waktu optimum yang dibutuhkan karbon aktif modifikasi untuk mengadsorpsi logam Timbal (Pb^{2+}). Waktu optimum adalah waktu yang perlukan oleh karbon aktif modifikasi untuk adsorpsi logam Timbal (Pb^{2+}) secara maksimal. Penentuan waktu optimum dilakukan dengan menghitung jumlah logam (Pb^{2+}) yang teradsorpsi sebagai fungsi waktu. Penentuan variasi waktu kontak dilakukan dengan

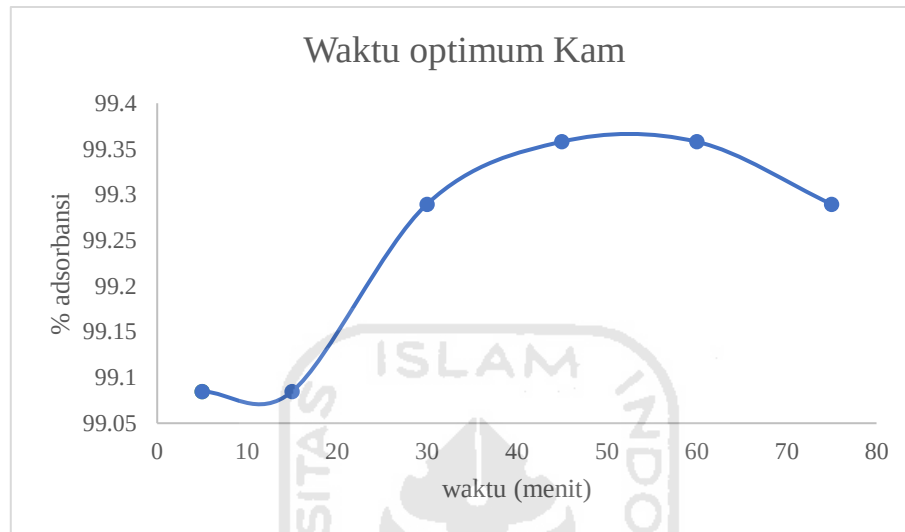
adsorben sebanyak 0,1 gram (Karbon aktif arang bambu, Karbon aktif magnetit, dan Karbon aktif magnetit surfaktan), kemudian dimasukkan dalam botol gelas yang berisi 25 mL larutan timbal (II) dengan konsentrasi 100 mg/L pada keadaan pH 5. Larutan yang sudah diisi kemudian dishaker dengan variasi waktu 5, 15, 30, 45, 60 dan 75 menit., lalu disaring, setelah itu filtrat diuji dengan Spektrofotometer serapan atom. Berdasarkan data yang telah diperoleh dari SSA, didapat grafik hubungan antara waktu dan % adsorbansi dari larutan timbal (II) yang teradsorpsi oleh tiga adsorben.



Gambar 5 Kurva waktu optimum Ka

Gambar 5 merupakan kurva waktu optimum yang menyatakan semakin lama adsorpsi adsorben Ka Bambu terhadap larutan timbal (II), maka % adsorbansinya besar dan kapasitas dari Ka bambu untuk mengadsorpsi larutan Timbal (II) akan semakin banyak. Hal ini terjadi karena mungkin tumbukan yang terjadi dan sisi aktif yang terbuka lebar dan meningkatkan daya adsorpsi. Menit 45 mengalami penurunan, karena mengalami desorpsi atau pelepasan molekul yang melengket pada sisi aktif adsorben. Hasil % adsorbansi larutan timbal yang terserap oleh Ka bambu dengan variasi waktu 5, 15, 30, 45, 60 dan 75 menit secara berurut ialah 88,23; 88,23; 95,11; 78,84; 83,85; 91,98 %. Kapasitas adsorpsi larutan timbal oleh Ka bambu yaitu 21,75; 21,75; 23,45; 19,44; 20,67; 22,68 mg/g.

Hasil dari perhitungan, waktu kontak yang digunakan sebagai waktu kontak optimum adsorpsi larutan timbal oleh Ka bambu ialah 30 menit dengan % adsorbansi larutan timbal sebesar 95,11 %.

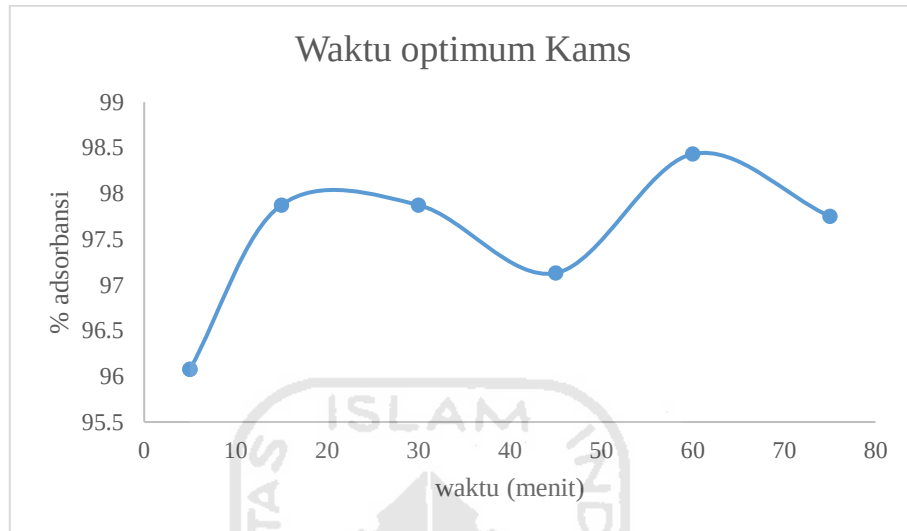


Gambar 6 Kurva waktu optimum Kam

Gambar 6 merupakan kurva yang menunjukkan kurva waktu optimum Karbon aktif magnetit (Kam). Menit 5 dan menit 15 mengalami % adsorbansi yang sama, sehingga kedua menit tersebut masih tidak mengalami adsorpsi maupun desorpsi, kemudian menit 30 mengalami peningkatan % adsorbansi yang menyatakan prosesnya mengalami adsorpsi atau kapasitas adsorpsi terhadap larutan timbal mengalami peningkatan. Menit 45 dan menit 60 mengalami % adsorbansi yang sama, sehingga kedua menit tersebut masih tidak mengalami adsorpsi maupun desorpsi, sedangkan pada menit 75 mengalami penurunan dikarenakan mengalami desorpsi atau pelepasan molekul yang melengket pada sisi aktif adsorben. Hasil % adsorbansi larutan timbal yang terserap oleh Kam dengan variasi waktu 5, 15, 30, 45, 60 dan 75 menit secara berurut ialah 99,08; 99,08; 99,28; 99,35; 99,35; 99,28 %. Kapasitas adsorpsi larutan timbal oleh Kam yaitu 23,24; 23,24; 23,29; 23,31; 23,31; 23,29 mg/g.

Hasil dari perhitungan, waktu kontak yang digunakan sebagai waktu kontak optimum adsorpsi larutan timbal oleh Kam ialah 45 menit dengan % adsorbansi larutan

timbang sebesar 95,11 % karena pada menit tersebut pertama kali mengalami waktu kontak optimum.



Gambar 7 Kurva waktu optimum Kams

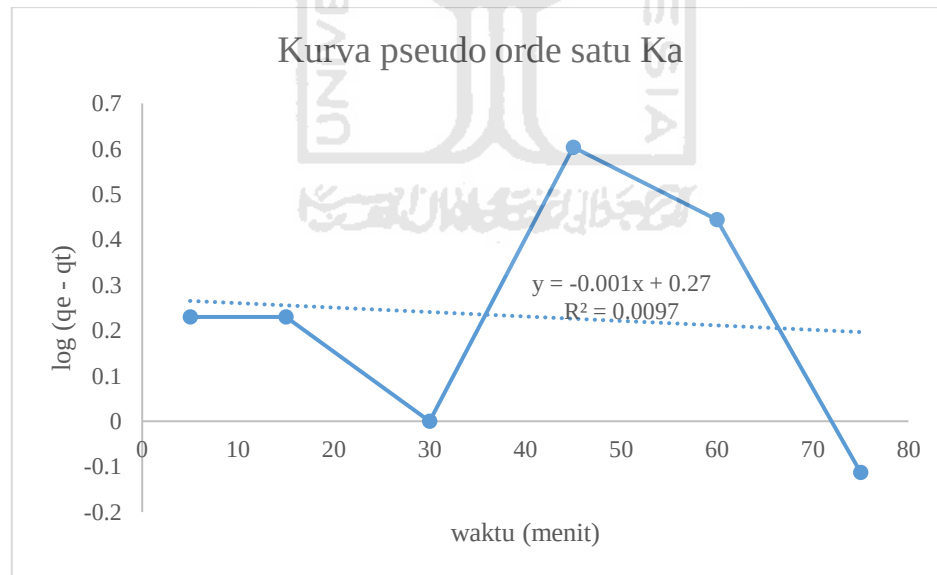
Gambar 7 merupakan kurva yang menunjukkan kurva waktu optimum Karbon aktif magnetit surfaktan (Kams). Menit 15 dan menit 30 mengalami % adsorbansi yang sama, sehingga kedua menit tersebut masih tidak mengalami adsorpsi maupun desorpsi, kemudian menit 45 mengalami peningkatan % adsorbansi yang menyatakan prosesnya mengalami adsorpsi atau kapasitas adsorpsi terhadap larutan timbal mengalami peningkatan. Menit 60 mengalami peningkatan % adsorbansi, sehingga menit tersebut mengalami adsorpsi atau kapasitas dari Kams mengalami peningkatan, sedangkan pada menit 75 mengalami penurunan dikarenakan mengalami desorpsi atau pelepasan molekul yang melengket pada sisi aktif adsorben. Hasil % adsorbansi larutan timbal yang terserap oleh Kams dengan variasi waktu 5, 15, 30, 45, 60 dan 75 menit secara berurut ialah 96,07; 97,87; 97,87; 97,12; 98,43; 97,74 %. Kapasitas adsorpsi larutan timbal oleh Kams yaitu 25,32; 25,79; 25,79; 25,59; 25,94; 25,76 mg/g.

Hasil dari perhitungan, waktu kontak yang digunakan sebagai waktu kontak optimum adsorpsi larutan timbal oleh Kams ialah 60 menit dengan % adsorbansi larutan timbal sebesar 98,43 %.

5.5.1.1 Kinetika adsorpsi

Kinetika menggambarkan laju adsorpsi adsorbat pada perubahan waktu kontak suatu reaksi, kinetika adsorpsi merupakan salah satu karakteristik yang mendefinisikan efisiensi dari proses adsorpsi. Model kinetika pseudo orde satu menggambarkan kesetimbangan reversible antara fasa cair (adsorbat) dan fasa padat (adsorben). Model kinetika pseudo orde dua menjelaskan tahap pembatas laju adsorpsi yang dipertimbangkan ialah adsorpsi secara kimia melalui berbagai mekanisme seperti interaksi elektrostatis, pembentukan kompleks atau pembentukan khelat (zaharah, 2013).

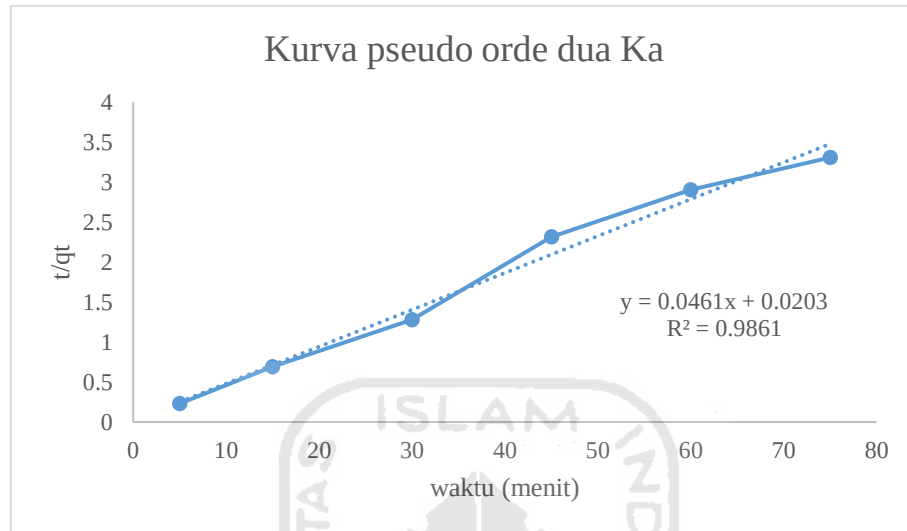
Kinetika pseudo orde satu dibuat dengan memplotkan t Vs $\log (q_e - q_t)$. t merupakan waktu dan $\log (q_e - q_t)$ merupakan log dari pengurangan dari zat yang teradsorpsi waktu optimum dengan zat yang teradsorpsi pada saat waktu tertentu, sedangkan kinetika pseudo orde dua dibuat dengan memplotkan t Vs t/q_t . t merupakan waktu dan t/q_t merupakan waktu per banyaknya zat yang teradsorpsi pada waktu tertentu.



Gambar 8 Kurva pseudo orde satu Ka

Gambar 8 merupakan kurva pseudo orde satu Ka yang menunjukkan persamaan linieritas $y = -0,001x + 0,27$ dengan nilai R^2 yaitu 0,0097. Persamaan linier ini dapat ditentukan nilai konstanta laju adsorpsi pseudo orde satu (K_1) dan jumlah zat yang

teradsorpsi (q_e). Nilai K_1 yang diperoleh ialah $-0,002 \text{ min}^{-1}$ dan nilai q_e ialah $1,862 \text{ mg/g}$.



Gambar 9 Kurva pseudo orde dua Ka

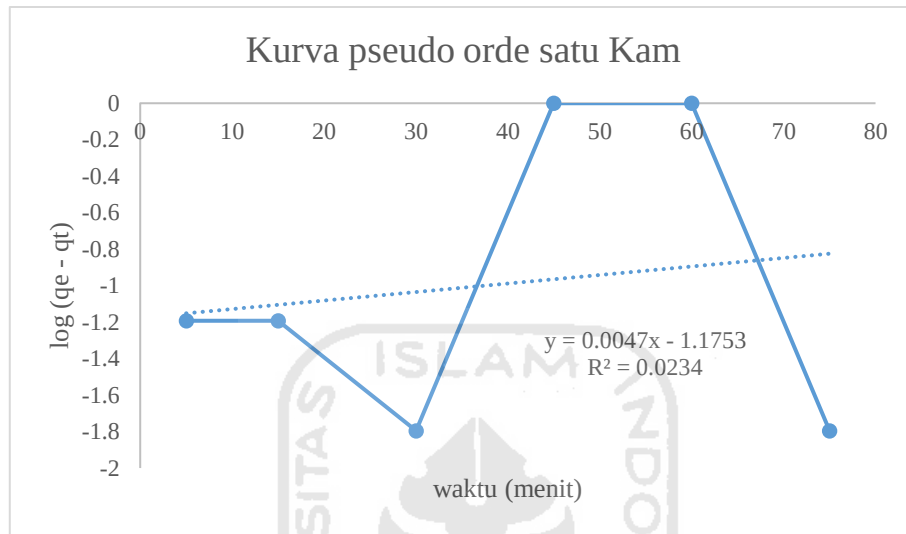
Gambar 9 merupakan kurva pseudo orde dua Ka yang menunjukkan persamaan linieritas $y = 0,0461x + 0,0203$ dengan nilai R^2 yaitu $0,9861$. Persamaan linier ini dapat ditentukan nilai konstanta laju adsorpsi pseudo orde dua (K_2) dan jumlah zat yang teradsorpsi (q_e). Nilai K_2 yang diperoleh ialah $0,104 \text{ g/mg.min}$ dan nilai q_e ialah $21,691 \text{ mg/g}$.

Tabel 1 Data kinetika adsorpsi Ka

Kinetika adsorpsi					
Pseudo orde satu			Pseudo orde dua		
R^2	$q_e \text{ (mg/g)}$	$K_1 \text{ (min}^{-1}\text{)}$	R^2	$q_e \text{ (mg/g)}$	$K_2 \text{ (g/mg.min)}$
0,0097	1,862	-0,002	0,9861	21,691	0,104

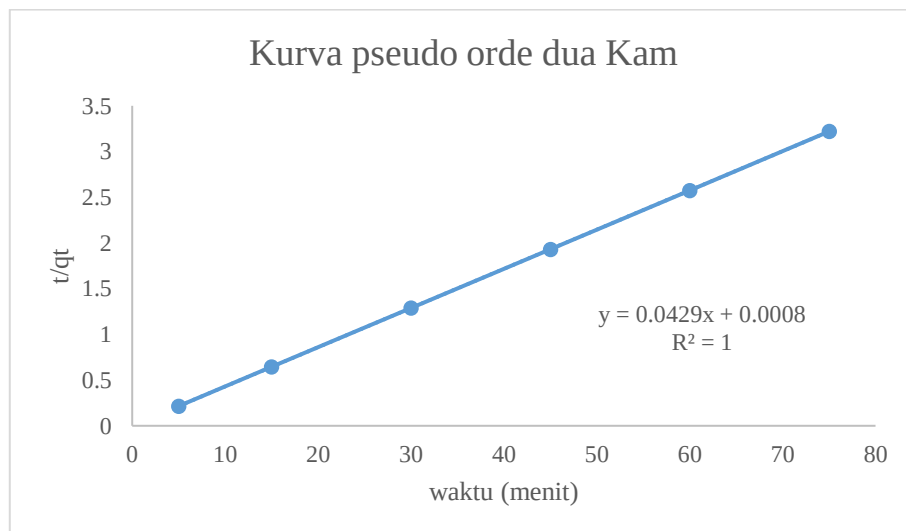
Penentuan kinetika adsorpsi antara pseudo orde satu dan pseudo orde dua. Berdasarkan kedua tersebut ditentukan dengan mencari nilai R^2 yang tertinggi (Latupeirissa, 2018). Kinetika adsorpsi yang diikuti oleh Ka ialah kinetika pseudo orde dua, karena nilai R^2 pada kinetika pseudo orde dua mendekati satu ialah $0,9861$. Ka mengalami proses adsorpsi yang mengindifikasikan berbagai pengikatan ion logam

pada adsorben dan peranan yang dominan dalam mekanisme adsorpsinya secara kimia. Persamaan linier dari kinetika pseudo orde dua didapat zat yang teradsorpsi sebesar 21,691 mg/g dan konstanta laju adsorpsi pseudo orde dua sebesar 0,104 g/mg.min.



Gambar 10 Kurva pseudo orde satu Kam

Gambar 10 merupakan kurva pseudo orde satu Kam yang menunjukkan persamaan linieritas $y = 0,0047x + 1,1753$ dengan nilai R^2 yaitu 0,0234. Persamaan linier ini dapat ditentukan nilai konstanta laju adsorpsi pseudo orde satu (K_1) dan jumlah zat yang teradsorpsi (q_e). Nilai K_1 yang diperoleh ialah $-0,002 \text{ min}^{-1}$ dan nilai q_e ialah 1,862 mg/g.



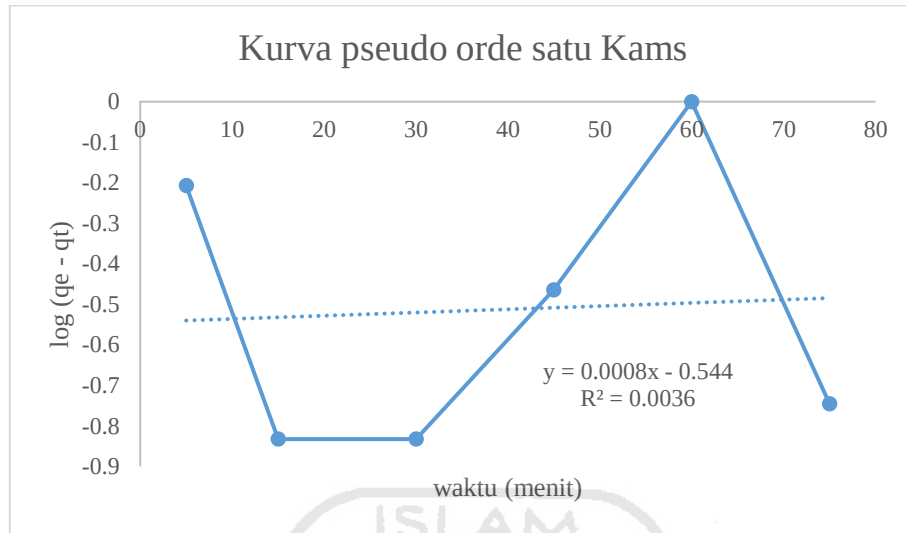
Gambar 11 Kurva pseudo orde dua Kam

Gambar 11 merupakan kurva pseudo orde dua Kam yang menunjukkan persamaan linieritas $y = 0,0429x + 0,0008$ dengan nilai R^2 yaitu 1. Persamaan linier ini dapat ditentukan nilai konstanta laju adsorpsi pseudo orde dua (K_2) dan jumlah zat yang teradsorpsi (q_e). Nilai K_2 yang diperoleh ialah 2,300 g/mg.min dan nilai q_e ialah 21,691 mg/g.

Tabel 2 Data kinetika adsorpsi Kam

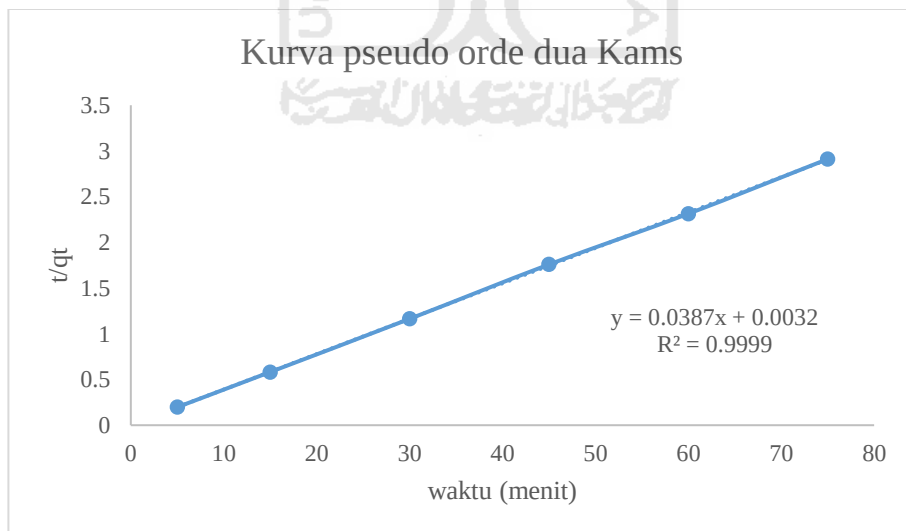
Kinetika adsorpsi					
Pseudo orde satu			Pseudo orde dua		
R^2	q_e (mg/g)	K_1 (min^{-1})	R^2	q_e (mg/g)	K_2 (g/mg.min)
0,0234	1,862	-0,002	1	21,691	2,3

Penentuan kinetika adsorpsi antara pseudo orde satu dan pseudo orde dua. Berdasarkan kedua tersebut ditentukan dengan mencari nilai R^2 yang tertinggi (Latupeirissa, 2018). Kinetika adsorpsi yang diikuti oleh Kam ialah kinetika pseudo orde dua, karena nilai R^2 pada kinetika pseudo orde dua ialah 1. Kam mengalami proses adsorpsi yang mengindifikasikan berbagai pengikatan ion logam pada adsorben dan peranan yang dominan dalam mekanisme adsorpsinya secara kimia. Persamaan linier dari kinetika pseudo orde dua didapat zat yang teradsorpsi sebesar 21,691 mg/g dan konstanta laju adsorpsi pseudo orde dua sebesar 2,300 g/mg.min.



Gambar 12 Kurva pseudo orde satu Kams

Gambar 12 merupakan kurva pseudo orde satu Kams yang menunjukkan persamaan linieritas $y = 0,0008x + 0,544$ dengan nilai R^2 yaitu 0,0036. Persamaan linier ini dapat ditentukan nilai konstanta laju adsorpsi pseudo orde satu (K_1) dan jumlah zat yang teradsorpsi (q_e). Nilai K_1 yang diperoleh ialah $0,001 \text{ min}^{-1}$ dan nilai q_e ialah 3,499 mg/g.



Gambar 13 Kurva pseudo orde dua Kams

Gambar 13 merupakan kurva pseudo orde dua Kams yang menunjukkan persamaan linieritas $y = 0,0387x + 0,0032$ dengan nilai R^2 yaitu 0,9999. Persamaan

linier ini dapat ditentukan nilai konstanta laju adsorpsi pseudo orde dua (K_2) dan jumlah zat yang teradsorpsi (q_e). Nilai K_2 yang diperoleh ialah 0,468 g/mg.min dan nilai q_e ialah 25,839 mg/g.

Tabel 3 Data kinetika adsorpsi Kams

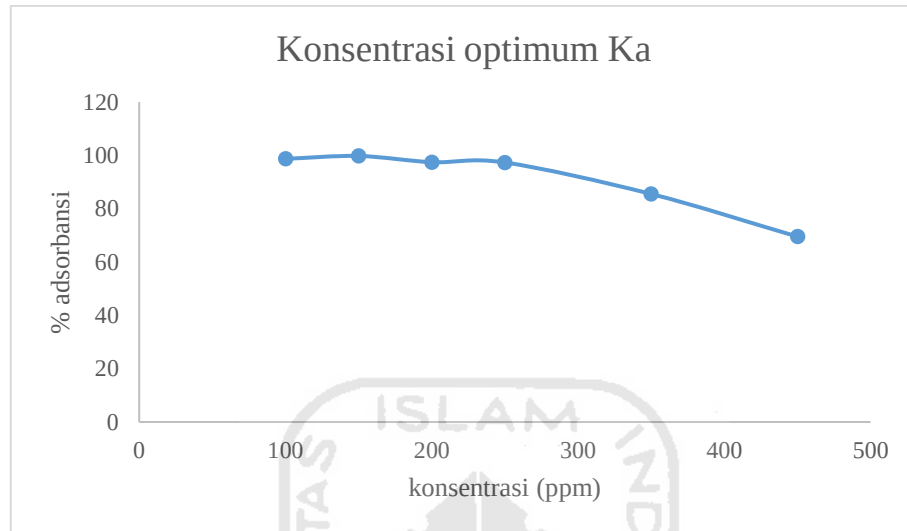
Kinetika adsorpsi					
Pseudo orde satu			Pseudo orde dua		
R^2	q_e (mg/g)	K_1 (min ⁻¹)	R^2	q_e (mg/g)	K_2 (g/mg.min)
0,0036	3,499	0,001	0,9999	25,839	0,468

Penentuan kinetika adsorpsi antara pseudo orde satu dan pseudo orde dua. Berdasarkan kedua tersebut ditentukan dengan mencari nilai R^2 yang tertinggi (Latupeirissa, 2018). Kinetika adsorpsi yang diikuti oleh Kams ialah kinetika pseudo orde dua, karena nilai R^2 pada kinetika pseudo orde dua mendekati satu ialah 0,9999. Kams mengalami proses adsorpsi yang mengindifikasikan berbagai pengikatan ion logam pada adsorben dan peranan yang dominan dalam mekanisme adsorpsinya secara kimia. Persamaan linier dari kinetika pseudo orde dua didapat zat yang teradsorpsi sebesar 25,839 mg/g dan konstanta laju adsorpsi pseudo orde dua sebesar 0,468 g/mg.min.

5.5.2 Uji adsorpsi variasi konsentrasi

Pengujian adsorpsi variasi konsentrasi, pertama dilakukan ialah dengan menentukan konsentrasi optimum. Konsentrasi optimum yang dimaksud adalah konsentrasi dimana adsorben dapat menyerap larutan timbal paling banyak. Konsentrasi ini salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Penentuan konsentrasi optimum dilakukan dengan penambahan 0,1 gram (Karbon aktif arang bambu, Karbon aktif magnetiit, dan Karbon aktif magnetit surfaktan), kemudian dimasukkan dalam botol gelas yang berisi 25 mL larutan timbal (II) dengan variasi konsentrasi 100; 150; 200; 250; 300; 450 ppm dengan pH 6, kemudian dishaker dengan waktu optimum tiap adsorben yaitu 30; 45; 60 menit, selanjutnya disaring dan filtrat diuji dengan spektrofotometer serapan atom. Berdasarkan data yang ada, didapat grafik

hubungan antara variasi konsentrasi dengan % adsorbansi larutan timbal yang terserap oleh tiga adsorben.



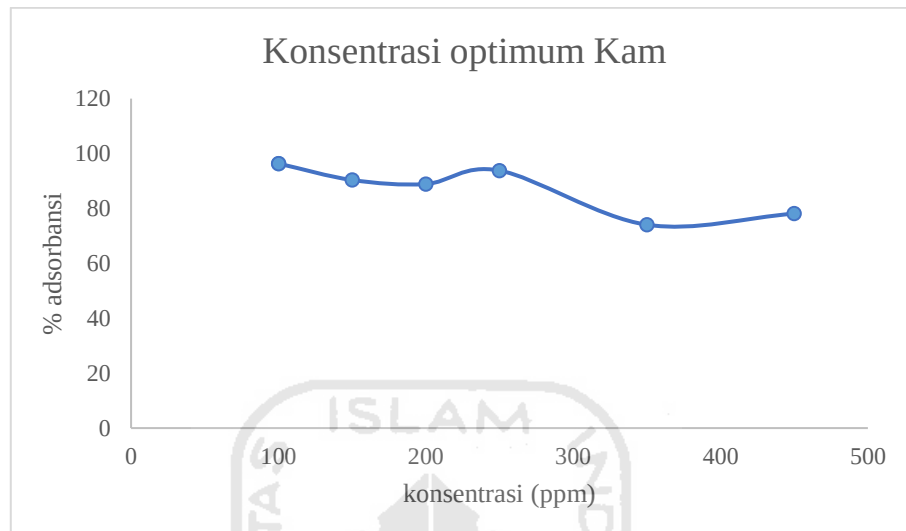
Gambar 14 Kurva konsentrasi optimum Ka

Gambar 14 merupakan kurva yang menyatakan konsentrasi optimum dari Ka bahwa semakin banyak konsentrasi yang diserap maka semakin kecil % adsorbansi larutan timbal yang terserap oleh Ka. Menurut Wijayanti (2019) menjelaskan bahwa adsorben Ka mengalami penurunan kapasitasnya karena disebabkan permukaan adsorben Ka telah jenuh sehingga tidak dapat menyerap molekul-molekul pada larutan timbal. Adsorben Ka kemungkinan mengalami desorpsi atau pelepasan kembali adsorbat yang terserap oleh adsorben. % adsorbansi larutan timbal yang terserap pada variasi konsentrasi 100, 150, 200, 250, 300 dan 450 ppm yaitu 98,70; 99,77; 97,45; 97,32; 85,53; 69,54 %.

Kapasitas adsorben Ka setelah melakukan perhitungan didapat kapasitas adsorpsi adsorben KA dengan variasi konsentrasi 100, 150, 200, 250, 300 dan 450 ppm ialah 26,636; 35,944; 48,726; 57,732; 77,298; 80,124 mg/g. Data tersebut menyatakan semakin tinggi konsentrasi larutan timbal maka semakin besar juga kapasitas adsorpsi dari adsorben Ka.

Data yang diperoleh menyatakan bahwa banyaknya larutan timbal terserap pada konsentrasi 150 ppm lebih sedikit dari pada 200; 250; 300; 450 ppm, akan tetapi %

adsorbansi pada konsentrasi 150 ppm lebih tinggi. Konsentrasi 150 ppm dapat dikatakan sebagai konsentrasi optimum Ka dengan % adsorbansi 99,77 %.



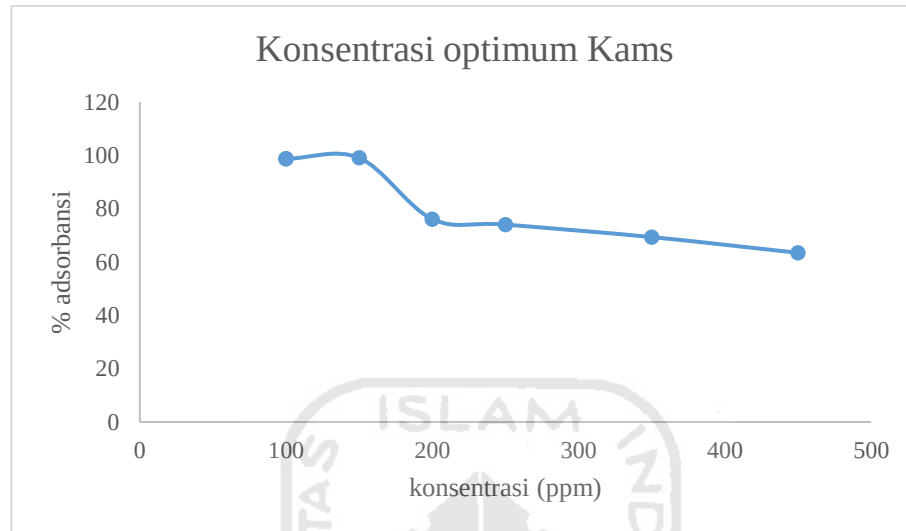
Gambar 15 Kurva konsentrasi optimum Kam

Gambar 15 merupakan kurva yang menyatakan konsentrasi optimum dari Kam bahwa semakin banyak konsentrasi yang diserap maka semakin kecil % adsorbansi larutan timbal yang terserap oleh Kam. Menurut Wijayanti (2019) menjelaskan bahwa adsorben Kam mengalami penurunan kapasitasnya karena disebabkan permukaan adsorben Kam telah jenuh sehingga tidak dapat menyerap molekul-molekul pada larutan timbal. Adosorben Kam kemungkinan mengalami desorpsi atau pelepasan kembali adsorbat yang terserap oleh adsorben. % adsorbansi larutan timbal yang terserap pada variasi konsentrasi 100, 150, 200, 250, 300 dan 450 ppm yaitu 96,34; 99,77; 90,36; 88,89; 93,80; 74,07; 78,10 %.

Kapasitas adsorben Kam setelah melakukan perhitungan didapat kapasitas adsorpsi adsorben Kam dengan variasi konsentrasi 100, 150, 200, 250, 300 dan 450 ppm ialah 33,217; 40,016; 52,434; 64,526; 75,163; 99,673 mg/g. Data tersebut menyatakan semakin tinggi konsentrasi larutan timbal maka semakin besar juga kapasitas adsorpsi dari adsorben Kam.

Data yang diperoleh menyatakan bahwa banyaknya larutan timbal terserap pada konsentrasi 100 ppm lebih sedikit dari pada 150; 200; 250; 300; 450 ppm, akan tetapi

% adsorbansi pada konsentrasi 100 ppm lebih tinggi. Konsentrasi 100 ppm dapat dikatakan sebagai konsentrasi optimum Kams dengan % adsorbansi 96,34 %.



Gambar 16 Kurva konsentrasi optimum Kams

Gambar 16 merupakan kurva yang menyatakan konsentrasi optimum dari Kams bahwa semakin banyak konsentrasi yang diserap maka semakin kecil % adsorbansi larutan timbal yang terserap oleh Kams. Menurut Wijayanti (2019) menjelaskan bahwa adsorben Kams mengalami penurunan kapasitasnya karena disebabkan permukaan adsorben Kams telah jenuh sehingga tidak dapat menyerap molekul-molekul pada larutan timbal. Adsorben Kams kemungkinan mengalami desorpsi atau pelepasan kembali adsorbat yang terserap oleh adsorben. % adsorbansi larutan timbal yang terserap pada variasi konsentrasi 100, 150, 200, 250, 300 dan 450 ppm yaitu 98,71; 99,03; 76,11; 74,04; 69,35; 63,46 %.

Kapasitas adsorben Kams setelah melakukan perhitungan didapat kapasitas adsorpsi adsorben Kams dengan variasi konsentrasi 100, 150, 200, 250, 300 dan 450 ppm ialah 33,652; 43,409; 44,480; 50,487; 69,805; 80,357 mg/g. Data tersebut menyatakan semakin tinggi konsentrasi larutan timbal maka semakin besar juga kapasitas adsorpsi dari adsorben Kams.

Data yang diperoleh menyatakan bahwa banyaknya larutan timbal terserap pada konsentrasi 150 ppm lebih sedikit dari pada 200; 250; 300; 450 ppm, akan tetapi %

adsorbansi pada konsentrasi 150 ppm lebih tinggi. Konsentrasi 150 ppm dapat dikatakan sebagai konsentrasi optimum Kams dengan % adsorbansi 99,03 %.

Tabel 4 Uji ANOVA antara konsentrasi dengan adsorben

Sampel	konsentrasi (ppm)	Adsorben		
		Ka	Kam	Kams
Larutan Timbal	100	98,7	96,34	98,71
	150	99,77	90,36	99,03
	200	97,45	88,89	76,11
	250	97,32	93,8	74,04
	350	85,53	74,07	69,35
	450	69,54	78,1	63,46

Hasil uji signifikan terhadap kemampuan penyerapan ke tiga adsorben dengan ANOVA menunjukkan untuk perbedaan waktu dan perbedaan adsorben memiliki $p < 0,05$, yang berarti bahwa modifikasi adsorben dengan besi oksida dan surfaktan itu membuat perbedaan yang signifikan dalam penyerapan larutan Timbal (Pb^{+2}).

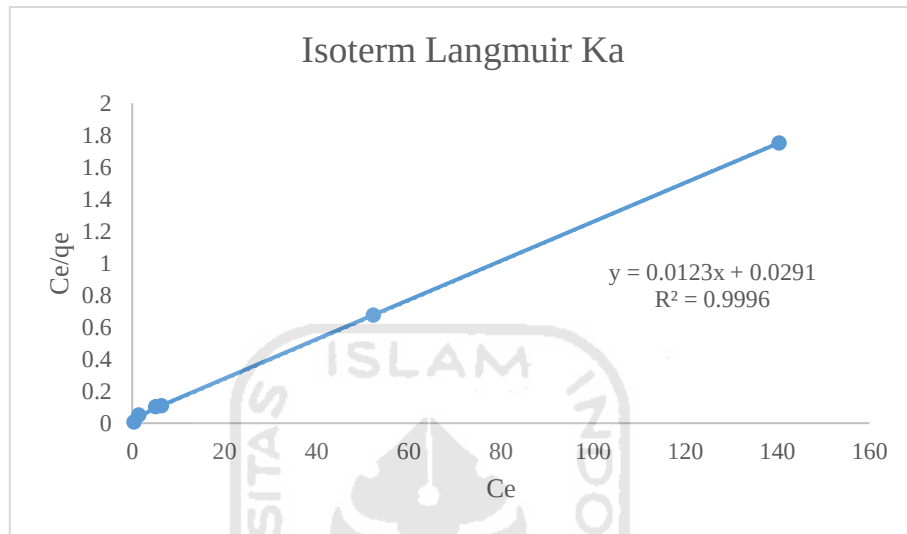
5.5.2.1 Isoterm adsorpsi

Isoterm adsorpsi digunakan untuk menentukan hubungan antara jumlah material yang teradsorpsi sebagai fungsi konsentrasi pada temperatur konstan. Proses adsorpsi dipengaruhi beberapa faktor serta pola isoterm yang khas. Persamaan pola isoterm adsorpsi diketahui mempunyai dua jenis yaitu Langmuir dan Freundlich (wijayanti, 2019). Langmuir adalah proses adsorpsi terjadi lapis tunggal atau *monolayer* pada permukaan adsorben yang bersifat homogen, sedangkan Freundlich adalah proses adsorpsi terjadi lapis banyak atau *multilayers* pada permukaan adsorben yang bersifat heterogen (Latupeirissa, 2018).

Penentuan isoterm adsorpsi antara Langmuir dengan freundlich dengan membandingkan linieritas kurva yang ditunjukkan oleh R^2 , dilihat yang mana paling tinggi akan digunakan sebagai model kesetimbangan.pada adsorpsi larutan timbal memnggunakan data variasi konsentrasi.

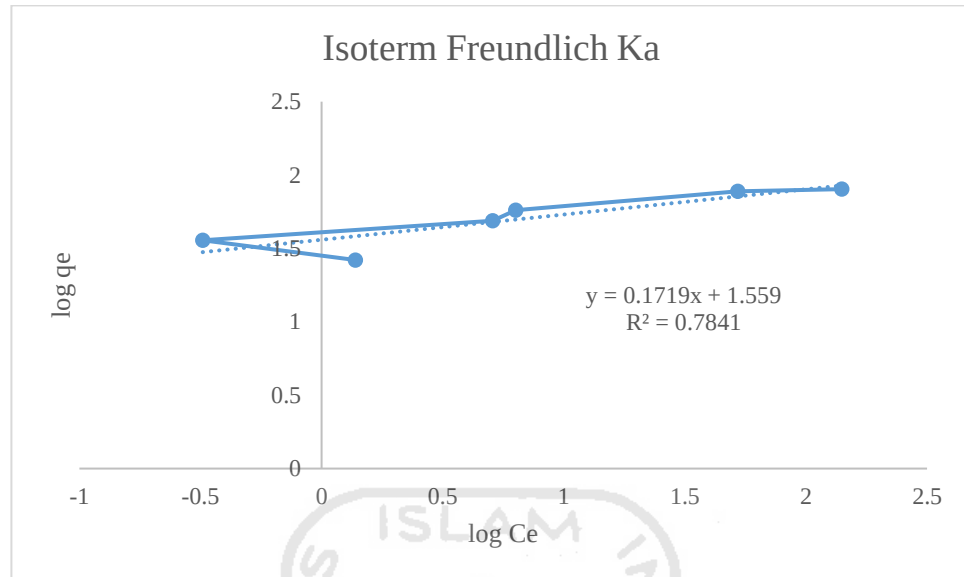
Kurva isoterm Langmuir dibuat dengan memplotkan C_e Vs C_e/q_e . C_e merupakan konsentrasi akhir adsorpsi dan C_e/q_e merupakan konsentrasi akhir adsorpsi

dibagi dengan banyaknya zat yang teradsorpsi, sedangkan kurva isoterm freundlich dibuat dengan memplotkan Log Ce Vs Log qe. Log Ce merupakan log dari konsentrasi akhir adsorpsi dan Log qe merupakan log dari banyaknya zat yang teradsorpsi.



Gambar 17 Kurva isoterm Langmuir Ka

Gambar 17 merupakan kurva yang menunjukkan linieritas dari isoterm Langmuir Ka. Kurva isoterm Langmuir diperoleh persamaan linier yaitu $y = 0,0123x + 0,0291$ dengan nilai R^2 ialah 0,9996. Persamaan linier ini dapat ditentukan kapasitas adsorpsi (Q_0) dan konstanta kesetimbangan adsorpsi (b). Nilai Q_0 yang diperoleh ialah 81,300 mg/g dan nilai b ialah 0,422 L/mg.



Gambar 18 Kurva isoterm Freundlich Ka

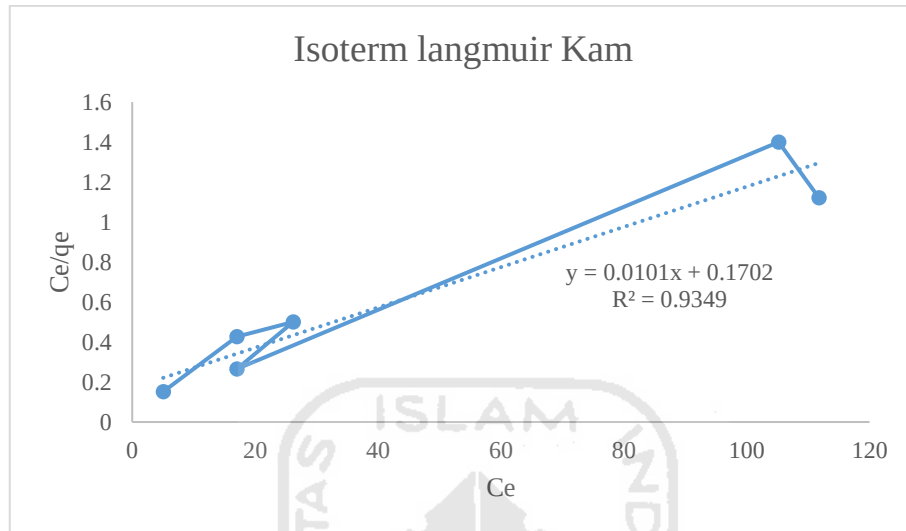
Gambar 18 merupakan kurva yang menunjukkan linieritas dari isoterm Freundlich Ka. Kurva isoterm Freundlich diperoleh persamaan linier yaitu $y = 0,1719x + 1,559$ dengan nilai R^2 ialah 0,7841. Persamaan linier ini dapat ditentukan kapasitas adsorpsi (K_f) dan konstanta intensitas adsorpsi (n). Nilai K_f yang diperoleh ialah 36,224 mg/g dan nilai n ialah 5,817.

Tabel 5 Data isoterm adsorpsi Ka

Isoterm adsorpsi					
Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich		
R^2	Q_o (mg/g)	b (L/mg)	R^2	K_f (mg/g)	n
0,9996	81,3	0,422	0,784	36,224	5,817

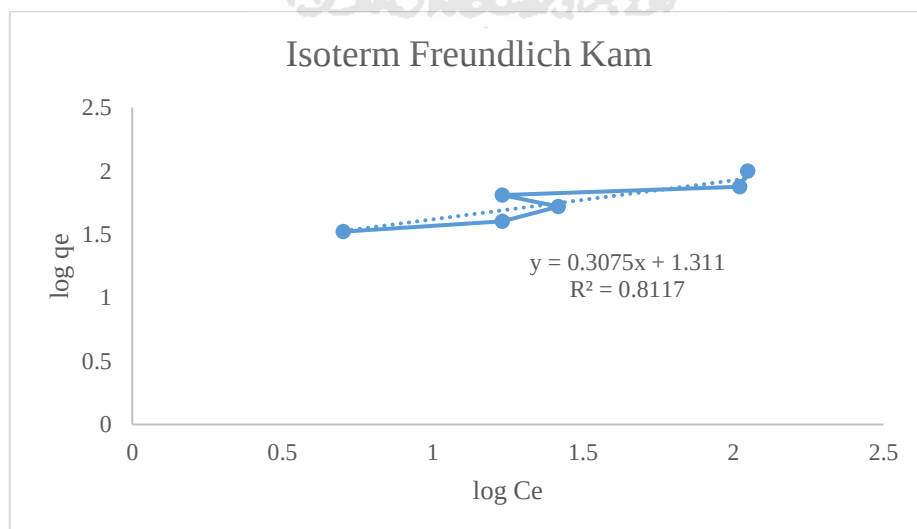
Penentuan isoterm adsorpsi antara Langmuir dan Freundlich. Berdasarkan kedua tersebut ditentukan dengan mencari nilai R^2 yang tertinggi (Latupeirissa, 2018). Isoterm adsorpsi yang diikuti oleh Ka ialah isoterm Langmuir, karena nilai R^2 pada isoterm Langmuir ialah 0,9996. Ka mengalami proses adsorpsi yang melibatkan energi permukaan yang bersifat homogen yang terjadi pada permukaan adsorben yang berlapis tunggal atau *monolayer*. Persamaan linier dari isoterm Langmuir didapat

kapasitas adsorpsi sebesar 81,300 mg/g dan konstanta kesetimbangan adsorpsi sebesar 0,422 L/mg.



Gambar 19 Kurva isoterm Langmuir Kam

Gambar 19 merupakan kurva yang menunjukkan linieritas dari isoterm Langmuir Kam. Kurva isoterm Langmuir diperoleh persamaan linier yaitu $y = 0,0101x + 0,1702$ dengan nilai R^2 ialah 0,9349. Persamaan linier ini dapat ditentukan kapasitas adsorpsi (Q_0) dan konstanta kesetimbangan adsorpsi (b). Nilai Q_0 yang diperoleh ialah 99,009 mg/g dan nilai b ialah 0,059 L/mg.



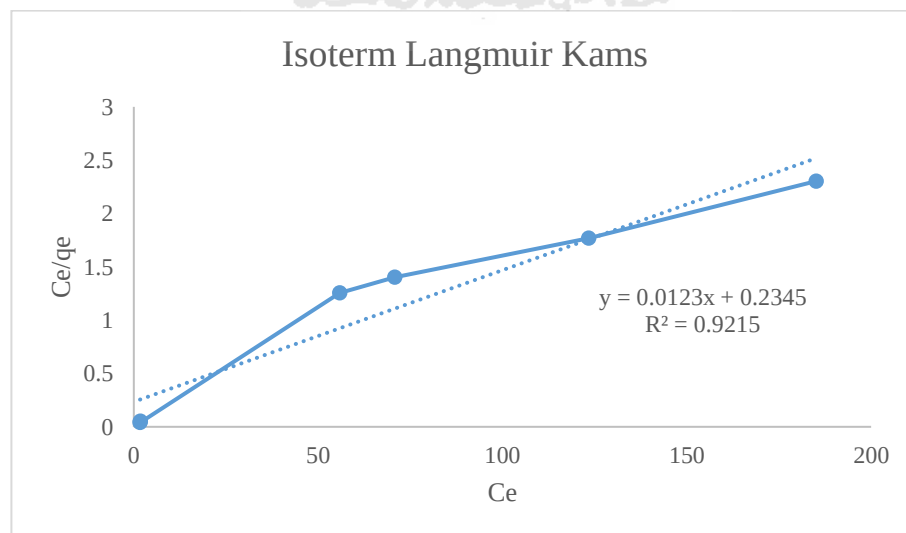
Gambar 20 Kurva Isoterm Freundlich Kam

Gambar 20 merupakan kurva yang menunjukkan linieritas dari isoterm Freundlich Kam. Kurva isoterm Freundlich diperoleh persamaan linier yaitu $y = 0,3075x - 1,311$ dengan nilai R^2 ialah 0,8117. Persamaan linier ini dapat ditentukan kapasitas adsorpsi (K_f) dan intensitas adsorpsi (n). Nilai K_f yang diperoleh ialah 20,464 mg/g dan nilai n ialah 3,252.

Tabel 6 Data isoterm adsorpsi Kam

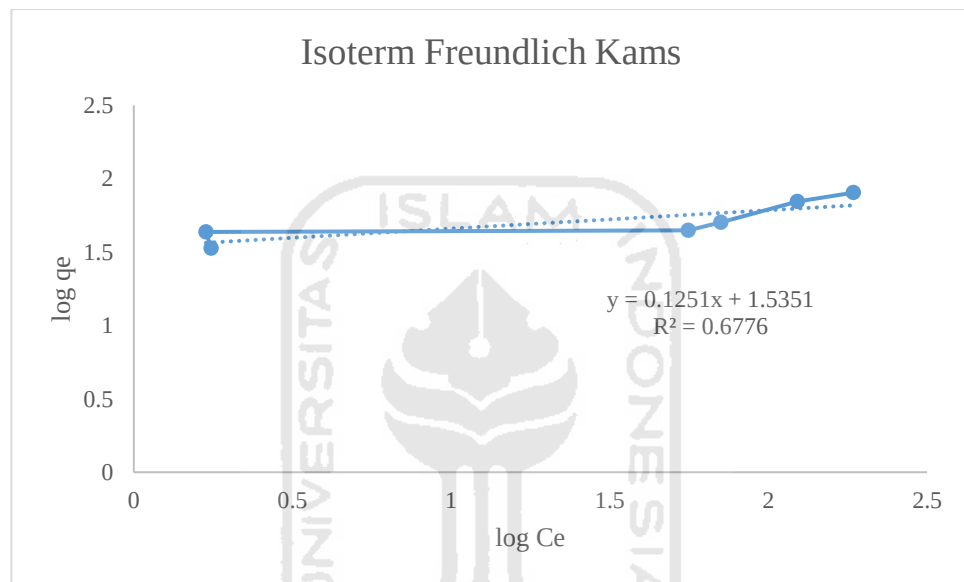
Isoterm adsorpsi					
Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich		
R^2	Q_o (mg/g)	b (L/mg)	R^2	K_f (mg/g)	n
0,9349	99,009	0,059	0,8117	20,464	3,252

Penentuan isoterm adsorpsi antara Langmuir dan Freundlich. Berdasarkan kedua tersebut ditentukan dengan mencari nilai R^2 yang tertinggi (Latupeirissa, 2018). Isoterm adsorpsi yang diikuti oleh Kam ialah isoterm Langmuir, karena nilai R^2 pada isoterm Langmuir mendekati satu ialah 0,9349. Kam mengalami proses adsorpsi yang melibatkan energi permukaan yang bersifat homogen yang terjadi pada permukaan adsorben yang berlapis tunggal atau *manolayer*. Persamaan linier dari isoterm Langmuir didapat kapasitas adsorpsi sebesar 99,009 mg/g dan konstanta kesetimbangan adsorpsi sebesar 0,059 L/mg.



Gambar 21 Kurva isoterm Langmuir Kams

Gambar 21 merupakan kurva yang menunjukkan linieritas dari isoterm Langmuir Kams. Kurva isoterm Langmuir diperoleh persamaan linier yaitu $y = 0,0123x + 0,2345$ dengan nilai R^2 ialah 0,9215. Persamaan linier ini dapat ditentukan kapasitas adsorpsi (Q_0) dan konstanta kesetimbangan adsorpsi (b). Nilai Q_0 yang diperoleh ialah 81,300 mg/g dan nilai b ialah 0,052 L/mg.



Gambar 22 Kurva Isoterm Freundlich Kams

Gambar 22 merupakan kurva yang menunjukkan linieritas dari isoterm Freundlich Kams. Kurva isoterm Freundlich diperoleh persamaan linier yaitu $y = 0,1251x - 1,5351$ dengan nilai R^2 ialah 0,6776. Persamaan linier ini dapat ditentukan kapasitas adsorpsi (K_f) dan intensitas adsorpsi (n). Nilai k yang diperoleh ialah 34,284 mg/g dan nilai n ialah 7,993.

Tabel 7 Data isoterm adsorpsi Kams

Isoterm adsorpsi					
Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich		
R^2	Q_0 (mg/g)	b (L/mg)	R^2	K_f (mg/g)	n
0,9215	81,3	0,052	0,6776	34,284	7,993

Penentuan isoterm adsorpsi antara Langmuir dan Freundlich. Berdasarkan kedua tersebut ditentukan dengan mencari nilai R^2 yang tertinggi (Latupeirissa, 2018). Isoterm adsorpsi yang diikuti oleh Kams ialah isoterm Langmuir, karena nilai R^2 pada isoterm Langmuir mendekati satu ialah 0,9215. Kams mengalami proses adsorpsi yang melibatkan energi permukaan yang bersifat homogen yang terjadi pada permukaan adsorben yang berlapis tunggal atau *manolayer*. Persamaan linier dari isoterm Langmuir didapat kapasitas adsorpsi sebesar 81,300 mg/g dan konstanta kesetimbangan adsorpsi sebesar 0,052 L/mg.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6. 1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- A. Waktu kontak saat kesetimbangan pada tiga adsorben antara Karbon aktif (Ka), Karbon aktif magnetit (Kam) dan Karbon aktif magnetit surfaktan (Kams) ialah 30, 45 dan 60 menit.
- B. Konsentrasi optimum pada tiga adsorben antara Karbon aktif (Ka), Karbon aktif magnetit (Kam) dan Karbon aktif magnetit surfaktan (Kams) ialah 150, 100 dan 150 ppm.
- C. Pola adsorpsi yang didapat pada tiga adsorben mengikuti kinetika adsorpsi pseudo orde dua dan isotherm adsorpsi Langmuir.

6. 2 Saran

Penelitian ini diperlukan metode lebih lanjut pada modifikasi karbon aktif terhadap surfaktan SDS dan karakterisasi dengan instrumen yang lebih banyak agar data menjadi jelas. Karbon aktif modifikasi dapat menggunakan bahan logam oksida yang berbeda dan pengamplifikasiannya sebagai adsorben untuk senyawa kimia yang lebih berbahaya.

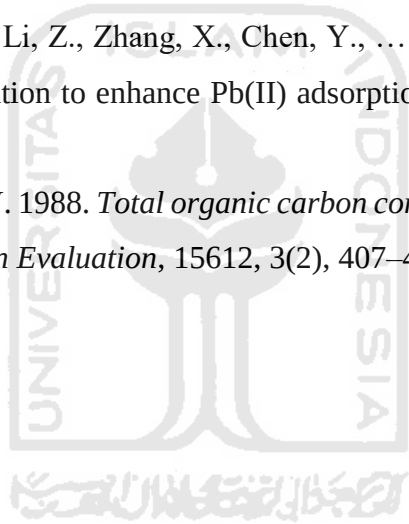
DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, Eko Tri Sumarnadi Agustinus, Anggoro Tri Mursito, dan Happy Sembiring. 2013. Peningkatan Daya Serap Karbon Aktif Terhadap Ion Logam Hexavalent Chromium (Cr^{VI}) Melalui Modifikasi Dengan *Cationic Surfactant* (*Earthylinediamine*). *Ris.Geo.Tam*. 23(1). Hal. 13-24.
- Apecsiana, F, Hans Kristianto dan Arenst Andreas. 2016. Adsorpsi Ion Logam Tembaga Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salak. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*. ISSN 1693-4393.
- Arnelli. 2010. Sublasi Surfaktan dari Larutan Detergen dan Larutan Detergen Sisa Cucian serta Penggunaannya Kembali sebagai Detergen. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 13(1): 4-7.
- Chitikela, Srinivasarao, Steven K. Dentel, dan Herbert E. Allen. 1995. Modified Method for the Analysis of Anionic Surfactants as Methylene Blue Active Substances. *Analyst*, Vol. 120, Hal. 2001-2004.
- Dachriyanus, Prof. Dr. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organic Secara Spektroskopi*. Padang: LPTIK Universitas Andalas
- Dewa, Riardi Pratista, Sugeng Hadinoto, dan Febry R. Torry. 2015. Analisa Kandungan Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Air Minum Dalam Kemasan Di Kota Ambon. *MAJALAH BIAM*, Vol. 11, No. 2, Hal. 76-82.
- Fajarwati, F. 2019. Adsorption Study of Methylene Blue and Eriochrome Black T Dyes on Activated Carbon and Magnetic Carbon Composite. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 599: 012025.
- Fan, F. L., Z. Qin, J. Bai, A. D. Rong, F. Y. Fan, W. Tian, X. L. Wu, Y. Wang, and L. Zhao. 2012. Rapid Removal of Uranium from Aqueous Solutions Using Magnetic Fe_3O_4 and SiO_2 Composite Particles. *Journal of Environmental Radioactivity*. 106: 40-46.
- Gandjar, I. G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

- Hajar, Erna Wati Ibnu, Reny Suryani Sitorus, Novi Mulianingtias, dan Fransiska Jawa Welan. 2016. Efektivitas Adsorpsi Logam Pb^{2+} Dan Cd^{2+} Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. *Konversi*, Vol. 5, No. 1. Hal. 1-7.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep dasar kimia analitik*. Jakarta: universitas Indonesia press.
- Lee, Wooram, Sangwong Yoon., Jong Kwon Choe., Miran Lee dan Yongju Choi. 2018. Anionic Surfactant Modification of Activated Carbon for Enhancing Adsorption of Ammonium Ion from Aqueous Solution. *Science of the Total Environment*. 639: 1432-1439
- Lempang, M. 2014. Pembuatan Dan Kegunaan Arang Aktif. Info Teknis EBONI. vol. 11 No. 2. Desember 2014. Hal: 66 dan 171.
- Lesatri, Ratri Yuli, Dwi Harsono, Nazarni Rahmi. 2018. Karakteristik Arang Bambu Haur (*Bambusa vulgaris schrad*) Dan Cina (*Arundinaria gigantea* (Walter) Muhl) Dari Tempat Tumbuh Yang Berbeda. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* Vol.10, No.1, Hal. 1-10.
- Limbu, Kuber. Sujit Kumar Shah. Ajaya Bhattarai. 2014. *VISCOMETRIC STUDIES OF SODIUMDODECYL SULPHATE IN PRESENCE AND ABSENCE OF Na_2SO_4 AND $ZnSO_4$ IN AQUEOUS MEDIA AT ROOM TEMPERATURE*. *Journal Of Harmonized Research in Applied Sciences*, 2(4), 288-294.
- Ningsih, Dwi Arista, Irwan Said, dan Purnama Ningsih. 2016. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dari Larutannya Dengan Menggunakan Adsorben Dari Tongkol Jagung. *J. Akad. Kim.* Vol. 5, No. 2, Hal 55-60.
- Paristya, Wiedy, Arnelli, Bambang Cahyono. 2013. Formulasi Larutan Detergen Dari Natrium Dodesil Sulfat Dan Sintesis Natrium Dodesilbenzena Sulfonat. *Chem Info*, Vol. 1, No. 1, Hal 43-50.
- Perdana, Angga Putra, Elmatris Sy, dan Eti Yerizel. 2017. Analisis Kandungan Timbal Pada Gorengan Yang Dijual Sekitar Pasar Ulakan Tapakis Padang Pariaman Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Kesehatan Andalas*, vol. 6, No. 3, Hal. 490-494.

- Permanasari, A., Wiwi Siswaningsih, dan Irnawati Wulandari. 2010. Uji Kinerja Adsorben Kitosan-Bentonit Terhadap Logam Berat dan Diazinon Secara Simultan. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. Vol 1, No.2. ISSN 2087-7412
- Pratiwi, R., Prinajati, D.P.S. 2018. Adsorption for lead removal by chitosan from shrimp shells. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*. 2(1): 35-46
- Rachim, Putri Fiona, Eva Linda Mirta, dan M. Yusuf Thoha. 2012. Pembuatan Surfaktan Natrium Lignosulfonat Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Sulfonasi Langsung. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 18, No. 1, Hal 41-46.
- Reskiandini, Dewi. Arnelli. Yayuk Astuti. 2015. *Modification of Rice Husk-Based Activated Carbon using Sodium Lauryl Sulfate (SLS) for Lead (Pb) Ions Removal*. Proceeding of 5th International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Sciences and Its Application (5th ISNPINSA). ISSN: 978-602-71169-7-9.
- Rijali, Anggiyan, Usman Malik, dan Zulkarnain. 2015. Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Bambu Betung Dengan Aktivasi Menggunakan Activating Agent H₂O. *JOM FMIPA*, Vol. 2 NO. 1, hal. 102-107.
- Safrianti, I., Nelly Wahyuni, dan Titin Anita Zaharah. 2012. Adsorpsi Timbal (II) Oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh pH dan Waktu Kontak. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 1(1), halaman 1-7 ISSN 2303-1077
- Setiabudi, Agus, Rifan Hardian, dan Ahmad Mudzakir. 2012. *Karakterisasi Material; Prinsip Aplikasinya Dalam Penelitian Kimia*. Bandung: UPI Press
- Suheryanto, dwi. 2012. Penelitian Pembuatan Arang Bambu (*Bamboo Charcoal*) Pada Suhu Rendah Untuk Produk Kerajinan. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, Vol. 32, No. 2, Hal. 33-48.
- Sulistiyani, Martin, dan Nuril Huda. 2017. Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FT-IR). *Indo. J. Chem. Sci.*, Vol. 6 No. 2, Hal 173-180.

- Widayatno, Tri, Teti Yuliawati, Agung Adi Sulilo. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bagan Alam*. Vol. 1, No. 2, halaman 17-23 ISSN 2407-8476
- Wyrwas, Bogdan, dan Agnieszka Zgoła-Grzes'kowiak. 2014. Continuous Flow Methylene Blue Active Substances Method for the Determination of Anionic Surfactants in River Water and Biodegradation Test Samples. *J Surfact Deterg*, Vol. 17, Hal. 191–198.
- Yani, Ariefa Primair. 2015. Keanekaragaman Dan Populasi Bambu Di Desa Talang Pauh Bengkulu Tengah. *Jurnal Exacta*, Vol. 10, No. 1, Hal. 61-70.
- Zhang, J., Shao, J., Jin, Q., Li, Z., Zhang, X., Chen, Y., ... Chen, H. (2019). Sludge-based biochar activation to enhance Pb(II) adsorption. *Fuel*, 252(April), 101–108.
- Fertl, W. H., Chilingar, G. V. 1988. *Total organic carbon content determined from well logs: SPE Formation Evaluation*, 15612, 3(2), 407–419.



LAMPIRAN

Lampiran 1 perhitungan pembuatan larutan

A. Pembuatan larutan induk timbal

Pembuatan larutan induk 1000 ppm dibuat dalam labu ukur 250 mL

$$\begin{aligned}\text{Massa Timbal(II) nitrat} &= \frac{V \text{ (mL)} \times \text{Mr Timbal(II)nitrat} \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \times C \text{ (ppm)}}{n \times \text{Ar Timbal} \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \times 1000} \\ &= \frac{1000 \text{ mL} \times 331,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1000 \text{ ppn}}{1 \times 207,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1000} \\ &= 1598,45 \text{ mg} = 1,6 \text{ gram}\end{aligned}$$

B. Pembuatan larutan standar timbal

a. Larutan standar timbal 0,5 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 100 \text{ ppm} \times V_1 &= 0,5 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{0,5 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 0,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

b. Larutan standar timbal 2 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 100 \text{ ppm} \times V_1 &= 0,5 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{2 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 2 \text{ mL}\end{aligned}$$

c. Larutan standar timbal 4 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 100 \text{ ppm} \times V_1 &= 4 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= \frac{4 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 4 \text{ mL}\end{aligned}$$

d. Larutan standar timbal 6 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ ppm} \times V_1 &= 6 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{6 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} \\&= 6 \text{ mL}\end{aligned}$$

e. Larutan standar timbal 8 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ ppm} \times V_1 &= 8 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{8 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} \\&= 8 \text{ mL}\end{aligned}$$

f. Larutan standar timbal 10 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ ppm} \times V_1 &= 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{10 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} \\&= 10 \text{ mL}\end{aligned}$$

C. Pembuatan larutan timbal untuk penentuan waktu kontak

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 100 \text{ ppm} \times 250 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{100 \text{ ppm} \times 250 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}} \\&= 25 \text{ mL}\end{aligned}$$

D. Pembuatan larutan timbal untuk penentuan konsentrasi optimum

a. Larutan timbal 100 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 100 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{100 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}} \\&= 10 \text{ mL}\end{aligned}$$

b. Larutan timbal 150 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 150 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{150 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}} \\&= 15 \text{ mL}\end{aligned}$$

c. Larutan timbal 200 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 100 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{100 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}} \\&= 20 \text{ mL}\end{aligned}$$

d. Larutan timbal 250 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 250 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{250 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}} \\&= 25 \text{ mL}\end{aligned}$$

e. Larutan timbal 350 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 350 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{350 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}} \\&= 35 \text{ mL}\end{aligned}$$

f. Larutan timbal 450 ppm

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 450 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{450 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}} \\&= 45 \text{ mL}\end{aligned}$$

E. Perhitungan efektivitas karbon aktif modifikasi

dalam perhitungan efektivitas karbon aktif modifikasi yang dihitung ialah % ads dan kapasitas adsorpsi (qe).

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

$$Q_e = \frac{C_o - C_e}{W} \times V_{\text{tot}}$$

a. Waktu optimum

1. KA

$$\% \text{ ads} = \frac{98,64 - 4,81}{98,64} \times 100\%$$

$$= 95,11\%$$

$$Q_e = \frac{98,642 - 4,814}{0,04} \times 0,01$$

$$= 23,456 \text{ mg/g}$$

2. Kam

$$\% \text{ ads} = \frac{93,84 - 0,60}{98,64} \times 100\%$$

$$= 95,35\%$$

$$Q_e = \frac{93,846 - 0,602}{0,04} \times 0,01$$

$$= 23,310 \text{ mg/g}$$

3. Kams

$$\% \text{ ads} = \frac{105,42 - 1,65}{98,642} \times 100\%$$

$$= 98,43\%$$

$$Q_e = \frac{105,424 - 1,653}{0,04} \times 0,01$$

$$= 25,942 \text{ mg/g}$$

b. Konsentrasi optimum

1. KA

$$\% \text{ ads} = \frac{144,09 - 0,32}{144,09} \times 100\%$$

$$= 99,77\%$$

$$Q_e = \frac{144,099 - 0,322}{0,04} \times 0,01$$

$$= 35,944 \text{ mg/g}$$

2. Kam

$$\% \text{ ads} = \frac{137,90 - 5,03}{137,90} \times 100\%$$

$$= 96,34\%$$

$$Q_e = \frac{137,908 - 5,039}{0,04} \times 0,01$$

$$= 33,217 \text{ mg/g}$$

3. Kams

$$\% \text{ ads} = \frac{175,32 - 1,68}{175,32} \times 100\%$$

$$= 99,03\%$$

$$Q_e = \frac{175,324 - 1,688}{0,04} \times 0,01$$

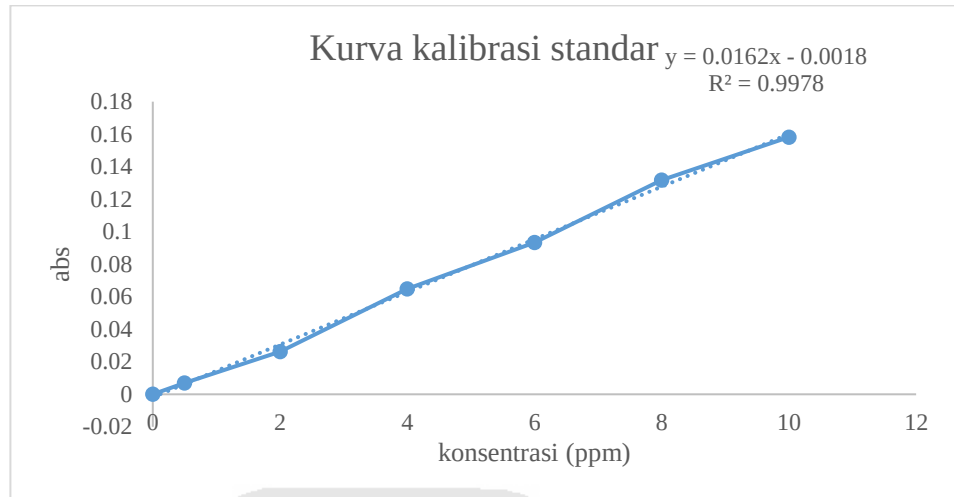
$$= 43,409 \text{ mg/g}$$

F. Kurva kalibrasi standar

a. Variasi waktu kontak

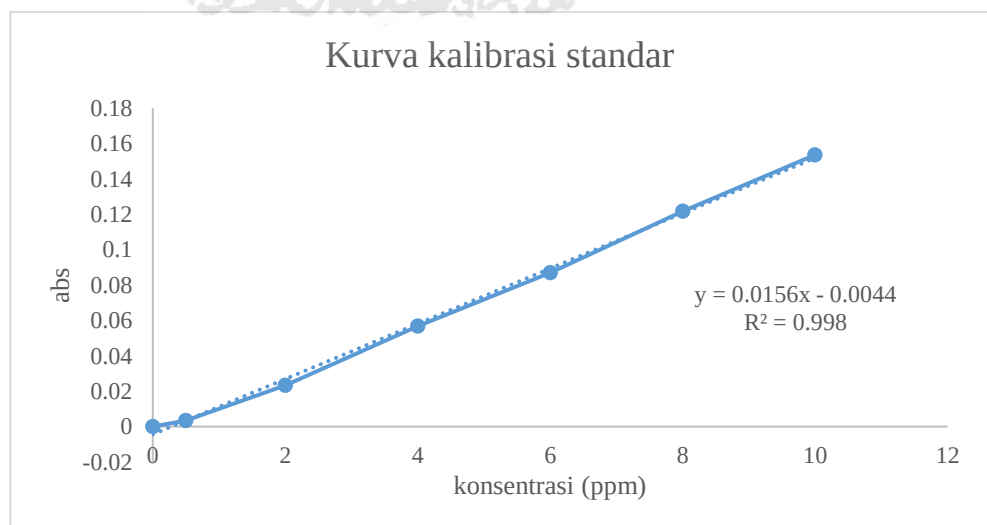
1. KA

Konsentrasi (ppm)	Abs
0	0
0,5	0,006893
2	0,026223
4	0,064809
6	0,093283
8	0,131709
10	0,158199



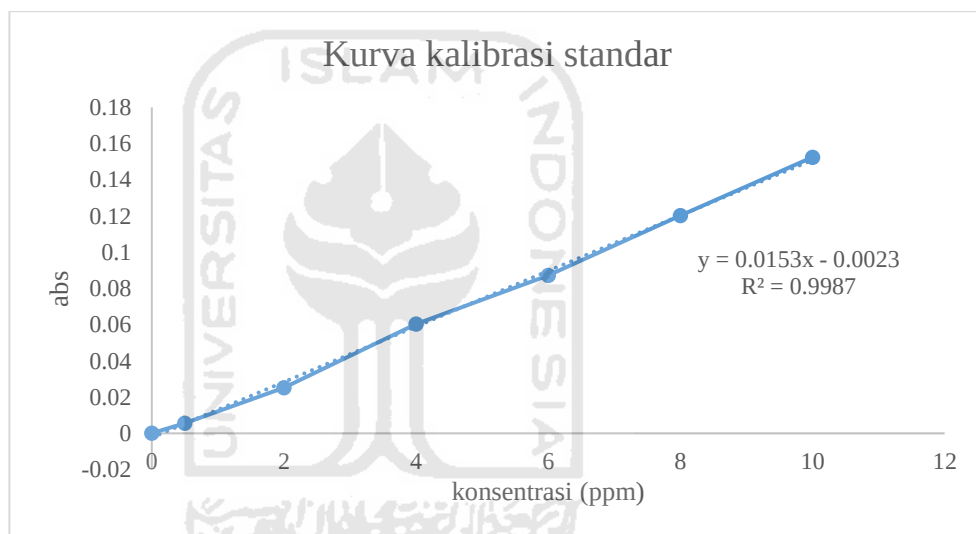
2. Kam

Konsentrasi (ppm)	Abs
0	0
0,5	0,003333
2	0,023361
4	0,056767
6	0,087012
8	0,121635
10	0,153549



3. Kams

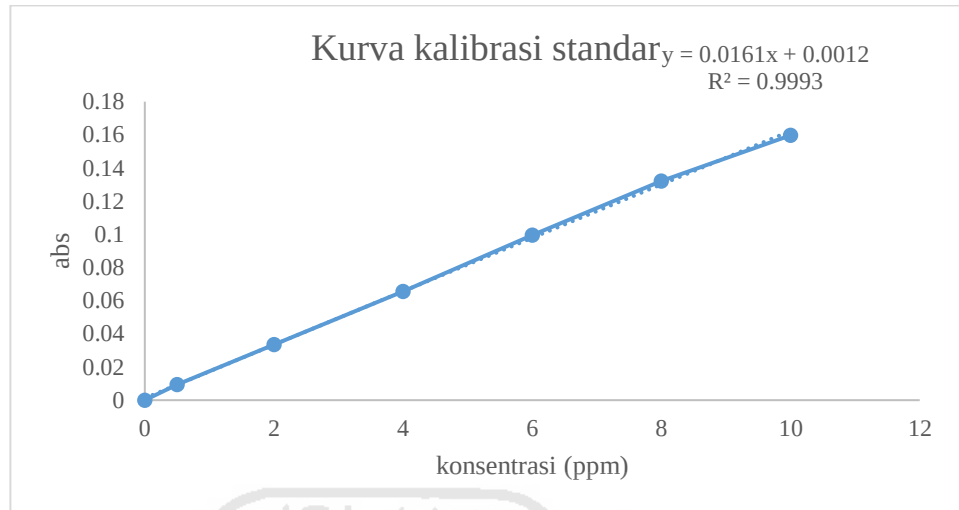
Konsentrasi (ppm)	Abs
0	0,000083
0,5	0,005617
2	0,025241
4	0,060426
6	0,087138
8	0,120355
10	0,15249



b. Variasi konsentrasi

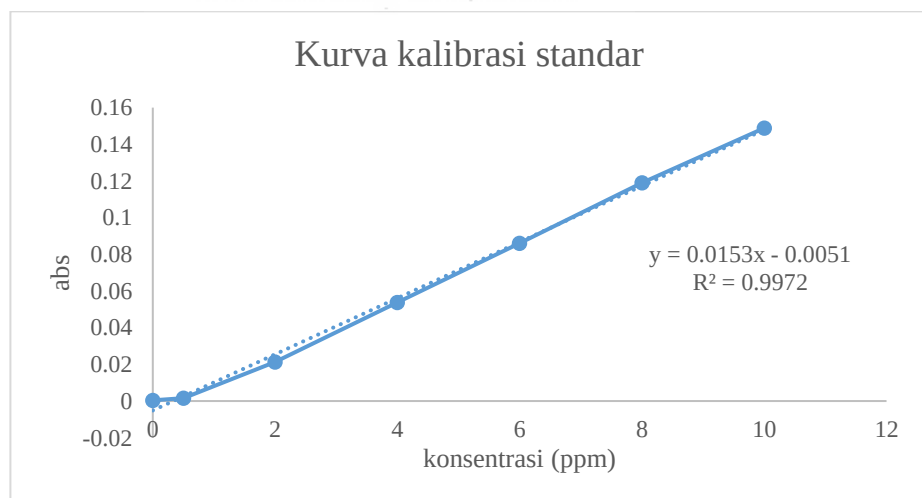
1. KA

Konsentrasi (ppm)	Abs
0	0
0,5	0,001219
2	0,022316
4	0,054661
6	0,086935
8	0,119431
10	0,149351



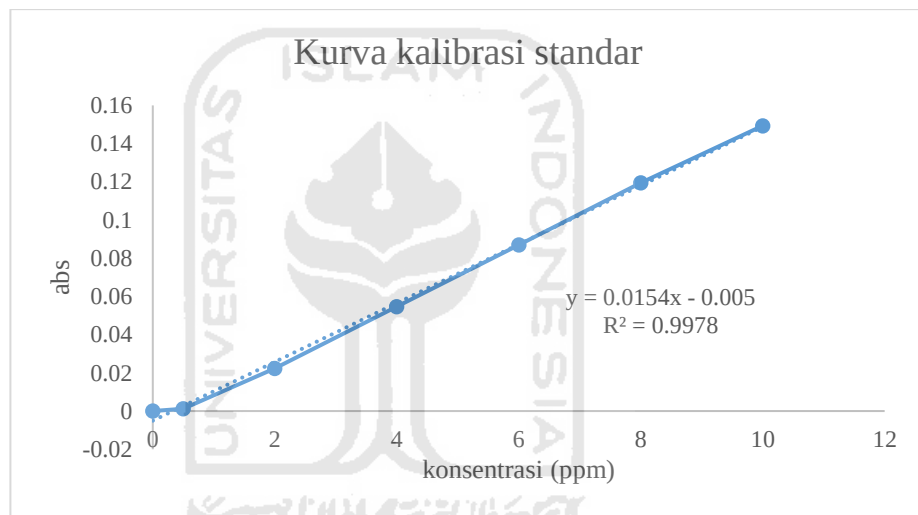
2. Kam

Konsentrasi (ppm)	Abs
0	0,000397
0,5	0,001641
2	0,021253
4	0,053826
6	0,08603
8	0,118942
10	0,148848



3. Kams

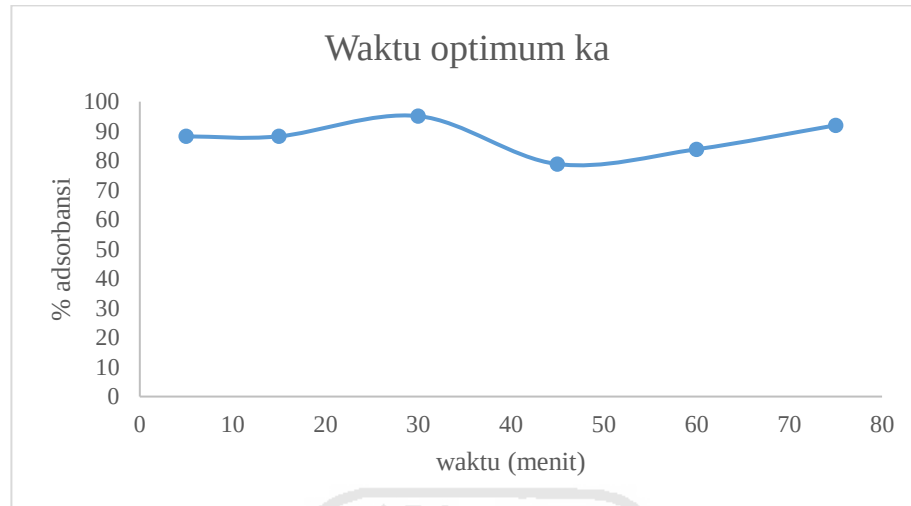
Konsentrasi (ppm)	Abs
0	0
0,5	0,001219
2	0,022316
4	0,054661
6	0,086935
8	0,119431
10	0,149351



G. Penentuan waktu kontak optimum

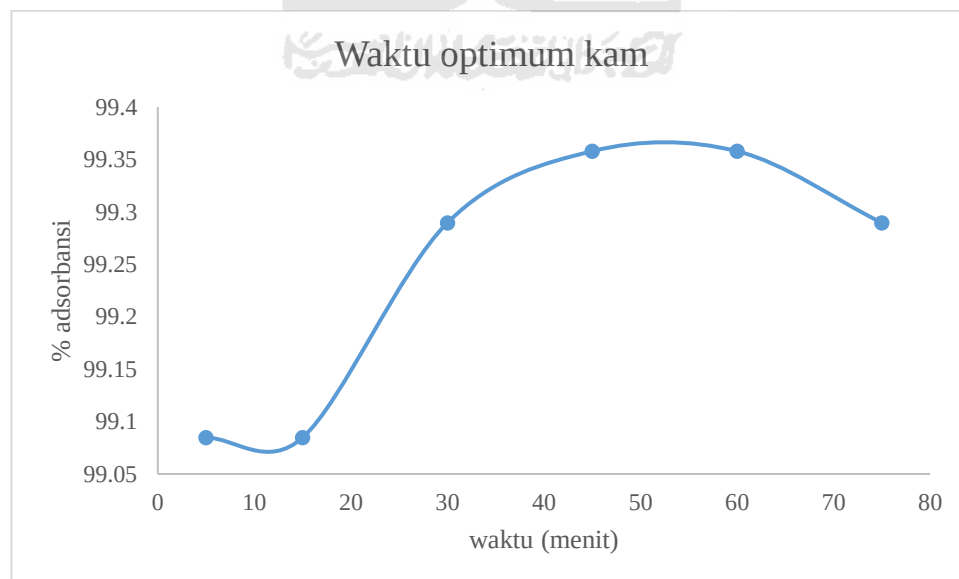
a. KA

Waktu (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi	qe
5	98,64197531	11,60493827	0,01	0,04	88,23529412	21,75925926
15	98,64197531	11,60493827	0,01	0,04	88,23529412	21,75925926
30	98,64197531	4,814814815	0,01	0,04	95,11889862	23,45679012
45	98,64197531	20,86419753	0,01	0,04	78,8485607	19,44444444
60	98,64197531	15,92592593	0,01	0,04	83,85481852	20,67901235
75	98,64197531	7,901234568	0,01	0,04	91,98998748	22,68518519



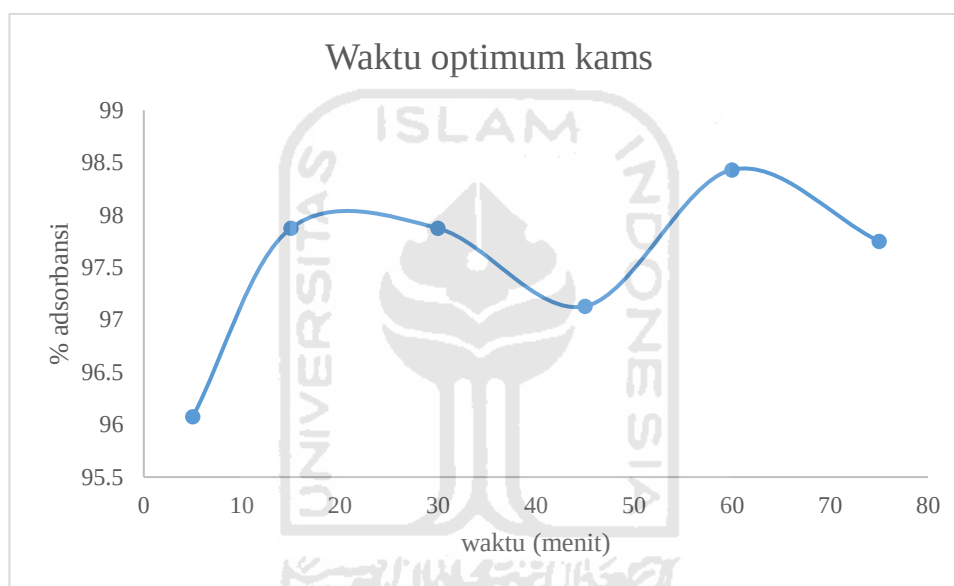
b. Kam

Waktu (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi	qe
5	93,84615385	0,858974359	0,01	0,04	99,08469945	23,24679487
15	93,84615385	0,858974359	0,01	0,04	99,08469945	23,24679487
30	93,84615385	0,666666667	0,01	0,04	99,28961749	23,29487179
45	93,84615385	0,602564103	0,01	0,04	99,3579235	23,31089744
60	93,84615385	0,602564103	0,01	0,04	99,3579235	23,31089744
75	93,84615385	0,666666667	0,01	0,04	99,28961749	23,29487179



c. Kams

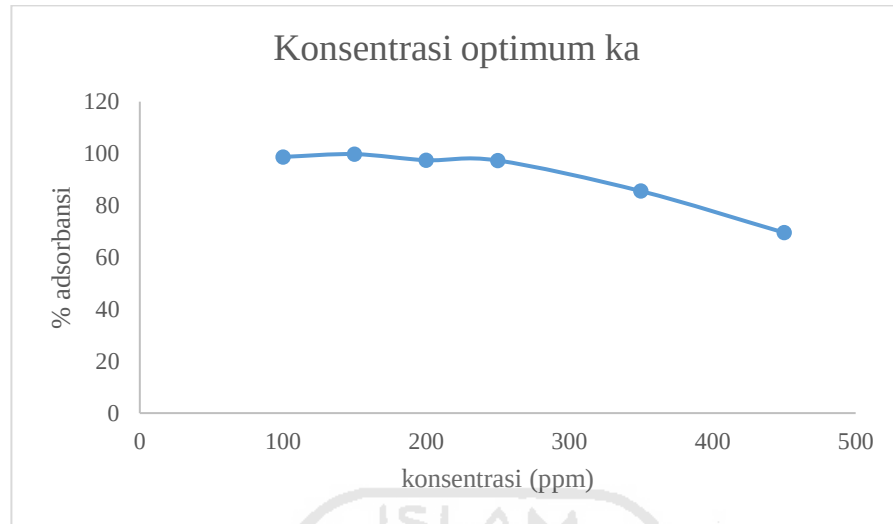
Waktu (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi	qe
5	105,42484	4,137254902	0,01	0,04	96,0756355	25,32189542
15	105,42484	2,241830065	0,01	0,04	97,8735276	25,79575163
30	105,42484	2,241830065	0,01	0,04	97,8735276	25,79575163
45	105,42484	3,026143791	0,01	0,04	97,1295722	25,5996732
60	105,42484	1,653594771	0,01	0,04	98,4314941	25,94281046
75	105,42484	2,37254902	0,01	0,04	97,749535	25,7630719



H. Penentuan konsentrasi optimum

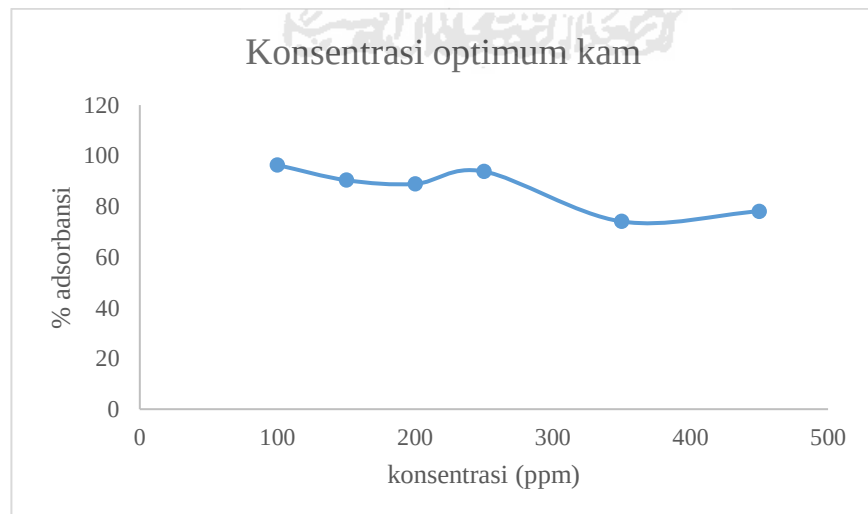
a. Ka

Konsentrasi (ppm)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi	qe
100	106,8322981	1,378881988	0,01	0,04	98,70930233	26,36335404
150	144,0993789	0,322981366	0,01	0,04	99,77586207	35,94409938
200	200	5,093167702	0,01	0,04	97,45341615	48,72670807
250	237,2670807	6,335403727	0,01	0,04	97,32984293	57,73291925
350	361,4906832	52,29813665	0,01	0,04	85,53264605	77,29813665
450	460,8695652	140,3726708	0,01	0,04	69,54177898	80,1242236



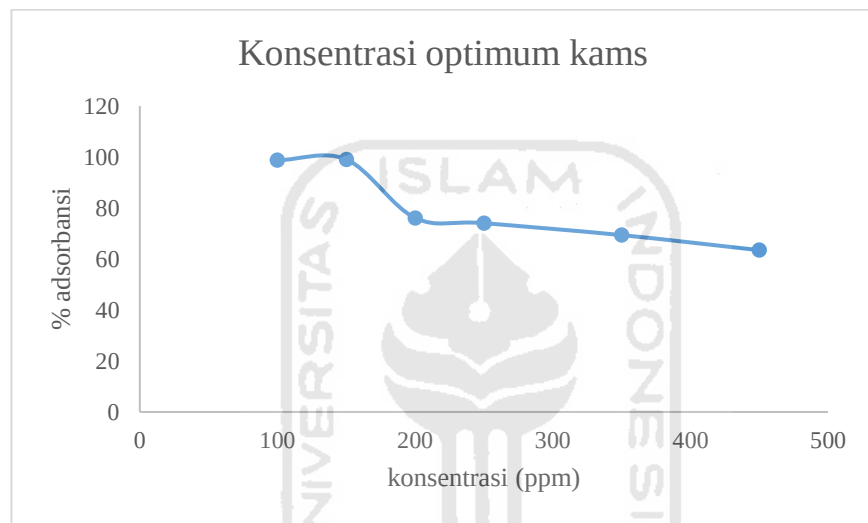
b. Kam

Konsentrasi (ppm)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi	qe
100	137,9084967	5,039215686	0,01	0,04	96,345972	33,21732026
150	177,124183	17,05882353	0,01	0,04	90,369004	40,01633987
200	235,9477124	26,20915033	0,01	0,04	88,891967	52,43464052
250	275,1633987	17,05882353	0,01	0,04	93,800475	64,52614379
350	405,8823529	105,2287582	0,01	0,04	74,074074	75,16339869
450	510,4575163	111,7647059	0,01	0,04	78,104994	99,67320261



c. Kams

Konsentrasi (ppm)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi	qe
100	136,36364	1,753246753	0,01	0,04	98,7142857	33,6525974
150	175,32468	1,688311688	0,01	0,04	99,037037	43,40909091
200	233,76623	55,84415584	0,01	0,04	76,11111111	44,48051948
250	272,72727	70,77922078	0,01	0,04	74,047619	50,48701299
350	402,5974	123,3766234	0,01	0,04	69,3548387	69,80519481
450	506,49351	185,0649351	0,01	0,04	63,4615385	80,35714286



I. Uji ANOVA konsentrasi sengan adsorben

sampel	Konsentrasi (ppm)	Adsorben		
		Ka	Kam	Kams
Larutan Timbal	100	98,7	96,34	98,71
	150	99,77	90,36	99,03
	200	97,45	88,89	76,11
	250	97,32	93,8	74,04
	350	85,53	74,07	69,35
	450	69,54	78,1	63,46

Anova: Two-Factor Without Replication

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
Row 1	3	293,75	97,91667	1,864433
Row 2	3	289,16	96,38667	27,37743
Row 3	3	262,45	87,48333	115,3329

Row 4	3	265,16	88,38667	157,4677
Row 5	3	228,95	76,31667	69,23373
Row 6	3	211,1	70,36667	54,09493
Column 1	6	548,31	91,385	141,4622
Column 2	6	521,56	86,92667	78,93999
Column 3	6	480,7	80,11667	229,9542

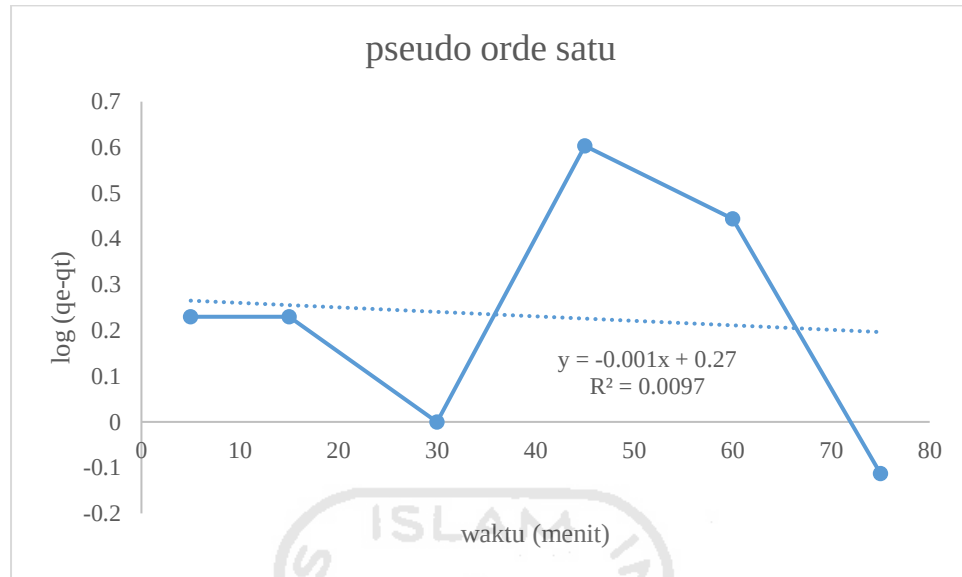
ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Konsentrasi	1787,496	5	357,4992	7,699977	0,003296	3,325835
Adsorben	386,4563	2	193,2282	4,161834	0,04841	4,102821
Error	464,2861	10	46,42861			
Total	2638,238	17				

J. Kinetika adsorpsi

a. Ka

Waktu (menit)	qe	qt	qe-qt	log (qe-qt)	t/qt
5	23,45679012	21,75926	1,697531	0,229818	0,229787234
15	23,45679012	21,75926	1,697531	0,229818	0,689361702
30	23,45679012	23,45679	0	#NUM!	1,278947368
45	23,45679012	19,44444	4,012346	0,603398	2,314285714
60	23,45679012	20,67901	2,777778	0,443697	2,901492537
75	23,45679012	22,68519	0,771605	-0,11261	3,306122449



penentuan pseudo orde satu

$$y = -0,001x + 0,27$$

$$\frac{k_1}{2,303} = \text{slope}$$

$$\frac{k_1}{2,303} = -0,001$$

$$k_1 = -0,002303 \text{ min}^{-1}$$

jadi nilai k_1 ialah $-0,002303 \text{ min}^{-1}$

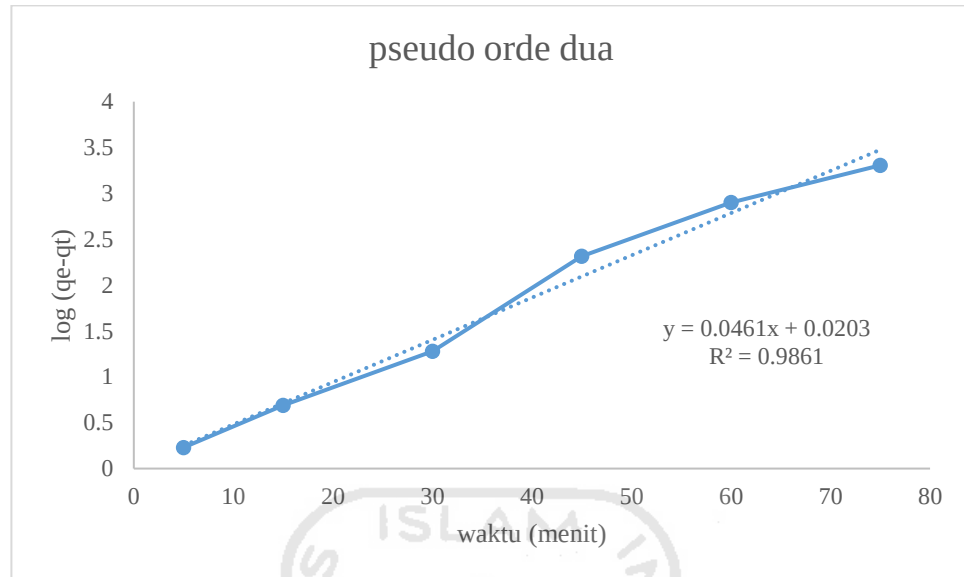
log q_e = intercept

$$\log q_e = 0,27$$

$$q_e = 10^{0,27}$$

$$q_e = 1,862087137 \text{ mg/g}$$

jadi nilai q_e ialah $1,862087137 \text{ mg/g}$



penentuan pseudo orde dua

$$y = 0,0461x + 0,0203$$

$$\frac{1}{q_e} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{q_e} = 0,0461$$

$$q_e = 21,69197397 \text{ mg/g}$$

jadi nilai q_e ialah 21,69197397 mg/g

$$\frac{1}{k_2 q_e^2} = \text{intercept}$$

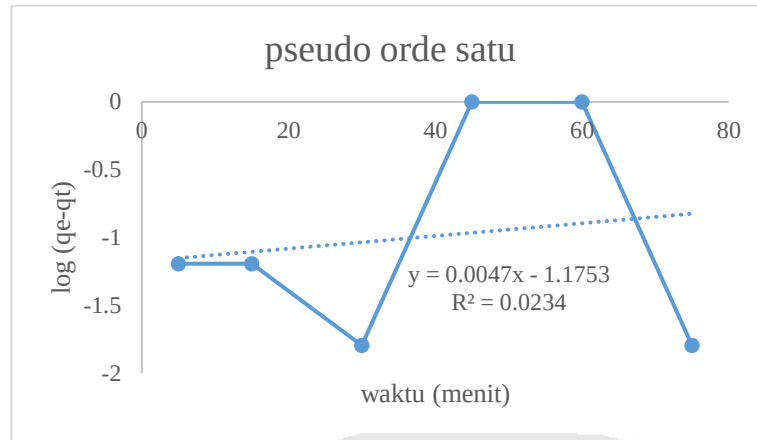
$$\frac{1}{k_2 21,69197397^2} = 0,0203$$

$$k_2 = 0,104690148 \text{ g/mg.min}$$

jadi nilai k_2 ialah 0,104690148 g/mg.min

b. Kam

Waktu (menit)	q_e	q_t	$q_e - q_t$	$\log (q_e - q_t)$	t/q_t
5	23,3108974	23,2467949	0,064103	-1,19312	0,215083414
15	23,3108974	23,2467949	0,064103	-1,19312	0,645250241
30	23,3108974	23,2948718	0,016026	-1,79518	1,287837094
45	23,3108974	23,3108974	0	#NUM!	1,930427609
60	23,3108974	23,3108974	0	#NUM!	2,573903479
75	23,3108974	23,2948718	0,016026	-1,79518	3,219592735



penentuan pseudo orde satu

$$y = 0,0047x - 1,1753$$

$$\frac{k_1}{2,303} = \text{slope}$$

$$\frac{k_1}{2,303} = 0,0047$$

$$k_1 = 0,0108241 \text{ min}^{-1}$$

jadi nilai k_1 ialah $-0,002303 \text{ min}^{-1}$

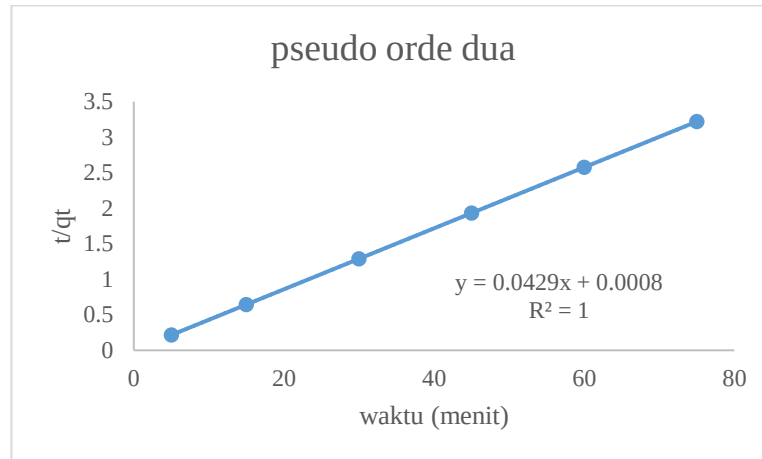
log qe = intercept

$$\log qe = 0,27$$

$$qe = 10^{0,27}$$

$$qe = 1,862087137 \text{ mg/g}$$

jadi nilai qe ialah $1,862087137 \text{ mg/g}$



penentuan pseudo orde dua

$$y = 0,0429x + 0,0008$$

$$\frac{1}{q_e} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{q_e} = 0,0429$$

$$q_e = 23,31002331 \text{ mg/g}$$

jadi nilai q_e ialah 23,31002331 mg/g

$$\frac{1}{k_2 q_e^2} = \text{intercept}$$

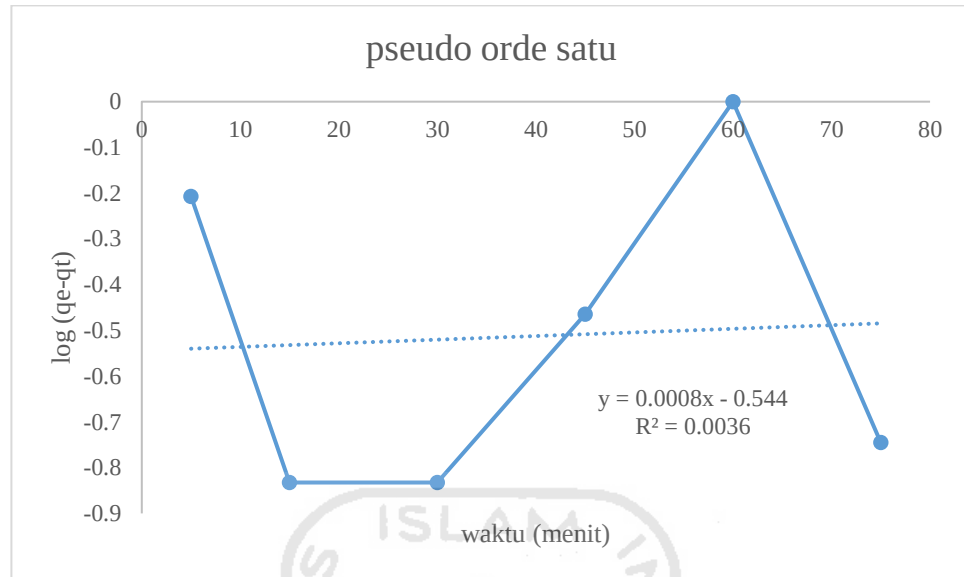
$$\frac{1}{k_2 23,31002331^2} = 0,0008$$

$$k_2 = 2,3005125 \text{ g/mg.min}$$

jadi nilai k_2 ialah 2,3005125 g/mg.min

c. Kams

Waktu (menit)	q_e	Q_t	$q_e - q_t$	$\log (q_e - q_t)$	t/q_t
5	25,9428105	25,3219	0,620915	-0,20697	0,197457572
15	25,9428105	25,79575	0,147059	-0,83251	0,5814911
30	25,9428105	25,79575	0,147059	-0,83251	1,162982201
45	25,9428105	25,59967	0,343137	-0,46453	1,75783494
60	25,9428105	25,94281	0	#NUM!	2,312779492
75	25,9428105	25,76307	0,179739	-0,74536	2,911143528



penentuan pseudo orde satu

$$y = 0,0008x - 0,544$$

$$\frac{k_1}{2,303} = \text{slope}$$

$$\frac{k_1}{2,303} = 0,0008$$

$$k_1 = 0,0018424 \text{ min}^{-1}$$

jadi nilai k_1 ialah $0,0018424 \text{ min}^{-1}$

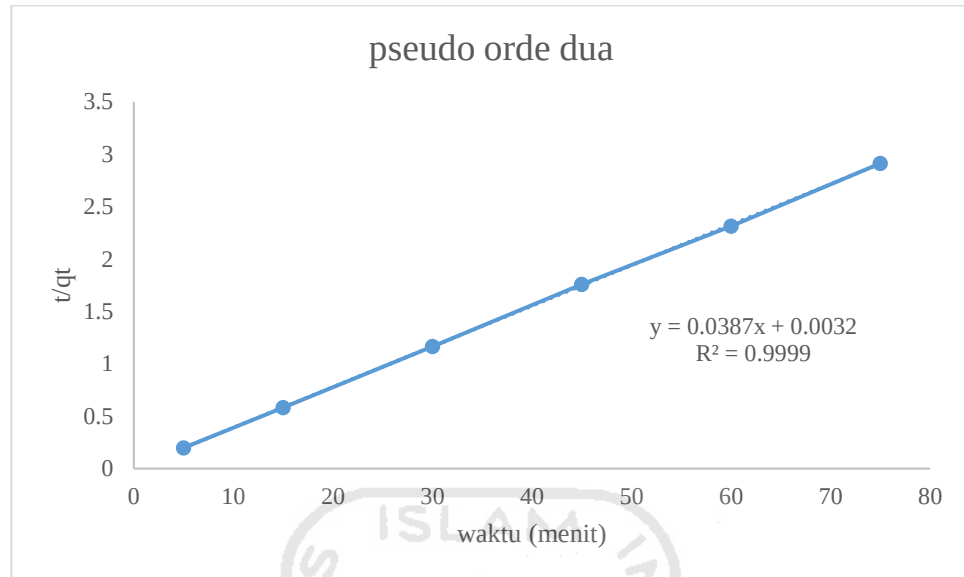
log qe = intercept

$$\log qe = 0,544$$

$$qe = 10^{0,544}$$

$$qe = 3,49945167 \text{ mg/g}$$

jadi nilai qe ialah $3,49945167 \text{ mg/g}$



penentuan pseudo orde dua

$$y = 0,0387x + 0,0032$$

$$\frac{1}{q_e} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{q_e} = 0,0387$$

$$q_e = 25,83979328 \text{ mg/g}$$

jadi nilai q_e ialah 25,83979328 mg/g

$$\frac{1}{k_2 q_e^2} = \text{intercept}$$

$$\frac{1}{k_2 25,83979328^2} = 0,0032$$

$$k_2 = 0,468028125 \text{ g/mg.min}$$

jadi nilai k_2 ialah 0,468028125 g/mg.min

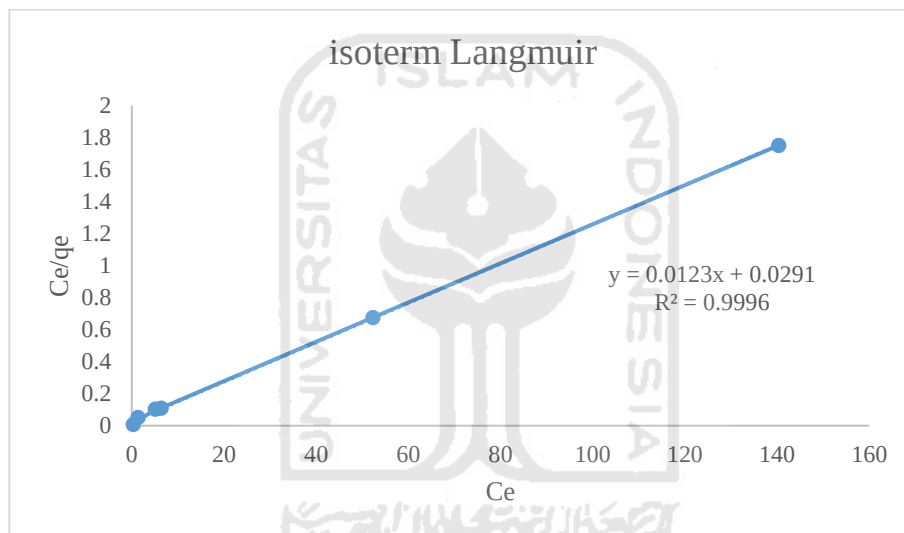
K. Isoterm adsorpsi

a. K_a

Konsentrasi (ppm)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi
100	106,8322981	1,378881988	0,01	0,04	98,70930233
150	144,0993789	0,322981366	0,01	0,04	99,77586207
200	200	5,093167702	0,01	0,04	97,45341615
250	237,2670807	6,335403727	0,01	0,04	97,32984293
350	361,4906832	52,29813665	0,01	0,04	85,53264605

450	460,8695652	140,3726708	0,01	0,04	69,54177898
-----	-------------	-------------	------	------	-------------

qe	Ce/qe	log Ce	Log qe
26,36335404	0,05230298	0,139527098	1,421000662
35,94409938	0,008985658	-0,490822532	1,555627606
48,72670807	0,104525175	0,706987976	1,687767072
57,73291925	0,109736417	0,801774296	1,761423518
77,29813665	0,676576939	1,718486215	1,888169025
80,1242236	1,751937984	2,147282563	1,903763834



penentuan isoterm langmuir

$$y = 0,0123x + 0,0291$$

$$\frac{1}{Q_o} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{Q_o} = 0,0123$$

$$Q_o = 81,30081301 \text{ mg/g}$$

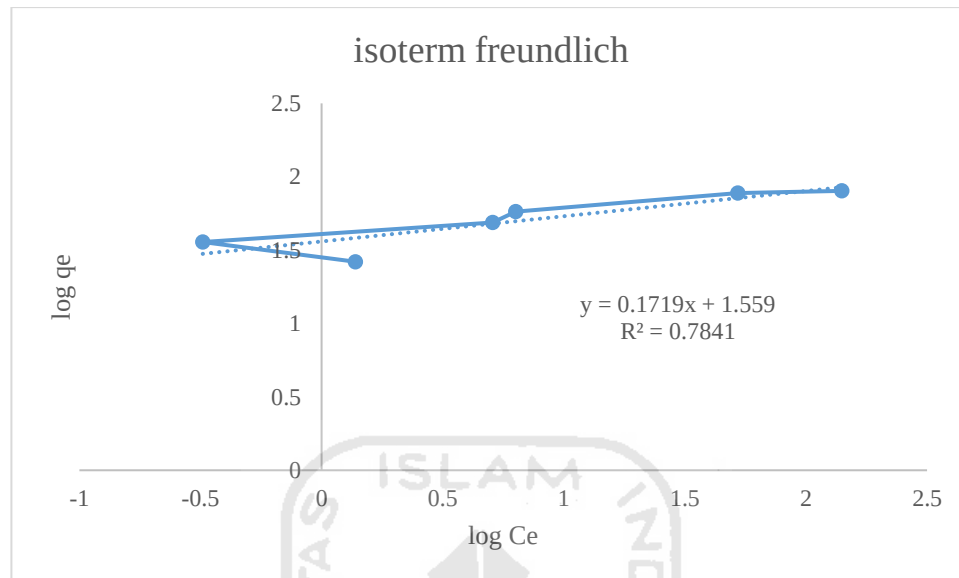
jadi nilai Q_o ialah 81,30081301 mg/g

$$\frac{1}{bQ_o} = \text{intercept}$$

$$\frac{1}{b81,30081301} = 0,0291$$

$$b = 0,422680412 \text{ L/mg}$$

jadi nilai b ialah 0,422680412 L/mg



penentuan isoterm freundlich

$$y = 0,1719x + 1,559$$

$$\frac{1}{n} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{n} = 0,1719$$

$$n = 5,81733566$$

jadi nilai n ialah 5,81733566

$\log K_f = \text{intercept}$

$$\log K_f = 1,559$$

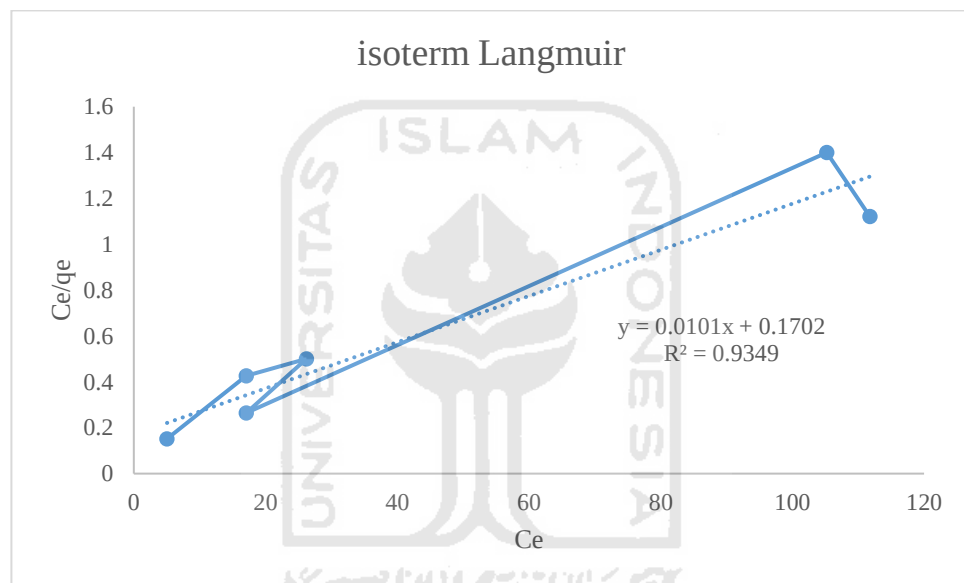
$$K_f = 36,22429984 \text{ mg/g}$$

jadi nilai K_f ialah 36,22429984 mg/g

b. Kam

Konsentrasi (ppm)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi
100	137,9084967	5,039215686	0,01	0,04	96,345972
150	177,124183	17,05882353	0,01	0,04	90,369004
200	235,9477124	26,20915033	0,01	0,04	88,891967
250	275,1633987	17,05882353	0,01	0,04	93,800475
350	405,8823529	105,2287582	0,01	0,04	74,074074
450	510,4575163	111,7647059	0,01	0,04	78,104994

qe	Ce/qe	log Ce	log qe
33,21732026	0,151704462	0,702363	1,521365
40,01633987	0,426296448	1,231949	1,602237
52,43464052	0,499844188	1,418453	1,719618
64,52614379	0,264370727	1,231949	1,809736
75,16339869	1,4	2,022134	1,876006
99,67320261	1,121311475	2,048305	1,998578



penentuan isoterm langmuir

$$y = 0,0101x + 0,1702$$

$$\frac{1}{Q_0} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{Q_0} = 0,0101$$

$$Q_0 = 99,00990099 \text{ mg/g}$$

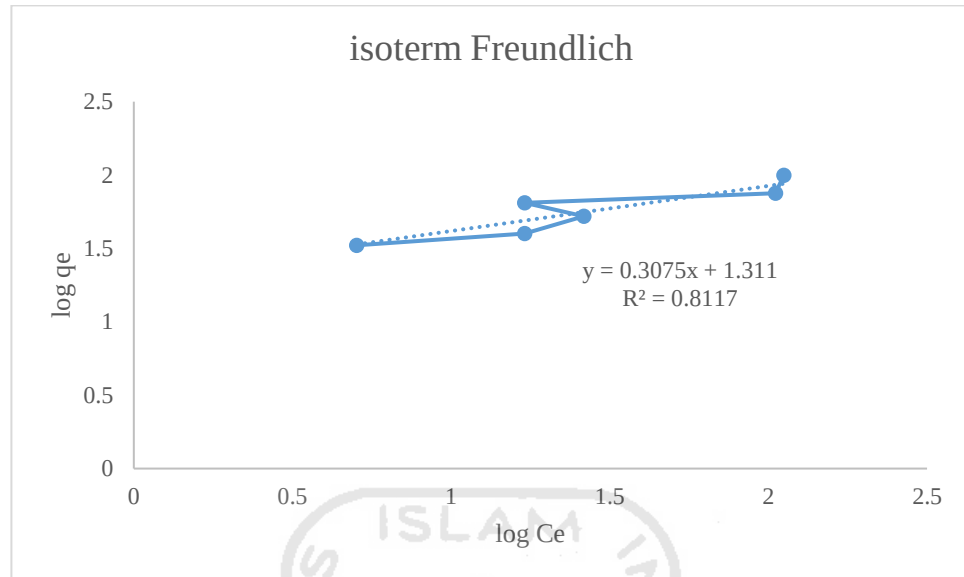
jadi nilai B ialah 99,00990099 mg/g

$$\frac{1}{bQ_0} = \text{intercept}$$

$$\frac{1}{b \cdot 99,00990099} = 0,1702$$

$$b = 0,059341951 \text{ L/mg}$$

jadi nilai b ialah 0,059341951 L/mg



penentuan isoterm freundlich

$$y = 0,3075x + 1,311$$

$$\frac{1}{n} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{n} = 0,3075$$

$$n = 3,25203252$$

jadi nilai n ialah 3,25203252

$\log K_f = \text{intercept}$

$$\log K_f = 1,311$$

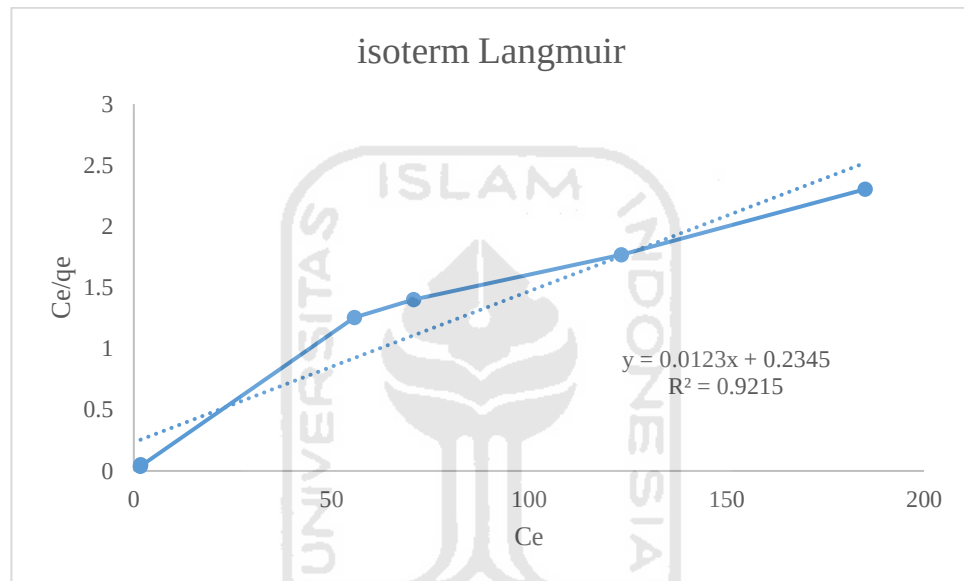
$$K_f = 20,46444637 \text{ mg/g}$$

jadi nilai K_f ialah 20,46444637 mg/g

c. Kams

Konsentrasi (ppm)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Vol (L)	Massa (gram)	% Adsorpsi
100	136,36364	1,753246753	0,01	0,04	98,7142857
150	175,32468	1,688311688	0,01	0,04	99,037037
200	233,76623	55,84415584	0,01	0,04	76,1111111
250	272,72727	70,77922078	0,01	0,04	74,047619
350	402,5974	123,3766234	0,01	0,04	69,3548387
450	506,49351	185,0649351	0,01	0,04	63,4615385

qe	Ce/qe	log Ce	log qe
33,6525974	0,0520984	0,243843	1,527019
43,40909091	0,038893	0,227453	1,637581
44,48051948	1,2554745	1,746978	1,64817
50,48701299	1,4019293	1,849906	1,70318
69,80519481	1,7674419	2,091233	1,843888
80,35714286	2,3030303	2,267324	1,905024



penentuan isoterm langmuir

$$y = 0,0123x + 0,2345$$

$$\frac{1}{Q_o} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{Q_o} = 0,0123$$

$$Q_o = 81,30081301 \text{ mg/g}$$

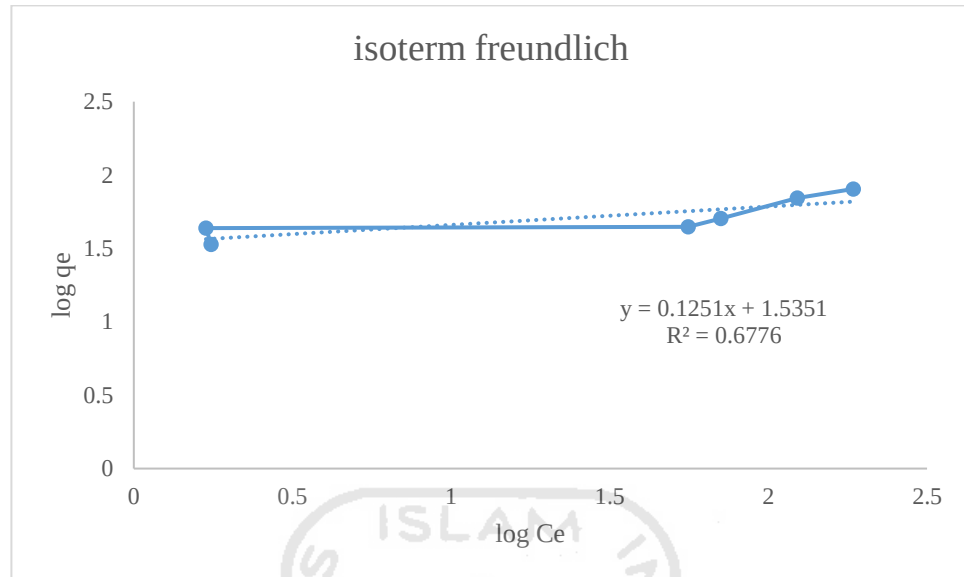
jadi nilai Q_o ialah 81,30081301 mg/g

$$\frac{1}{bQ_o} = \text{intercept}$$

$$\frac{1}{b81,30081301} = 0,2345$$

$$b = 0,052452026 \text{ L/mg}$$

jadi nilai b ialah 0,052452026 L/mg



penentuan isoterm freundlich

$$y = 0,1251x + 1,5351$$

$$\frac{1}{n} = \text{slope}$$

$$\frac{1}{n} = 0,1251$$

$$n = 7,993605116$$

jadi nilai n ialah 7,993605116

log K_f = intercept

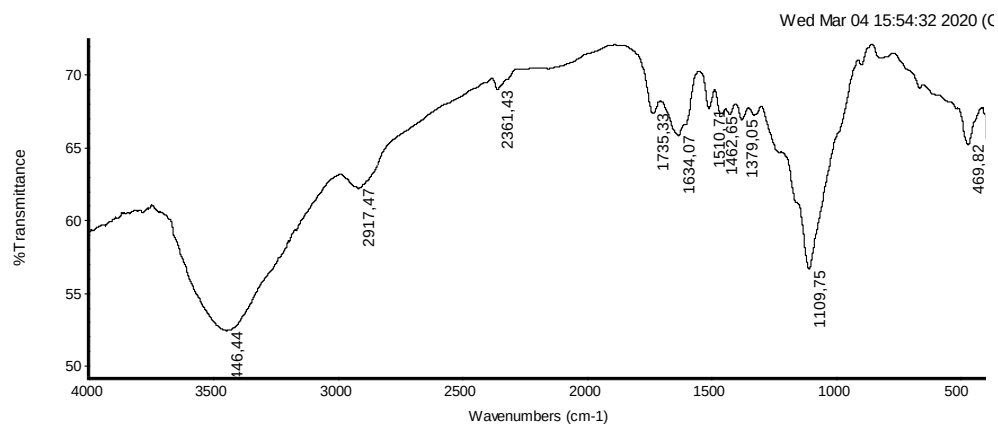
$$\log K_f = 1,5351$$

$$K_f = 34,28467208 \text{ mg/g}$$

jadi nilai K_f ialah 34,28467208 mg/g

L. Hasil karakterisasi FTIR

a. Bambu



Collection time: Wed Mar 04 09:32:09 2020 (GMT+0)

Wed Mar 04 15:54:28 2020 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *200186-1 Bambu

Region: 4000.00 400.00

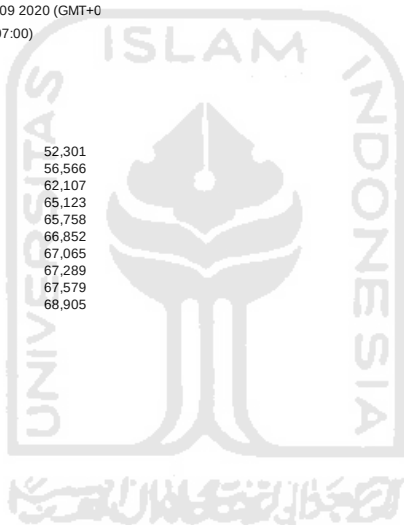
Absolute threshold: 72.696

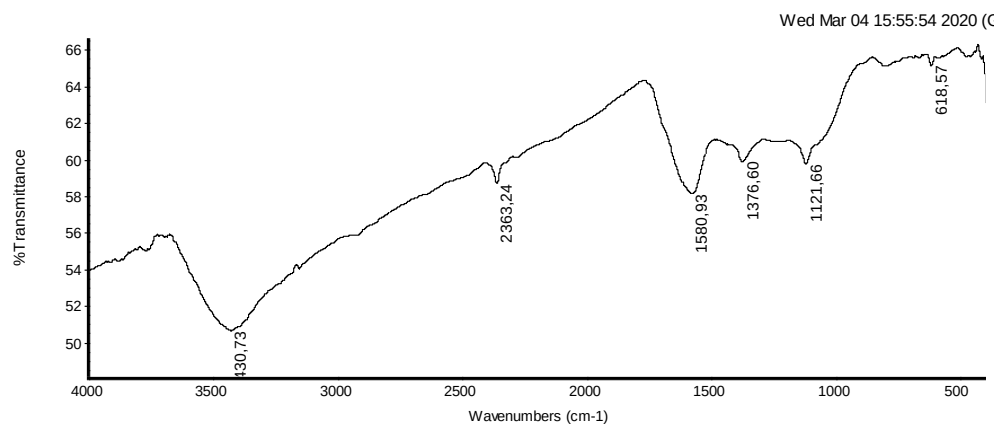
Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 3446.44	Intensity: 52.301
Position: 1109.75	Intensity: 56.566
Position: 2917.47	Intensity: 62.107
Position: 469.82	Intensity: 65.123
Position: 1634.07	Intensity: 65.758
Position: 1379.05	Intensity: 66.852
Position: 1462.65	Intensity: 67.065
Position: 1735.33	Intensity: 67.289
Position: 1510.71	Intensity: 67.579
Position: 2361.43	Intensity: 68.905

b. Arang bambu





Collection time: Wed Mar 04 09:38:54 2020 (GMT+0

Wed Mar 04 15:55:51 2020 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *200186-2 Arang Bambu

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 66,739

Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 3430.73 Intensity: 50.564

Position: 1580.93 Intensity: 58.078

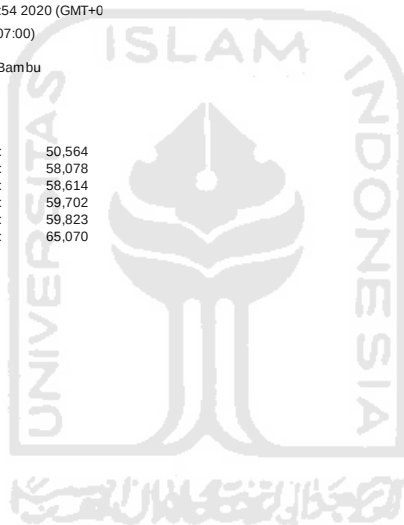
Position: 2363.24 Intensity: 58.614

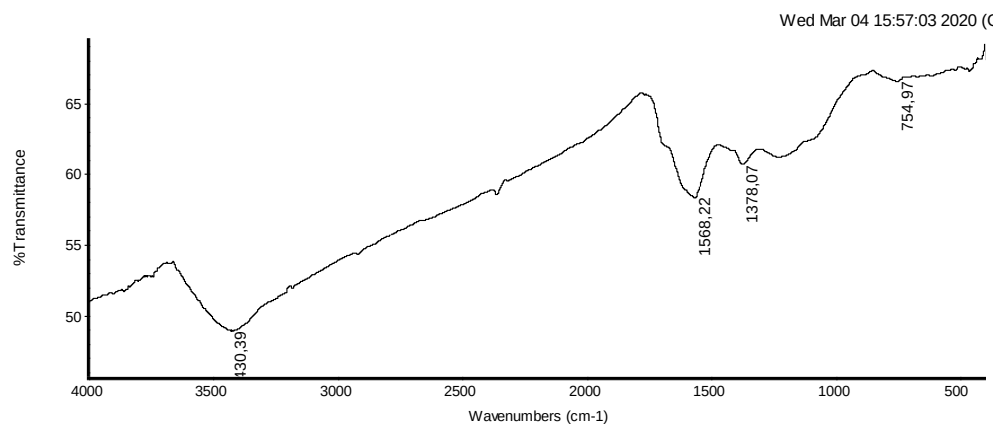
Position: 1121.66 Intensity: 59.702

Position: 1376.60 Intensity: 59.823

Position: 618.57 Intensity: 65.070

c. Karbon aktif





Collection time: Wed Mar 04 09:47:29 2020 (GMT+0

Wed Mar 04 15:57:01 2020 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *200186-3 Karbon aktif bambu

Region: 4000,00 400,00

Absolute threshold: 69,719

Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 3430,39 Intensity: 49,829

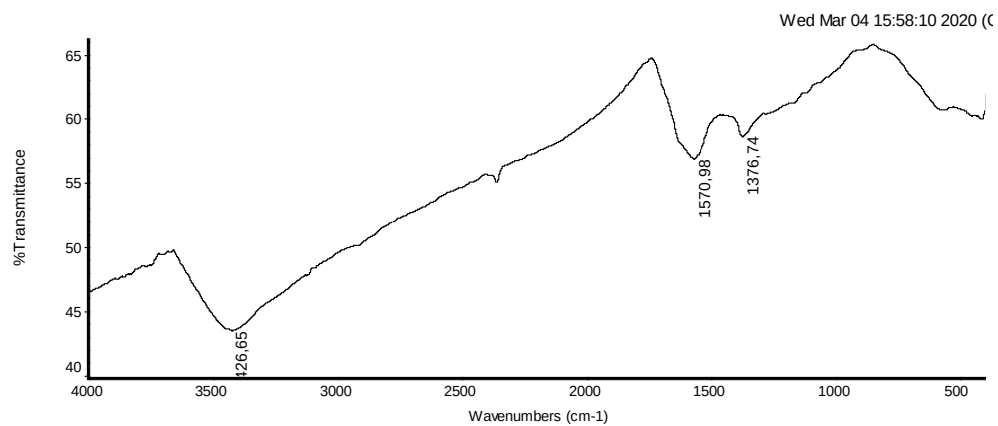
Position: 1568,22 Intensity: 58,250

Position: 1378,07 Intensity: 60,594

Position: 754,97 Intensity: 66,454

d. Karbon aktif magnetit





Collection time: Wed Mar 04 09:55:37 2020 (GMT+0

Wed Mar 04 15:58:07 2020 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *200186-4 karbon aktif magnet

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 66,491

Sensitivity: 50

Peak list:

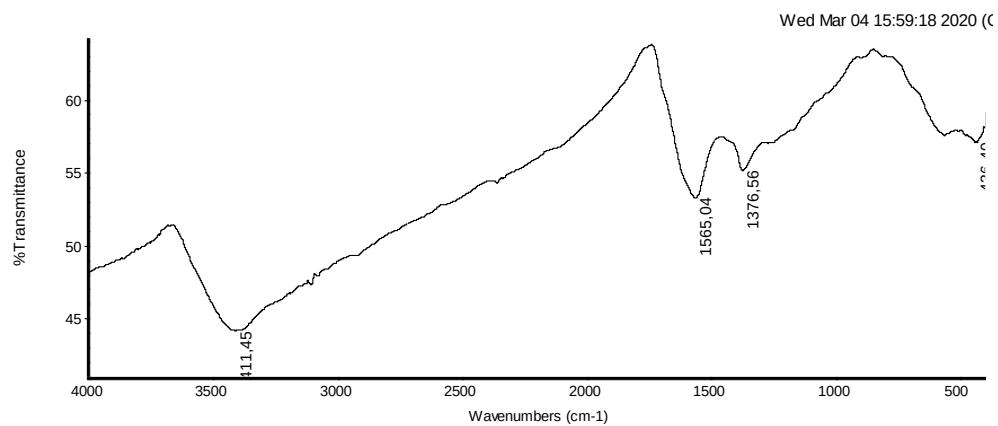
Position: 3426.65 Intensity: 43,358

Position: 1570.98 Intensity: 56,772

Position: 1376.74 Intensity: 58,555

Position: 413.01 Intensity: 59,907

e. Karbon aktif magnetit surfaktan



Collection time: Wed Mar 04 10:02:34 2020 (GMT+0

Wed Mar 04 15:59:14 2020 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *200186-5 karbon aktif magnet surfaktan

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 64.396

Sensitivity: 50

Peak list:

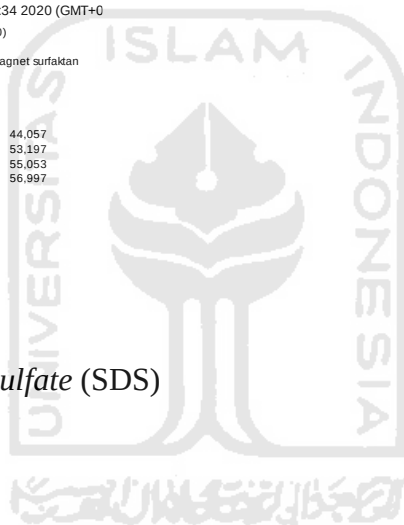
Position: 3411.45 Intensity: 44.057

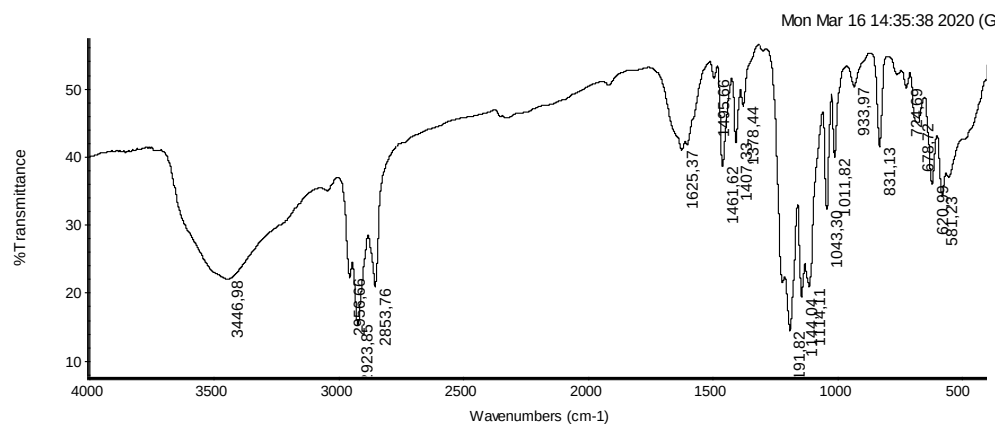
Position: 1565.04 Intensity: 53.197

Position: 1376.56 Intensity: 55.053

Position: 436.40 Intensity: 56.997

f. Sodium Dodecyl Sulfate (SDS)





Collection time: Mon Mar 16 10:55:24 2020 (GMT+0)

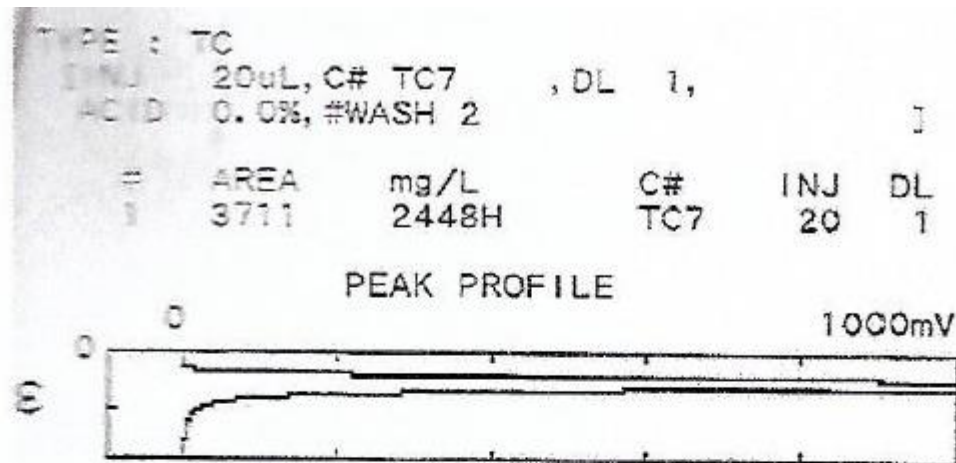
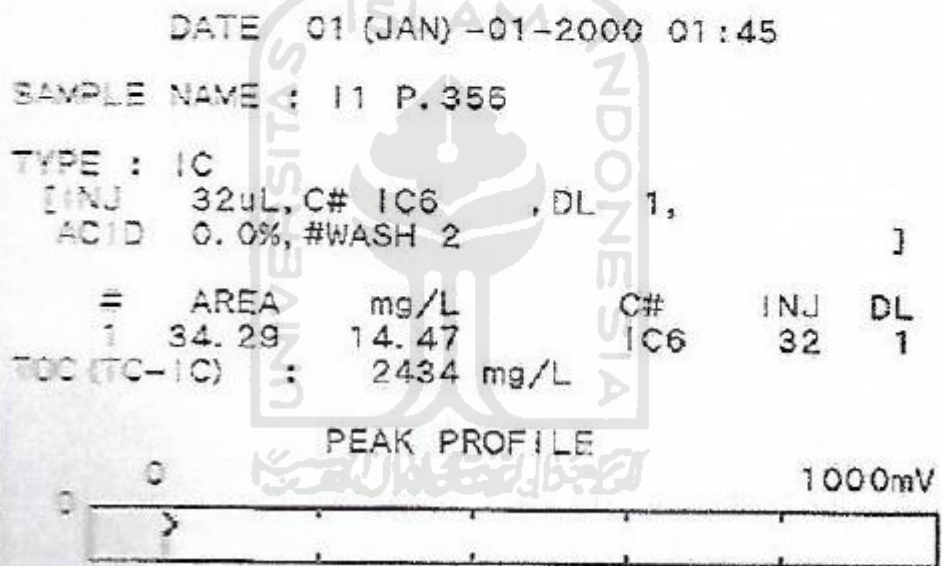
Mon Mar 16 14:35:35 2020 (GMT+07:00)
 FIND PEAKS
 Spectrum: *200223-2 SDBS
 Reson: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 57.764
 Sensitivity: 50
 Peak list:

Position	Intensity
1191.82	14.196
1191.82	15.186
1144.04	15.121
1114.11	20.631
1063.76	20.637
1043.30	21.788
1043.30	21.985
1043.30	32.038
1011.82	32.875
1011.82	35.692
1011.82	38.405
1011.82	39.685
1011.82	40.796
1011.82	41.251
1011.82	41.804
1011.82	44.843
1011.82	47.580
1011.82	49.984
1011.82	50.138
1011.82	51.330

M. Hasil TOC

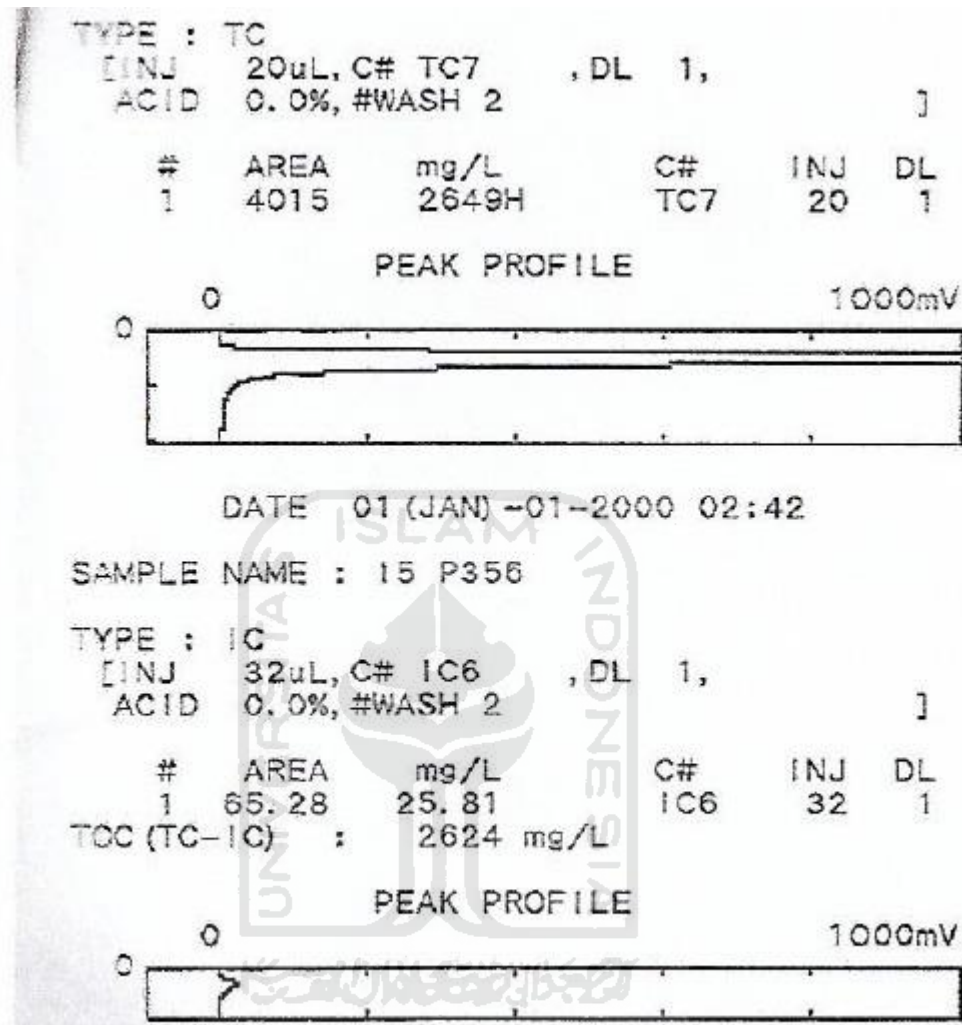
a.Sesudah kontak dengan Kam





TC = 2448 mg/L, IC = 14.47 mg/L & TOC = 2434 mg/L

b. Sebelum kontak dengan Kam



TC = 2649 mg/L, IC = 25.81 mg/L & TOC = 2624 mg/L

c. Effisiensi surfaktan terikat pada karbon aktif magnetit

$$\begin{aligned}
 \% \text{ effisiensi} &= \frac{\text{TOC surfaktan awal} - \text{TOC surfaktan akhir}}{\text{TOC surfaktan awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{2624 \text{ mg}^{\text{TOC}}_{\text{L}} - 2434 \text{ mg}^{\text{TOC}}_{\text{L}}}{2624 \text{ mg}^{\text{TOC}}_{\text{L}}} \times 100\% \\
 &= 7,24 \%
 \end{aligned}$$