ADSORPSI NITRIT MENGGUNAKAN ABU DASAR *(BOTTOM ASH)* BATUBARA TERAKTIVASI NaOH dan HCl

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:

Luqman Taufik

No Mahasiswa : 16612098

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2020

ADSORPSI NITRIT MENGGUNAKAN ABU DASAR *(BOTTOM ASH)* BATUBARA TERAKTIVASI NaOH dan HCl

SKRIPSI

yang diajukan Oleh :

LUQMAN TAUFIK
No. Mahasiswa: 16612098

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

Dewan Penguji	Tanda Tangan
1. Prof. Dr.rer. nat. Ir. AgusTaftazani	.....
2. Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc.	.....
3. Ika Yanti, S.Si, M.Sc.	.....
4. Muhammad Miqdam Musawwa , S.Si, M.Sc.	.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA FAKULTAS MIPA

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

Pernyataan Keaslian Tulisan

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Luqman Taufik

Nim : 16612098

Program Studi : Ilmu Kimia

Fakultas : Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan skripsi saya yang berjudul Adsorpsi Nitrit Menggunakan Abu Dasar *(bottom Ash)* Batubara Terkativasi NaOH dan HCl bersifat asli dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya kecuali referensi yang sudah disebutkan didalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulis lain, maka penulis tersebut secara eksplisit terlah disebutkan didalam skripsi ini. Apabila kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses semua dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguh-sungguhnya dan penuh rasa tanggungjawab.

Yogyakarta, 17 Desember 2020

Yang menyatakan



Luqman Taufik

(16612098)

HALAMAN PERSEMBAHAN



“ Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang ”

Alhamdulillahirabbil alamin atas rahmat-Nya skripsi ini dapat terselesaikan, sebuah karya ini saya persembahkan untuk

Kedua orang tua saya yaitu Bapak Lukito dan Ibu Sumartini, beserta keluarga besar.

Terimakasih untuk segala pengorbanan baik moril,maupun materil.

Terimakasih untuk segala doa yang tiada henti tercurahkan.

Terima kasih untuk segala semangat dan Semoga Allah membalas kebaikan dan senantiasa memberikan Rahmat-Nya untuk kedua orang tua saya beserta keluarga besar

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikumWr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia, rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga pelaksanaan dan penyusunan Sripsi ini dengan judul "Adsorpsi Nitrit Menggunakan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Batubara Teraktivasi NaOH dan HCl" dapat berjalan dengan lancar dan penulis dapatmenyelesaikan Skripsi dengan tepat waktu.

Dalam pelaksanaan penulisan skripsi, baik pada saat persiapan, pelaksanaan kegiatan penelitian hingga penyusunan skripsi, banyak pihak yang memberikan kontribusi bagi penyempurnaan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indoneia.
3. Bapak Dr. Dwiarso Rubiyanto, S.Si, M.Sc selaku Ketua Program Studi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Wiyogo Prio Wicaksono, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi serta dukungan sehingga mempermudah dalam proses terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Prof., Dr. rer.nat.,Ir., Agus Taftazani, selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing 2 yang

telah memberikan bimbingan secara intensif sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

6. Orang tua yang telah mendukung baik secara moral maupun materil, serta anggota keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan nasihat untuk setiap kegiatan yang penulis lakukan.
7. Seluruh teman seperjuangan Rendi, Ilham, Choerul, Ulul, Armyn, Erdie, Ridwan, Andri, Rifaldi, Embi, Rama, Tegar dan rekan-rekan semua yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna serta memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 17 Desember 2020

Luqman Taufik

16612098

ADSORPSI NITRIT MENGGUNAKAN ABU *DASAR (BOTTOM ASH)* BATUBARA TERAKTIVASI NaOH dan HCl

INTISARI

Luqman Taufik

No Mhs : 16612098

Senyawa nitrit di perairan secara alami berasal dari tanah. Salah satu cara untuk menurunkan kandungan nitrit yaitu menggunakan adsorben. Adsorben dapat dibuat dengan abu dasar. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengkarakterisasi adsorben abu dasar teraktivasi serta mengetahui massa dan waktu kontak optimum adosrben terhadap penurunan kandungan nitrit dalam larutan. Abu dasar diaktivasi menggunakan HCl dan NaOH selama 24 jam kemudian dikarakterisai menggunakan spektrofotometer FTIR. Selanjutnya dilakukan variasi massa adsorben (10, 20, dan 30 mg) dan waktu kontak adsorben (5, 10, 20, 30, 50, dan 60 menit) kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya serapan gugus Al-O (O-Al-O) pada bilangan gelombang 1053,3 cm^{-1}; 1041,07 cm^{-1}; dan 1038,08 cm^{-1} pada HCl (AA), Tanpa Aktivasi (TA), dan NaOH (AB). Massa optimum adsorben adalah 30 mg dan waktu kontak optimum adsorben tanpa aktivasi (TA), aktivasi HCL (AA), dan aktivasi NaOH (AB) berturut-turut 60 menit; 50 menit; dan 30 menit dengan presentase adsorpsi berturut-turut sebesar 29.7727%; 37.9310%; dan 38.8012%. Abu dasar teraktivasi NaOH (AB) terbukti dapat menurunkan kandungan nitrit dengan presentase adsorpsi terbesar yaitu 38.8012%. Dapat disimpulkan bahwa kinetika adsorpsi mengikuti pseudo orde 2 karena R^2 paling mendekati dengan 1. Nilai R^2 dari masing-masing kinetika adsorpsi TA; AA; dan AB berturut-turut adalah 0.957; 0934; dan 0.996.

Kata kunci : nitrit, abu dasar, adsorpsi, dan adsorben.

NITRITE ADSORTION USING BASIC ASH *(BOTTOM ASH)* COAL ACTIVATED by NaOH and HCl

Abstract

Luqman Taufik

No Mhs : 16612098

Nitrite in water naturally comes from the soil. A way to reduce the nitrite content is using adsorbent. Adsorbent can be made using bottom ash. The aim of this research is to characterize the bottom ash adsorbent activation and to examine the optimum mass and contact time for adsorbent to reduce the nitrite content in the solution. Bottom ash was activated using HCl and NaOH for 24 hours and then characterized using FTIR spectrophotometer. Then, the variation of adsorbent mass (10, 20, and 30 mg) and the adsorbent contact time (5, 10, 20, 30, 50, and 60 minutes) was done and the result were then analyzed using a UV-Vis spectrophotometer. The FTIR characterization showed Al-O (O-Al-O) group absorption at wavenumber of 1053.3 cm^{-1}; 1041.07 cm^{-1}; and 1038.08 cm^{-1} in HCl (AA), without activation (TA), and NaOH (AB). The optimum mass of adsorbent was 30 mg and the optimum contact time of the adsorbent without activation (TA), HCL activation (AA), and NaOH activation (AB) was 60 minutes; 50 minutes; and 30 minutes respectivelywith the adsorptionpercentage of 29.7727%; 37.9310%; and 38,8012% respectively. Bottom ash activated with NaOH (AB) was proven to reduce nitrite content with the highest adsorption percentage, which is 38.8012%. It can be concluded that the adsorption kinetics follow pseudo order 2 because are R^2 is the closet to 1. The R^2 value of each TA adsorption kinetics; A A; and AB are 0.957; 0934; and 0.996.

Key words: nitrite, bottom ash, adsorption, and adsorbent.

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Halaman Pengesahan ii
Pernyataan Keaslian Tulisan iii
Halaman Persembahan iv
Kata Pengantar v
Intisari vii
Abstract viii
Daftar Isi ix
Daftra Tabel xi
Daftar Gambar xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
BAB III DASAR TEORI 7
3.1 Abu Dasar 7
3.2 Aktivasi Abu Dasar 8
3.3 Adsorpsi 9
3.3.1 Adsorpsi Fisika (Fisisorpsi) 10
3.3.2 Adsorpsi Kimia (Kemisorpsi) 10
3.3.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi 11
3.4 Adsorben 14
3.4.1 Klasifikasi Berdasarkan Jenis Pembuat Adsorben 14
3.5 Nitrit 16
3.6 Spektrofotometri FTIR 17
3.7 Spektrofotometri UV-Vis 20
BAB IV METODE PENELITIAN 22
4.1 Alat dan Bahan 22

4.2 Prosedur Penelitian 22
4.2.1 Preparasi Abu Dasar 22
4.2.2 Aktivasi Adsorben 22
4.2.3 Karakterisasi Adsorben Abu Dasar 23
4.2.4 Studi Adsorpsi 23
4.2.4.1 Kajian Pengaruh Aktivasi Adsorben 23
4.2.4.2 Kajian Pengaruh Massa Adsorben 23
4.2.4.3 Kajian Pengaruh Waktu Kontak Adsorben 23
4.2.5 Analisis Kandungan Nitrit 24
4.2.5.1 Larutan Induk Nitrit 24
4.2.5.2 Pembuatan larutan intermedia nitrit 24
4.2.5.3 Larutan Baku Nitrit 24
4.2.5.4 Larutan kerja 24
4.2.5.5 Pembuatan Kurva Kalibrasi 24
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 25
5.1 Preparasi Abu Dasar *(Bottom Ash)* 25
5.2 Karakterisasi adsorben menggunakan FTIR 27
5.3 Adsorpsi Nitrit (NO2) dengan Menggunakan Abu Dasar Varisi Aktivator 28
5.4 Adsropsi Nitrit (NO_2) dengan Menggunakan Abu Dasar Variasi Massa Adsorben 29
5.5 Adsropsi Nitrit (NO_2) dengan Menggunakan Abu Dasar Variasi Waktu Adsorben 32
BAB VI KESIMPULAN 38
DAFTAR PUSTAKA 39
LAMPIRAN 43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Analisis Komposisi Abu Dasar 7
Tabel 2. Massa Adsorben vs % Adsorpsi TA : AA : dan AB 30
Tabel 3. Persentase Adsorpsi TA: AA: dan AB 33
Tabel 4. Kinetika Adsorpsi NO_2 36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi Fisisorpsi dan Kemisorpsi 11
Gambar 2. Struktur Nitrit 16
Gambar 3. Skema Alat FTIR 17
Gambar 4. Instrumen UV-Vis 20
Gambar 5. Aktivasi Abu Dasar 25
Gambar 6. Reaksi NaOH dengan SiO_4 26
Gambar 7. Hasil Karakterisasi Tanpa Aktivasi (TA),
Aktivasi HCI (AA), dan Aktivasi NaOH (AB) 29
Gambar 8. Grafik Kapasitas Adsorpsi vs Massa Adsorben
(a)TA (b)AA (c)AB 30
Gambar 9. Adsorpsi Variasi Waktu Kontak (a)TA (b)AA (c)AB 33
Gambar 10. Grafik Kinetika Adsorpsi NO_2 dengan menggunakan
TA (a) Pseudo Orde 1, (b) Preudo Orde 2, AA, (c)
Pseudo Orde 1, (d) Pseudo Orde 2), dan AB (e)
Pseudo Orde 1 (f) Pseudo Orde 2 35

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia dengan sumber daya air yang cukup besar, baik air permukaan, air tanah maupun air sumur rentan terhadap adanya pencemaran. Pada umumnya kualitas air dapat dilihat dan diamati dari kandungan oksigen perlarutnya, kebutuhan oksigen,warna, dan kebutuhan kimia oksigen. Berdasarkan parameter yang ada kualitas air yang baik adalah air yang mengandung cukup oksigen (Aswadi, 2006). Pada kenyataanya ada beberapa kandungan senyawa yang sangat mempengaruhi kualitas dari air seperti nitrogen dalam air (Wohlfeil,dkk, 2002).

Senyawa nitrogen (nitrit, nitrat, dan ammonia) di perairan secara alami berasal dari dalam tanah yang berada di perairan dan proses dekomposisi bahan-bahan organik oleh bakteri (Indriyani,dkk., 2015). Salah satu senyawa nitrogen yang banyak terkandung didalam perairan adalah senyawa nitrit.. Sumber nitrit bisa berasal dari aktivitas manusia atau dapat terbentuk secara alami. Sumber alami dari nitrit yaitu berasal dari siklus nitrogen sedangkan sumber aktivitas dari manusia seperti penggunaan pupuk nitrogen, limbah rumah tangga, limbah manusia. Pembentukan nitrit dan nitrat pada siklus nitrogen terjadi melalui proses fiksasi nitrogen oleh bakteri Rhizobium, nitrifikasi, dan dinitrifikasi.

Batas maksimum konsentrasi nitrit di dalam air adalah 3 mg/L yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010. Sedangkan berdasarkan *Food and drag administration* (FDA) dan *Enviromental protection Agency* (EPA) batas maksimum konsentrasi nitrit 1 mg/L (Thabano dkk.,2004). Banyak metode yang sering digunakan untuk mengatasi pencemaran air seperti metode filtrasi, aerasi, adsorpsi, dan flokuasi.

Dalam metode adsorpsi yang mempunyai peranan keberhasilan adsorpsi adalah bahan adsorbennya. Perkembangan bahan adsorben semakin dikembangkan salah satu bahan yang digunakan sebagai adsorben adalah abu

dasar. Abu dasar ini memiliki kandungan utama didalamnya yaitu silika, karbon, iron, alumina, magnesium dan SO_3 (Dincer,dkk., 2007). Abu dasar secara umum dapat mencemari lingkungan dan perlu dilakukan pengolahan, sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Salah satu bentuk pengolahannya yaitu mengubahnya menjadi bahan adsorben. Proses pembuatan adsorben berbahan dasar abu dasar dapat dilakukan dengan metode aktivasi naik secara fisika maupun kimia. Metode aktivasi dalam pembuatan adsorben bertujuan untuk meningkatkan kemampuan daya adsorpi bahan adsorben tersebut. Dalam penelitian ini metode aktivasi yang digunakan yaitu metode aktivasi kimia menggunakan pelarut asam dan basa.

Dengan proses aktivasi secara kimia menggunakan HCl dimaksudkan untuk menghilangkan zat pengotor yang ada pada abu dasar dengan ion H^+ yang masuk ke struktur abu dasar maka semakin besar jumlah zat pengotor dalam abu daar yang tergantikan dengan ion H^+ sehingga abu dasar akan mempunyai gugus aktif yang mudah melepaskan proton yaitu gugus asam Brownsted (Poerwadi, dkk, 1995). Pada penelitian yang dilakukan oleh Irani (2009) yang telah memodifikasi permukaan abu dasar dengan penambahan NaOH, semakin meningkatnya variasi konsentrasi NaOH maka akan membentuk ikatan yang lebih padat meskipun ikatan yang dihasikan kurang kuat.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kemampuan adsorben abu dasar untuk mengurangi penurunan konsentrasi nitrit pada larutan dengan parameter massa adsorben dan waktu adsorben.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil pembuatan dan karakterisasi adsorben abu dasar *(bottom ash)* dengan menggunakan FTIR (Fourier-transform Infrared Spectroscopy) .
2. Bagaimana pengaruh massa dan waktu kontak abu dasar *(bottom ash)* teraktivasi terhadap penurunan kadar nitrit dalam larutan.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah dia atas maka tujuan dari penelitian sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil karakterisasi dari adsorben abu dasar *(bottom ash)* dengan menggunakan FTIR (Fourier-transform Infrared Spectroscopy).
2. Mengetahui pengaruh massa dan waktu kontak abu dasar *(bottom ash)* teraktivasi terhadap penurunan kadar nitrit dalam larutan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari hasil penelitian adalah sebagai beriku:

1. Menambah alternatif metode pengolahan air kolam yang lebih ekonomis.
2. Mengurangi dampak negative yang ditimbulkan akibat pembuangan pembakaran abu dasar (*bottom ash*) di lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Abu layang (*fly ash*) dihasilkan pada pembakaran batubara dalam Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berupa partiker abu terbang yang terbawa oleh gas buang sedangkan abu dasar akan tertinggal dan dikeluarkan dibawah tungku atau disebut abu dasar (*bottom ash*). Di Indonesia produksi limbah batubara dari tahun ketahun semakin meningkat dengan penggunaan batubara yang semakin banyak. Pada tahun 2009 produksi abu layang sudah mencapai 2,78 juta ton (Aziz., 2006).

Abu dasar berpartikel halus yang bersifat pozzolan, dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar. Dengan media air membentuk senyawa yang berfungsi sebagai pengikat (Sukandarrumidi,2006). Hasil penelitian-penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa abu dasar memiliki kapasitas adsorpsi yang baik untuk menyerap zat organik dan ion logam. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Sunarti (2008) yang menyatakan bahwa komponen primer abu dasar (*bottom ash*) adalah sulfan (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), sedangkan komponen sekunder berupa besi (III) oksida (Fe_2O_3), kalsium oksida (CaO), magnesium oksida (MgO), natrium oksida (NaO) dan kalium oksida (K_2O). Dari data tersebut dapat diketahui bahwa abu dasar batubara berpotensi digunakan sebagai adsorben.

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk mengurangi kadar nitrit yang berada dalam air, yaitu seperti secara teoritis bisa menggunakan proses presipitasi, klorinasi dengan aerasi dan dengan lumpur aktif dengan aerasi. Metode adsorpsi menggunakan karbon aktif, dan secara biologis dapat digunakan untuk menanggulangi nitrit dalam perairan namun memiliki biaya dan stabilitas tinggi sehingga diperlukan metode adsorpsi yang lain. Diantara metode yang telah berkembang ini metode adosrpsi semakin ramai diperbincangkan dan diperdalam dikarenakan prosesnya yang sederhana, relative lebih murah,dan efektif menurunkan pencemaran air (Baneerje dan Dong-Hwang,2007).

Penggunaan *fly ash* telah banyak dilakukan beberapa penelitian. Afrianita dkk (2012) telah melakukan penelitian penentuan kondisi optimum *fly ash* sebagai adsorben dalam menyisihkan logam berat timbal (Pb^{2+}). Hasil penelitian diperoleh kondisi umum untuk setiap variasi parameter adalah diameter adsorben 0,075-14 mm, berat adsorben 1 gr dengan pH 4, waktu kontak 60 menit dan kecepatan pengadukan 120 rpm. Semakin kecil adsorben maka semakin luas permukaan aktif adsorben.

Selain itu, Mufrodi dkk (2010) telah meneliti modifikasi limbah abu layang (*fly ash)* sebagai material baru adsorben. Hasil penelitian diperoleh sampel abu dapat dikelompokkan menjadi zeolit seperti materi (ZLM). Luas permukaan hasil analisis spesifik bersifat fisikokimia menunjukkan peningkatan 4,975 m^2/gr menjadi 45,716 m^2/gr diikuti dengan pembentukan pori-pori dalam kisaran mesopori.

Berbagai jenis zeolit telah berhasil disintesis dari (*fly ash*) batubara, diantaranya Zhang dkk, (2007) telah meneliti sintesis abu layang (*fly ash*) dengan dekomposisi menggunakan larutan H_2SO_4 pada macam-macam konsentrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ZLM yang terbentuk dapat digunakan untuk material adsorben senyawa ammonium dan fosfat dari air buangan.

Pengaruh aktivasi pada beberapa adsorben, antara lain: hasil penelitian Rainudy (2012) tentang aktivasi batubara jenis ini dengan KOH. Penelitian ini menghasilkan luas permukaan sebesar 3000 m^2/g. Hal tersebut menunjukkan bahwa batubara yang telah diaktivasi dengan basa kuat (KOH), menghasilkan luas permukaan yang sangat besar, sehingga akan mempengaruhi daya serap dari batubara tersebut. Pada penelitian ini digunakan zat kimia *potassium hydroxide* (KOH) sebagai aktivatornya. KOH merupakan salah satu basa kuat yang mampu menghasilkan karbon dengan luas permukaan pori-pori tinggi (Sevilla dkk, 2010).

Penggunaan abu dasar (*bottom ash*) telah banyak dilakukan dalam penelitian (Kuntari,. dkk, 2017) menyatakan bahwa diwaktu interaksi, berat adsorben dan pH media optimum adsorpsi zat warna *acid red* 114 menggunakan abu dasar itu terjadi ketika waktu interaksi 80 menit, berat abu dasar sebesar 2 gram, dan pH larutan 1,5. Menurut (Azizah dan Sri., 2019) menyatakan bahwa

adsorben abu dasar (*bottom ash*) yang diaktivasi mempunyai efektifitas yang lebih baik dibandingkan dengan adsorben abu dasar (*bottom ash*) yang belum diaktivasi. Serta efektifitas adsorpsi Fe yang diperoleh pada konsentrasi 3 M dan waktu 5 jam, yakni 97,20%.

Hasil sintesis abu layang menjadi material mirip zeolit telah berhasil dilakukan, hal ini dapat dilihat dari adanya peningkatan sifat fisiko kimiawi mineral abu layang. Hasil karakteristik abu layang pada uji coba terlihat mempunyai kemampuan adsorpsi dalam mengurangi konsentrasi zat warna tekstil. Karakteristik abu layang yang digunakan untuk penjerapan zat warna rhodamine-B dan methylen blue dapat dilakukan dengan baik (Sutrisno., dkk. 2014)

Penelitian dari Vijender, dkk (2012) dari New Delhi,dimana efisiensi penggunaan fly ash dari industri thermal power plant sebagai adsorben dalam menyisihkan COD mencapai 87,89 % untuk sumber limbah domestik.

BAB III
DASAR TEORI

3.1 Abu Dasar Batubara

Secara kimia, abu batubara dari tempat yang berbeda mempunyai komposisi yang berbeda juga. Hal ini berkaitan dengan asal batubara yang digunakan dan bergantung pada proses pembakaran batubara tersebut di dalam tungku pembakaran yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga batubara (Wahyuni, 2010). Pada umumnya abu dasar terdiri atas beberapa bahan anorganik yaitu silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO) (Kurama dan Kaya, 2007).

Tabel 1. Hasil Analisis Komposisi Abu Dasar Batubara

Komponen	Komponen (% berat)	Komponen	Komponen (% berat)
Al	18,8	Fe	5,9
Si	46,7	Ni	0,23
S	0,59	Cu	0,14
K	1,2	Zn	0,22
Ca	17,8	Mg	4,0

Berdasarkan hasil analisa menggunakan *X-Ray Flourescence* (XRF) tersebut, abu dasar memiliki kandungan Si dan Al dalam bentuk oksidanya yang cukup tinggi yaitu 18,8 % dan 46,7 %. Kandungan Si dan Al membuat abu dasar dapat dijadikan sebagai bahan dalam pembuatan zeolit. Nilai kandungan Si dan Al tersebut digunakan dalam menentukan rasio Si/Al (Randy dan Nurul., 2017).

Abu dasar (*bottom ash*) juga memiliki kandungan karbon cukup tinggi. Kandungan karbon yang cukup tinggi tersebut disebabkan oleh proses pembakaran batubara yang belum cukup sempurna sehingga masih tersisa batubara yang belum terbakar. Saat ini abu dasar masih kurang dimanfaatkan. Abu dasar biasanya hanya digunakan sebagai material urugan tanah karena abu dasar memiliki heterogenitas yang tinggi (Álvarez-ayuso dkk., 2007). Berbeda

dengan abu layang (*fly ash*), pemanfaatan abu dasar sebagai material bangunan sampai saat ini masih rendah, hal tersebut disebabkan kandungan karbon tak terbakar yang relatif tinggi, dimana kandungan sisa karbon lebih dari 6% massa sehingga tidak cocok sebagai material dasar semen. Namun dengan kandungan karbon yang tinggi abu dasar dapat dimanfaatkan sebagai adsorben zat warna berbahaya (Sun dan Gupta., 2007).

3.2 Aktivasi Abu Dasar

Aktivasi abu dasar dapat dilakukan dengan menambahkan senyawa yang mampu menghasilkan suatu ikatan polimer kuat. Berbagai upaya untuk mengaktifkan abu layang telat banyak dilakukan oleh berberapa penelitian. Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Davidovits (1994) mengusulkan bahwa larutan alkali yang dapat bereaksi dengan Si dan Al dalam sumber material geologi alam atau menjadi produk samping. Davidson (2004) merumuskan reaksi aktivasi yang sebagian besar tersusun dari oksida silika dan alumina dengan menggunakan NaOH atau KOH.

Pada umumnya karbon aktif selalu diaktivasi menggunakan 2 cara, yaitu dengan aktivasi kimia dengan hidroksida logam alkali, garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya $ZnCl_2$, asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4 (Kim, dkk., 1996). Aktivasi fisika yang merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas pada suhu 800 C hingga 900 C. Faktor-faktor yang berpengaruh dengan proses aktivasi adalah waktu aktivasi, suhu aktivasi, ukuran partikel, rasio aktivator, dan jenis aktivator yang berpengaruh terhadaap daya serap arang (Tawalbeh., 2005).

Aktivator mampu meningkatkan kemampuan daya serap adsorben dilihat melalui mekanisme berikut ini.

1. Aktivator menembus pori-pori diantara pelat-pelat kristalin karbon pada karbon aktif yang berbentuk heksagonal dan menyebar ke dalam pori-pori atau celah tersebut sehingga terjadi pengikisan pada permukaan kristal karbon.

2. Selanjutnya menurut teori interkalasi, struktur dari suatu komposisi senyawa akan mengalami modifikasi jika disisipi ion atau atom lain ke dalam struktur tersebut. Pada saat proses aktivasi ini, ion atau atom yang disisipkan adalah aktivator.
3. Aktivasi dapat dilakukan secara kimia maupun fisika. Aktivasi fisika menggunakan gas inert seperti uap air, CO_2, N_2. Sedangkan untuk aktivasi secara kimia menggunakan bahan kimia sebagai aktivator guna meningkatkan luas permukaan adsorben tersebut dengan cara mengusir senyawa non karbon dari pori-pori tersebut (Serrano,dkk, 1996).

3.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses pengumpulan substansi dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap dimana suatu ikatan kimia atau fisika dengan substansi penyerap. Adsorpsi terjadi karena molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair yang memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang yang cenderung tertarik kearah dalam karena gaya kohesinya adsorben lebih besar dibandingkan dengan gaya adhesinya. Kesetimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat yang digunakan sebagai adsorben cenderung akan menarik zat yang bersentuhan dengan permukaan (Albert, 1990).

Adsorpsi intermal adalah proses adsorpsi yang terjadi pada suhu konstan. Sifat khas adsorben mempengaruhi jumlah atau banyaknya zat teradsorpsi. Banyaknya molekul yang teradsorpsi merupakan fungsi tekanan jika adsorbatnya berupa gas, dan merupakan fungsi konsentrasi dan temperature jika adsorbatnya berupa larutan (Alberty, 1990).

Adsorpsi pada umumnya dapat diklarifikasikan dua jenis yaitu adsorpsi secara fisika dan adsopbsi secara kimia.

3.3.1 Adsorpsi Fisika (Fisisorpsi)

Adsorpsi fisika terjadi apabila gaya tarik menarik yang relative lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben, gaya tersebut disebut gaya Van der Waals akibatnya adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permuaan lain pada adsorben.

Adsorpsi fisika ini terjadi cepat dan dapat reversibel, karena energi yang diperlukan relative rendah yaitu kurang dari 1 kkal/g.mol sehingga gaya yang terjadi pada adsorpsi fisika relatif rendah (Wahyuni,2010).

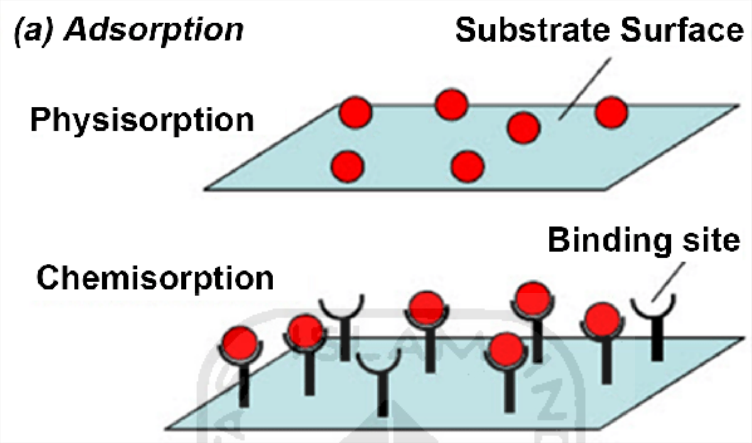
Menurut Eckenfelder (1981) interaksi fisika yang terjadi antara melokul-molekul adsorbat dengan permukaan adsorben antara lain :

1. Gaya fisik (gaya Van der Waals), dihasilkan akibat adanya interaksi dipol-dipol pada jarak pendek.
2. Gaya elektrostatik, terjadi akibat adanya tarik-menarik elektrostatik antara ion-ion yang disebabkan oleh muatan elektrik permukaan.
3. Reaksi koordinasi, terjadi apabila suatu ligan menyumbangkan pasangan elektron pada logam lain sehingga terbenuk senyawa kompleks melalui ikatan koordinasi.
4. Ikatan hidrogen, terjadi karena adanya interaksi dipol-dipol antara atom hidrogen dengan atom yang bersifat elektronegatifan kuat seperti N, O, dan F.

3.3.2 Adsorpsi Kimia (Kemisorpsi)

Adorspsi kimia terjadi karena adanya reaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben dan terbentuk ikatan kimia. Ikatan kimia tersebut antara lain ikatan hidrogen, kovalen, dan ionik. Gaya ikat adsorpsi kimia bergantung pada zat-zat yang bereaksi. Akibat ikatan kimia tersebut maka permukaan adsorben yang tertutupi oleh molekul-molekul adsorbat hanya selapis (*monolayer*), sehingga molekul yang lain tidak dapat teradsopsi lagi walupun tekanan atau konsentrasi larutan ditingkatkan (Alberty, 1990).

Berbeda dengan adsorpsi fisika, adsorpsi kimia bersifat tidak *reversible*. Umumnya terjadi pada termperatur yang tinggi di atas temperature kritis adsorbat, sehingga panas adsorpsi yang dilepaskan juga tinggi, yaitu lebih besar dari 20,92 kJ.mol^{-1}.



Gambar 1. Ilustrasi Fisisorpsi dan Kemisorpsi

Sumber: Kennedy,dkk. (2018)

3.3.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah sebagai berikut (Syauqiah dkk, 2011):

1. Luas permukaan

   Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak pula zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben.

2. Jenis adsorbat

   Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi molekul yang mempunyai polarisabilitas yang tinggi (polar) memiliki kemampuan tarik menarik terhadap molekul lain dibandingkan dengan molekul yangtidak dapat membentuk dipol (non polar). Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan

adsorpsi. Adsorbat dengan rantai yang bercabang biasanya lebih mudah diadsorpsi dibandingkan dengan rantai yang lurus.

3. Struktur molekul adsorbat

   Adanya gugus hidroksil dan amino dapat mengakibatkan pengurangan terhadap kemampuan penyisihan sedangkan Nitrogen dapat meningkatkan kemampuan penyisihan.

4. Konsentrasi adsorbat

   Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak pula jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.

5. Temperatur

   Pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat yang menyebabkan pori-pori pada adsorben lebih terbuka, adapun pemanasan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan rusaknya adsorben sehingga menurunkan kemampuan adsorpsinya.

6. pH

   pH larutan mempengaruhi terhadap kelarutan dari ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalan proses adsorpsi.

7. Kecepatan pengadukan

   Menentukan kecepatan waktu kontak adsorben dan adsorbet. Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi akan berlangsung secara lebih lambat pula, akan tetapi jika pengadukan dilakukan terlalu cepat maka akan memungkinkan terjadinya kerusakan terhadap struktur dari adsorben yang digunakan, sehingga membuatnya menjadi lebih cepat rusak dan mengakibatkan proses adsorpsi menjadi kurang optimal.

8. Waktu kontak

   Penentuan waktu kontak yang meghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum yang terjadi pada waktu kesetimbangan.

9. Waktu kesetimbangan

   Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

   1. Tipe biomassa (jumlah dan jenis ruang pengikatan)

2. Ukuran fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif)
3. Ion yang terlibat dalam sistem biosorpsi
4. Konsentrasi ion logam

10. Porositas adsorben

Porositas adsorben juga mempengaruhi terhadap daya adsorpsi dari suatu adsorben. Adsorben dengan porositas yang besar mempunyai kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben yang memiliki porositas yang lebih kecil. Untuk dapat meningkatkan porositas adsorben dapat dilakukan dengan mengaktivasi adsorben tersebut baik menggunakan metode secara fisika seperti dialirkan dengan uap air panas ke dalam pori-pori adsorben ataupun juga dapat mengaktivasinya dengan menggunakan metode secara kimia.

3.4 Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida (Saragih, 2008). Kebanyakan adsorben adalah bahan- bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding pori- pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel itu. Oleh karena pori-pori biasanya sangat kecil maka luas permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar daripada permukaan luar dan bisa mencapai 2000 m/g. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainnya (Saragih, 2008).

3.4.1 Klasifikasi Berdasarkan Jenis Pembuat Adsorben

a. Adsorben Karbon

Adsorben karbon seperti karbon aktif, kokas aktif, karbon molekul sieva adalah bahan padat berpori tinggi dimana sifat permukaan menyebabkan terakumulasinya bahan organik dan non polar. Adsorben karbon diproduksi dari bahan organik seperti kayu, kokas petroleum, gambut, batu bara, cangkang kelapa sawit, antrasit, inti plum, cangkang

kelapa, sekam padi, lignin, serbuk gergaji, benih sekam, tulang, dan lain-lain. Karbon aktif merupakan jenis adsorben yang paling terkenal dan banyak digunakan dalam pengolahan air limbah. Proses pembuatan karbon aktif terdiri dari dehidrasi, karbonisasi bahan baku dan aktivasi. Proses karbonisasi mengubah bahan organik menjadi karbon primer dimana merupakan campuran abu, tar, karbon amorphous, dan kristal karbon. Selama karbonisasi, produk yang terdekomposisi/tar terdeposisi di pori-pori, kemudian dihilangkan pada proses aktivasi. Aktivasi terdiri dari dua proses, yaitu pemanasan yang menyebabkan dekomposisi produk (tar) yang amorphous dan perbesaran ukuran pori.

b. Silika gel

Silika gel bersifat inert, tidak beracun, polar dan bentuk amorphous stabil (<4000C) dari SiO_2. Silika gel adalah hasil reaksi dari sodium silikat dan asam asetat, kemudian mengalami proses aging, pickling, dan lain- lain. Adsorben silikat yang berhubungan oleh magnesium silikat, kalsium silikat, dan lain-lain. Silika gel umumnya digunakan sebagai adsorben untuk senyawa polar. Selain itu, juga dapat digunakan untuk menyerap ion-ion logam dengan prinsip pertukaran ion tapi kemampuannya untuk menyerap logam terbatas. Kemampuan adsorpsi dan sifat kimia silika gel sangat tergantung pada keberadaan struktur grup Si-OH pada permukaan.

c. Zeolit (Molecular Sieve)

Zeolit adalah kristal silikat yang terdiri dari oksida alkali atau logam alkali tanah (Na, K, Ca) dan dikarakterisasi dengan struktur pori dengandimensi masing-masing pada rentang ukuran molekul. Pemisahan molecular sieve berdasarkan pada ukuran molekul dan bentuk disebabkan ukuran pori yang kecil (< 1 nm) dan distribusi pori yang sempit. Beberapa spesimen zeolit berwarna putih, kebiruan, kemerahan, coklat karena hadirnya oksida besi atau logam lainnya. Struktur zeolit dapat dibedakan dalam tiga komponen yaitu rangka alumino silikat, ruang kosong saling

berhubungan yang berisi kation logam dan molekul air dalam fase occluded. Sifat kimia zeolit antara lain mengalami hidrasi pada suhu tinggi, sebagai penukar ion, dan mengadsorpsi gas dan uap.

d. Polimer

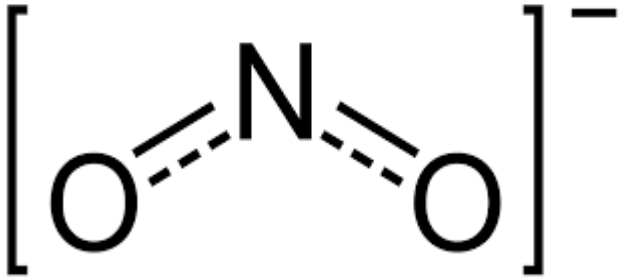
Beberapa adsorben polimer bersifat hidrofilik dan ada yang bersifat hidrofobik. Harga adsorben polimer sepuluh kali lebih mahal dibandingkan adsorben lainnya. Aplikasi adsorben ini merupakan proses recovery dan pemurnian antibiotik dan vitamin, penghilangan warna (decolorization), pemisahan bahan organik halogen dari air, perawatan limbah industri tertentu seperti larutan fenol dan recovery VOC dari off-gas. Contoh adsorben polimer adalah polistirenadivinil benzena, polimetakrilat, etilvinilbenzena, dan lain-lain.

e. Alumina Aktif

Alumina aktif diproduksi dari alumina yang terhidrasi ($Al_2O_3.nH_2O$) dimanan = 1 atau 3, dengan cara dehidrasi (kalsinasi) pada kondisi terkontrol untuk mendapatkan n = 0,5. Ketika alumina terhidrasi dipanaskan, grup hidroksil meninggalkan struktur bahan padat berpori dari alumina aktif. Bahan berwarna putih, transparan, dan berkapur. Alumina aktif digunakan untuk menghilangkan uap air dari gas, menghilangkan limbah logam berat seperti As (V), Cl-, F-, PO_4- dari air.

3.5 Nitrit

Nitrit dihasilkan oleh proses oksidasi yang sebagian berasal dari nitrogen yang teroksida. Nitrit tidak bertahan lama atau hanya bersifat sementara karena dapat berubah menjadi antara amoniak dan nitrit. Nitrit bersumber dari bahan-bahan yang bersifat korosif dan banyak digunakan dalam pabrik-pabrik (Ginting,2007). Nitrit sangat berbahaya untuk tubuh manusia terutama bagi bayi yang masih dibawah umur 3 bulan dikarenakan nitrit sangat mudah mengikat hemogblobin yang mengakibatkan bayi akan kekurangan oksigen.



Gambar 2. Struktur Nitrit

Nitrit merupakan senyawa yang tidak stabil dan dapat berinteraksi dengan senyawa lain didalam proses pencernaan sehingga membentuk nitrosamine. Nitrosamine merupakan zat yang beracun dan karsinogenik (meningkatkan resiko terjadinya kanker)(Hord dkk,2009).Nitrit sebaiknya dihindari karena dapat menghalagi kemampuan darah untuk menangkap oksigan (dalam bentuk hemoglobin).Nitrit akan mengubah haemoglobin menjadi methamoglobin (protein yang tidak dapat membawa oksigen) (Manalu,2011).

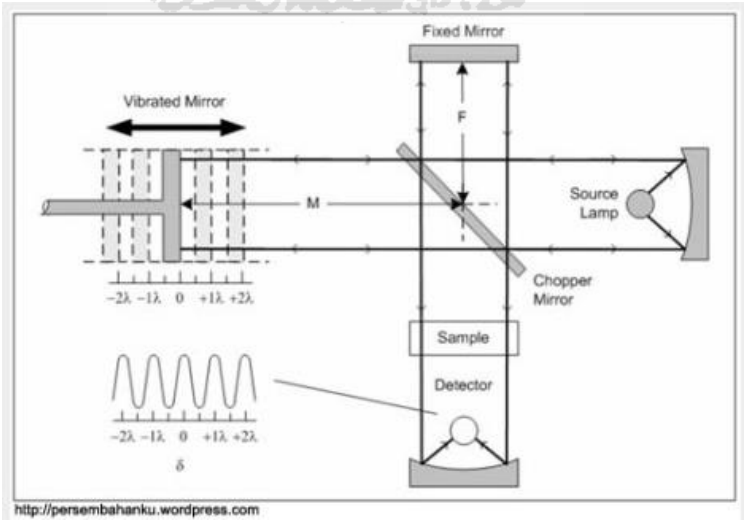
3.6 Spektrofotometri FTIR

Spektrofotometer FTIR merupakan suatu metode spektroskopi infrared. Spektroskopi infrared (IR) dapat mengidentifikasi kandungan gugus kompleks dalam senyawa tetapi tidak dapat menentukan molekular unsur penyusunnya. Pada spektroskopi IR, radiasi IR dilewatkan pada sampel. Sebagian dari radiasi IR diserap oleh sampel dan sebagian lainnya diteruskan. Jika frekuensi dari suatu vibrasi spesifik partikel sama dengan frekuensi radiasi IR yang langsung menuju molekul, molekul akan menyerap radiasi tersebut. Spektrum yang dihasilkan menggambarkan absorpsi dan transmisi molekular, membentuk sidik jari molekular suatu sampel. Karena bersifat sidik jari, tidak ada dua struktur molekuler unik yang menghasilkan spektrum IR yang sama (Kencana, 2009). Menurut Dachriyanus (2004), spektrofotometer inframerah pada umumnya digunakan untuk: 1) menentukan gugus fungsi suatu senyawa organik, dan 2) mengetahui

informasi struktur suatu senyawa organik dengan membandingkan daerah sidik jarinya.

Pada alat spektrofotometri IR, satuan bilangan gelombang merupakan satuan yang umum digunakan. Bilangan gelombang adalah jumlah gelombang per 1 cm, yang merupakan kebalikan dari panjang gelombang. Nilai bilangan gelombang berbanding terbalik terhadap frekuensi atau energinya. Bilangan gelombang dan panjang gelombang dapat dikonversi satu sama lain (Nugraha, dkk., 2008).

Spektrofotometer FTIR menggunakan sistem optik dengan laser yang berfungsi sebagai sumber radiasi yang kemudian diinterferensikan oleh radiasi inframerah agar sinyal radiasi yang diterima oleh detektor memiliki kualitas yang baik dan bersifat utuh (Giwangkara, 2006). Prinsip kerja spektrofotometer FTIR berupa *infrared* yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Selanjutnya beberapa *infrared* diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer (Thermo, 2001).



Gambar.3 Skema Alat FTIR

FTIR terdiri dari 5 bagian utama, yaitu (Griffiths, 1975):

1. Sumber sinar, terbuat dari filament nernst atau globar yang dipanaskan menggunakan listrik hingga temperatur 1000-1800°C. Pemijar globar merupakan batangan silikon karbida yang dipanasi hingga 1200^{o}C dan merupakan sumber radiasi yang sangat stabil . Pijar Nernst merupakan bidang cekung dari sirkonium dan yutrium oksida yang dipanasi hingga sekitar 1500^{o}C dengan arus listrik serta kurang stabil dibandingkan dengan pemijar globar dan memerlukan pendingin air.
2. Pencerminan, sistem utama FTIR adalah interferometer yang berfungsi sebagai kombinasi peralatan atau pengatur seluruh frekuensi inframerah yang dihasilkan oleh sumber cahaya. Interferometer terdiri dari 3 komponen yaitu lensa statik, lensa dinamis, dan *beamsplitter*.
3. Daerah cuplikan, dimana berkas acuan dan cuplikan masuk ke dalam daerah cuplikan dan masing-masing menembus sel acuan dan cuplikan secara bersesuaian.Detektor, berfungsi untuk mendeteksi sinar infra merah atau energi pancaran yang lewat akibat panas yang dihasilkan.
4. Detektor yang sering digunakan adalah termokopel, sel golay dan balometer. Ketiga detektor bekerja berdasarkan efek pemanasan yang ditimbulkan oleh sinar IR (Sudjadi, 1985).
5. Elektronik, detektor inframerah menghasilkan tegangan yang merespon interferogram yang masuk melalui sampel, tegangan ini akan membentuk analog sebelum spektrofotometer dapat mengirim interferogram ke sistem data, maka sinyal harus dikonversikan dari bentuk analog ke bentuk digital.

Analisis menggunakan spektrofotometer FTIR memiliki beberapa kelebihan utama dibandingkan dengan metode konvensional, yaitu:

a. Dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya secara simultan, sehingga analisis dapat dilakukan lebih cepat daripada menggunakancara*scanning.*
b. Sensitivitas spektrofotometer FTIR adalah 80-200 kali lebih tinggi dari instrumentasi dispersi standar karena resolusinya lebih tinggi (Razi,

2012).

Sensitifitas dari metoda spektrofotometri FTIR lebih besar daripada cara dispersi, sebab radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah (*slitless*) (Giwangkara, 2012).

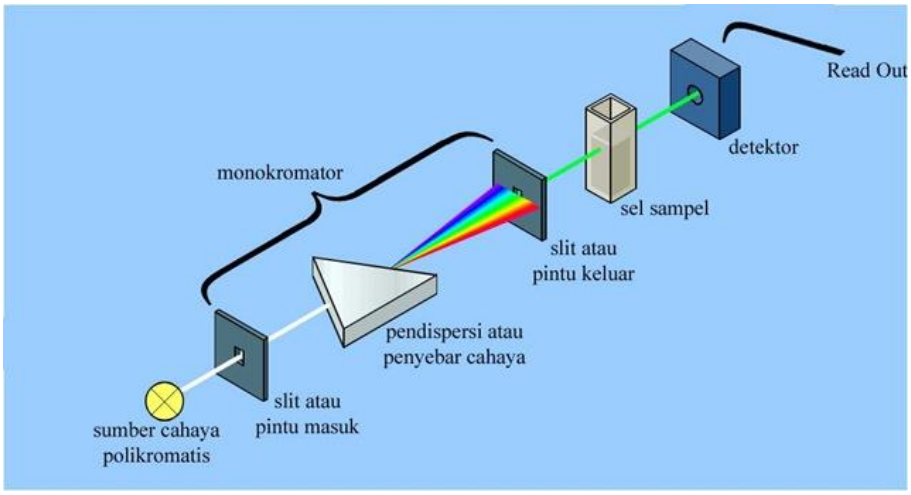
c. Pada spektrofotometer FTIR, mekanik optik lebih sederhana dengan sedikit komponen yang bergerak dibanding spektroskopi infra merah lainnya, dapat mengidentifikasi meterial yang belum diketahui, serta dapat menentukan kualitas dan jumlah komponen sebuah sampel (Hamdila, 2012)

3.7 Spektrofotometri Uv-Vis

Spektrofotometer adalah suatu alat untuk mengukur transmittan dan absorbansi sebagai fungsi panjang gelombang (λ). Spektroskopi dapat menentukan interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan materi sampel, dan juga mempelajari struktur atom dan molekul. Spektrofotometri digunakan untuk analisa kuantitatif yang didasarkan pembentukan larutan warna (Vis) atau senyawa yang mempunyai gugus kromofor (UV) (Hidayati, 2010).

Spektrofotometer UV-Vis merupakan suatu instrument yang digunakan untuk mengukur absorbansi (A) dan transmittan (T) pada sederetan sampel dengan suatu panjang gelombang tertentu. Absorbansi pada rentang visibel dapat mempengaruhi warna yang terlihat pada sampel (Berkheiser dan Mortland, 1977).

Metode dengan menggunakan spektofotometri harus mempertimbangkan beberapa aspek seperti, jumlah bahan yang akan digunakan, reaksi senyawa kompleks yang terbentuk, senyawa pereduksi, larutan buffer, kompleks yang terbentuk, larutan standart, dan pemilihan panjang gelombang.



Gambar 4. Instrumen UV-Vis

Menurut Khopkar (2003) Instrument Spektrofotometri Uv-Vis adalah:

a. Sumber Cahaya

Sumber yang biasa digunakan pada spektroskopi absorbsi adalah lampu wolfram. Pada daerah UV digunakan lampu hidrogen atau lampu deuterium. Kebaikan lampu wolfram adalah energi radiasi yang dibebaskan tidak bervariasi pada berbagai panjang gelombang.

b. Monokromator

Monokromator adalah alat yang akan memecah cahaya polikromatis menjadi cahaya tunggal (monokromatis) dengan komponen panjang gelombang tertentu. Monokromator berfungsi untuk mendapatkan radiasi monokromator dari sumber radiasi yang memancarkan radiasi polikromatis. Monokromator terdiri dari susunan: celah (slit) masuk – filter – prisma – kisi (grating) – celah (slit) keluar.

c. Wadah sampel (kuvet)

Kuvet merupakan wadah sampel yang akan dianalisis. Kuvet dari leburan silika (kuarsa) dipakai untuk analisis kualitatif dan kuantitatif pada daerah pengukuran 190 – 1100 nm, dan kuvet dari bahan gelas dipakai pada daerah pengukuran 380 – 1100 nm karena bahan dari gelas mengabsorbsi radiasi UV.

d. Detektor

Detektor akan menangkap sinar yang diteruskan oleh larutan. Sinar kemudian diubah menjadi sinyal listrik oleh amplifier dan dalam rekorder akan ditampilkan dalam bentuk angka-angka pada reader (komputer).

e. Visual Display/Recorder

Merupakan sistem baca yang memperagakan besarnya isyarat listrik, menyatakan dalam bentuk % transmitan maupun absorbansi.

BAB IV

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Penelitian Kimia, Laboratorium Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km.14,5, Sleman, Yogyakarta.

4.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beker, erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, pipet volume, pipet skala, pipet tetes, ball pipet, pengaduk, tabung reaksi, cawan porselen, ayakan ukuran 150 mesh, kertas saring whatman ukuran 42, oven, akuades. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pH meter, Spektrofotometer FTIR (Perkin Elmer) , Spektrofotometer UV-Vis *Double Beam* (Hitachi U 3900H). Bahan yang digunakan adalah Abu Dasar (*bottom ash*), NaOH (Merck), HCl p,a (Merck), NO_2 (Merck) Sulfanilamide (Merck), NED Dihidrocloride (Merck), dan Larutan FAS (Merck).

4.2 Prosedur Penelitian

4.2.1 Preparasi Abu Dasar

Abu dasar berasal dari Industri Tekstil daerah Magelang. Ditimbang 45 gram kemudian diayak dengan ukuran 150 mesh dan diambil 30 gram. Abu dasar yang sudah diayak kemudian dicuci menggunakan akuades dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110 ˚C selama 3 jam dan abu dasar yang sudah kering kemudian ditempatkan dalam desikator 24 jam.

4.2.2 Aktivasi Adsorben

Abu dasar hasil preparasi di timbang masing-masing 30 gram dan dimasukkan dalam gelas kimia dan ditambah dengan 100 mL NaOH dan 100 mL HCL dengan masing-masing konsentrasi 3M. Campurkan dan direndam selama 24 jam setelah itu dicuci dengan akuades sampai pH netral. Abu dasar yang sudah

dicuci kemudian dikeringkan dalam oven pada temperature 110 ˚C selama 3 jam. Dan disimpan selanjutnya untuk karakterisasi.

4.2.3 Karakterisasi Adsorben Abu Dasar

Karakterisasi abu dasar dilakukan dengan menggunakan instrumen Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared Specroscopy*) untuk mengetahui perbedaan gugus fungsional pada adsorben tanpa aktivasi, diaktivasi dengan HCl dan di aktivasi dengan NaOH.

4.2.4 Studi Adsorpsi

4.2.4.1 Kajian Pengaruh Aktivasi Adsorben

Ditimbang masing-masing 30 gram adsorben dimasukan kedalam larutan HCL dan NaOH pada konsentrasi 3,0 M selama 24 jam . Kemudian dicuci dengan akuades hingga pH netral. Setelah itu dioven kembali dengan suhu 110 ˚C selama 3 jam. Didiamkan hingga dingin kemudian di analisis dengan spektrofotometer FTIR.

4.2.4.2 Kajian Pengaruh Massa Adsorben

Ditimbang masing-masing 10, 20,dan 30 mg adsorben abu dasar dikontakkan dengan larutan nitrit 0,50 mg/L selama 30 menit agar terjadi proses adsorpsi. Selanjutnya larutan hasil uji dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

4.2.4.3 Kajian Pengaruh Waktu Kontak Adsorben

Pada penentuan pengaruh waktu kontak dilakukan menggunakan massa adsorben optimum yang sudah diketahui, selanjutnya adsorben dikontakan dengan larutan nitrit 0,5 mg/L dengan variasi waktu 5, 10, 20, 30, 50 dan 60 menit. Larutan hasil adsorpsi kemudian di analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

4.2.5 Analisis Kandungann Nitrit

4.2.5. 1 Larutan Induk Nitrit NO_2-N

Larutan yang dibuat dengan cara melarutkan 1,232 g $NaNO_2$ dalam air suling bebas nitrit atau aquades hingga 1000 mL. Larutan ini mempunyai kadar 250 mg/L NO_2-N.

4.2.5. 2 Pembuatan larutan intermedia nitrit, 50 mg/L NO_2-N

Larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas nitrit atau aquades dan mempunyai kadar nitrit 50 mg/L NO_2-N.

4.2.5.3 Larutan Baku Nitrit

Larutan intermediet yang diencerkan dengan air suling bebas nitrit dan mempunyai kadar nitrit 0,50 mg/L NO_2-N

4.2.5.4 Larutan kerja

a) Pipet 0,0 mL; 1,0 mL; 2,0 mL; 5,0 mL; 10,0 mL; 15,0 mL dan 20,0 mL larutan baku nitrit (0,5 mg/L) masing-masing ke dalam labu ukur 50 mL.
b) Tambahkan air suling sampai tepat tanda tera sehinga diperoleh kadar nitrit, NO_2 –N 0,00 mg/L; 0,01 mg/L; 0,02 mg/L; 0,05 mg/L; 0,10 mg/L; 0,15 mg/L dan 0,20 mg/L.

4.2.5.5 Pembuatan Kurva Kalibrasi

a) Dioptimalkan spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat.
b) Dimasukkan kedalam masing-masing 50 mL larutan kerja tambahkan 1 mL larutan sulfanilamide, kocok dan biarkan 2 menit sampai dengan 8 menit.
c) Ditambahkan 1 mL larutan NED dihidrochlorida, kocok dan biarkan selama 10 menit dan segera lakukan pengukuran absorbansi (pengukuran tidak boleh dilakukan lebih dari 2 jam).
d) Dibaca masing-masing absorbansinya pada panjang gelombang 543 nm.
e) Dibuat kurva kalibrasinya.

BAB V
HASIL dan PEMBAHASAN

5.1 Preparasi Abu Dasar (*Bottom Ash*) Batubara

Abu dasar (*bottom ash*) adalah sisa proses pembakaran batubara yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari pada abu terbang *(fly ash)*, sehingga *Bottom Ash* akan jatuh pada dasar tungku. Abu dasar ini dibuat karena ketersediakan bahan yang sangat banyak dikarenakan hampir setiap perusahaan menggunakan batubara dalam proses pembakarannya.

Komponen utama yang terkandung dalam abu dasar (%berat) adalah unsur aluminium (Al) dalam bentuk Al_2O_3 sekitar 18,8%, silika (Si) dalam bentuk SiO_2 sekitar 46,7%, kalsium (Ca) dalam bentuk CaO sekitar 17,8%, besi (Fe) dalam bentuk Fe_2O_3 sekitar 5,9%, dan magnesium (Mg) dalam bentuk MgO 4,0% dan sisanya K dan Na dalam bentuk K_2O dan Na_2O (Ramme dan Tharaniyil, 2013).

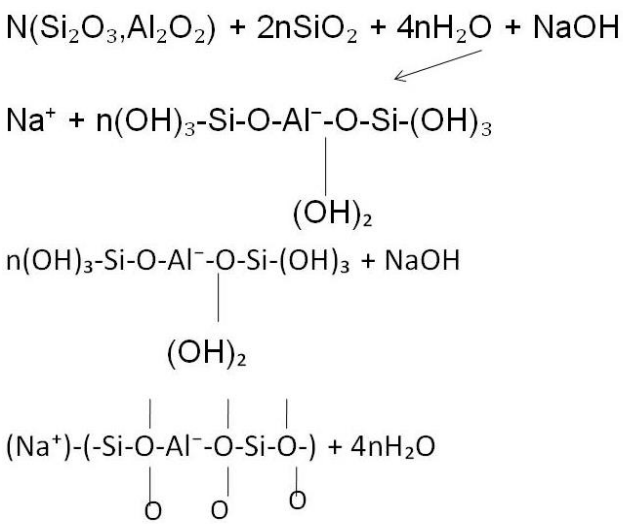
Abu dasar yang di ambil dari industri tekstil di daerah Magelang ditimbang sebanyak 30 mg kemudian diayak dengan ukuran 150 mesh dan di cuci dengan akuades. Ayakan berguna untuk menghilangkan kotoran yang terkandung dalam abu dasar. Abu dasar kemudian di oven pada suhu 110˚C selama waktu 3 jam. Pemanasan ini berfungsi untuk menghilangkan kadar air yang terdapat dalam abu dasar. Kemudian abu dasar yang telah kering di simpan dalam desikator 24 jam dan disimpan didalam wadah.



Gambar 5. Aktivasi Abu Dasar

Pada penelitian ini, dilakukan modifikasi abu dasar dengan cara mengaktivasi abu dasar dengan metode aktivasi kimia yaitu menggunakan larutan HCl dan NaOH. Proses aktivasi abu dasar dilakukan selama 24 jam yang selanjutnya dinetralkan dengan akuades dan dikeringkan pada suhu 110 ˚C selama 3 jam. Pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air pada abu dasar yang telah diaktivasi serta menguapkan sisa-sisa zat pengotor yang masih tersisa didalam abu dasar. Proses aktivasi ini bertujuan untuk membuka pori-pori abu dasar agar kemampuan abu dasar dalam mengadsorpsi ion logam berat meningkat. Menurut Sitti, (2014) larutan HCl yang bersifat asam kuat yang bertujuan untuk melarutkan pengotor sehingga pori-pori lebih banyak akan terbentuk dan proses penyerapan adsorbat menjadi maksimal. Larutan HCl juga bereaksi dengan senyawa dasar semacam kalsium karbonat dan tembaga (II) oksida, menghasilkan klorida terlarut yang dapat dianalisis. Sedangkan menurut Yan dan Goni (2003) larutan NaOH bersifat basa kuat dapat merusak lapisan luar abu dasar sehingga menyebabkan terjadinya perubahan persentase jumlah unsur atau senyawa yang terkandung dalam abu dasar. Dengan rusaknya lapisan luar abu dasar yang rapat ini maka gugus-gugus aktif yang ada didalamnya, seperti silica dan alumina, keluar ke permukaan abu dasar.

$$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_{2(s)} + 18\ HCl_{(l)} = 6\ AlCl_{3(aq)} + 2\ SiO_{2(s)} + 9H_2O_{(l)}$$

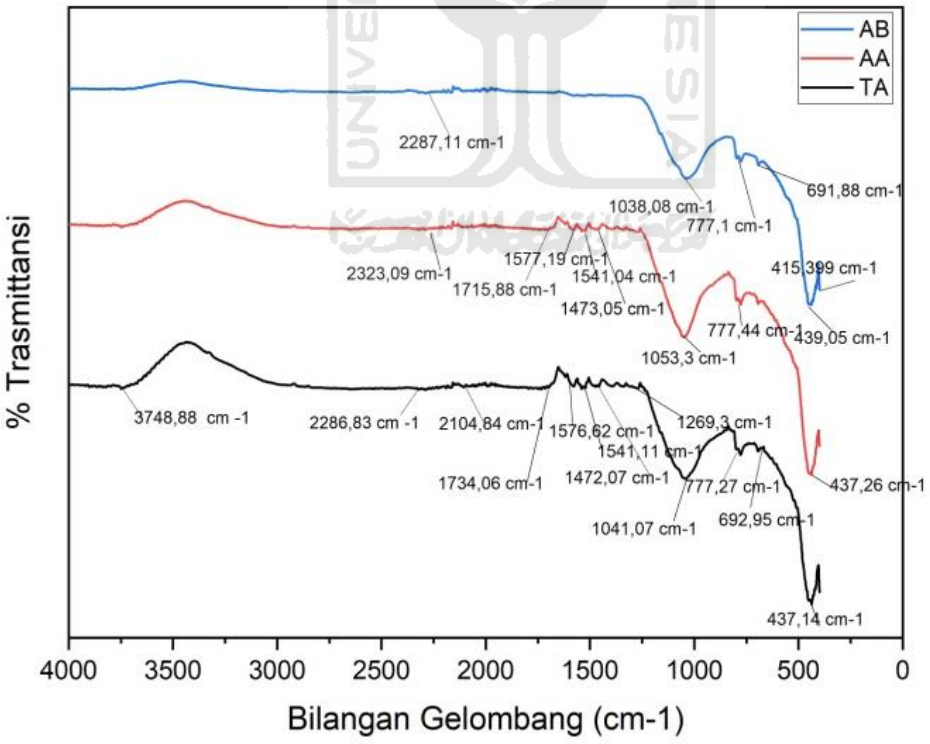


Gambar 6. Reaksi NaOH dengan SiO_4 dan AlO_4

Jaringan sialate terdiri dari SiO_4 dan AlO_4 tetrahedra yang dihubungkan dengan berbagi semua atom oksigen. Ion positif (Na^+) harus ada untuk menyeimbangkan muatan negatif Al dalam koordinasi 4 kali lipat. Rantai dan cincin dapat dibentuk dan dihubungkan bersama, selalu melalui jembatan sialate Si-O-Al. Polialat adalah polimer rantai dan cincin dengan Si_4^+ dan Al_3^+ dalam koordinasi 4 kali lipat dengan oksigen dan berkisar dari amorf hingga semi-kristal (Van Deventer,dkk., 2007).

5.2 Karakterisasi adsorben menggunakan FTIR

Karakterisasi abu dasar menggunakan spektrofotometer inframerah (IR) bertujuan mengetahui gugus-gugus fungsi dan jenis vibrasi. Spektra IR diperoleh dengan menggunakan diperoleh dengan menggunakan FTIR pada bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1}. Spektra inframerah dari abu dasar tercantum pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Karakterisasi Tanpa Aktivasi (TA), Aktivasi HCl (AA), dan Aktivasi NaOH (AB)

Berdasarkan hasil spectra IR pada abu dasar tanpa aktivasi (TA), di aktivasi dengan HCl (AA), dan diaktivasi dengan NaOH (AB) yaitu pada tanpa aktivasi (TA) bilangan gelombang 3748,88 cm^{-1} menunjukan vibrasi regangan gugus –OH .Pada serapan 1053,3 cm^{-1}; 1041,07 cm^{-1} ;dan 1038,08 cm^{-1} menunjukkan vibrasi renggangan asimetri gugus O-Al-O pada aktivasi HCl (AA), tanpa aktivasi (TA), dan aktivasi NaOH (AB). Pita serapan yang mempertegas keberadaan ikatan Si-O yang muncul pada bilangan 692,95 cm^{-1} dan 691,88 cm^{-1} yaitu pada tanpa aktivasi (TA) dan aktivasi dengan NaOH (AB),tetapi pada aktivasi dengan HCl (AA) tidak muncul dikarenakan intensitas serapannya sangat lemah sehingga tidak terbaca pada spektrum IR. Pita serapan pada bilangan gelombang 439,05 cm^{-1}; 437,26 cm^{-1} ;dan 437,14 cm-1^{-1} merupakan vibrasi bengkok dari Si-O-Si yaitu pada aktivasi dengan NaOH (AB) , aktivasi dengan HCl (AA) dan tanpa aktivasi (TA). Pada pita serapan 777,44 cm^{-1}; 777,27 cm^{-1}; dan 777,1 cm^{-1} adalah vibrasi tekuk Si-O yang tegak lurus pada HCl (AA), Tanpa Aktivasi (TA), dan NaOH (AB). Hasil spectra pada bilangan gelombang 2323,09 cm^{-1}; 2287,11 cm^{-1};dan 2286,83 cm^{-1} cenderung hilang atau intensitasnya sangat kecil.

5.3 Adsorpsi Nitrit (NO_2) dengan Menggunakan Abu Dasar Variasi Aktivator

Pada penelitian ini digunakan variasi aktivator yang bersifat asam dan basa. Kemampuan adsorpsi juga dipengaruhi oleh adanya gugus aktif dari karbon aktir.Aktivasi dengan activator tersebut akan memberikan pengaruh terhadap gugus aktif pada karbon aktif. Peningkatan gugus aktif terjadi dikarenakan adanya reaksi pertukaran ion, dimana gugus aktif dari aktivator yang menempel pada karbon aktif akan digantikan oleh gugus –OH pada pencucian dengan akuades . adanya gugus –OH ini dikarenakan permukaan karbon aktif bersifat hidrofilik sehingga molekul-molekl polar (senyawa organik) (Abdul, dkk. 2015).

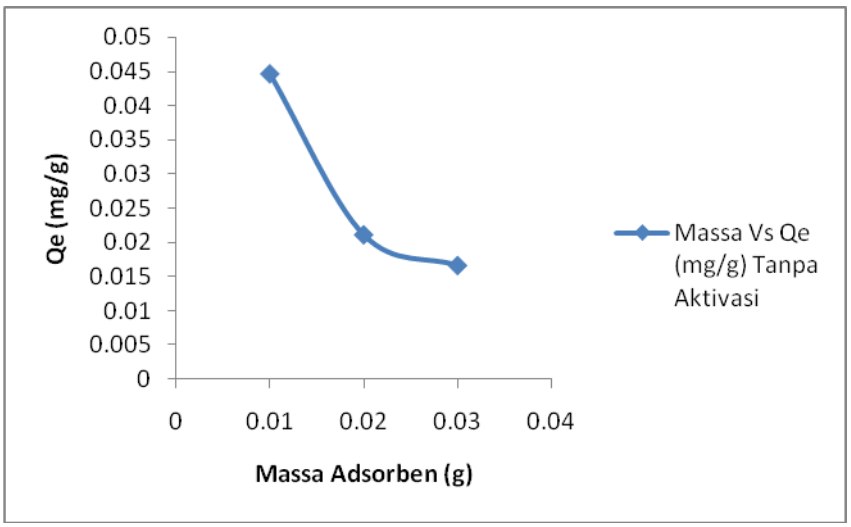
Pada aktivator asam digunakan asam klorida (HCl) karena senyawa ini memiliki stabilitas termal dan karakter kovalen yang tinggi sehingga diharapkan activator itu dapat meningkatkan daya serap dan memaksimalkan potensi karbon

aktif. Aktivator yang bersifat basa adalah natrium hidroksida (NaOH) karena activator itu merupakan basa kuat sehingga dapat menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbonnya.

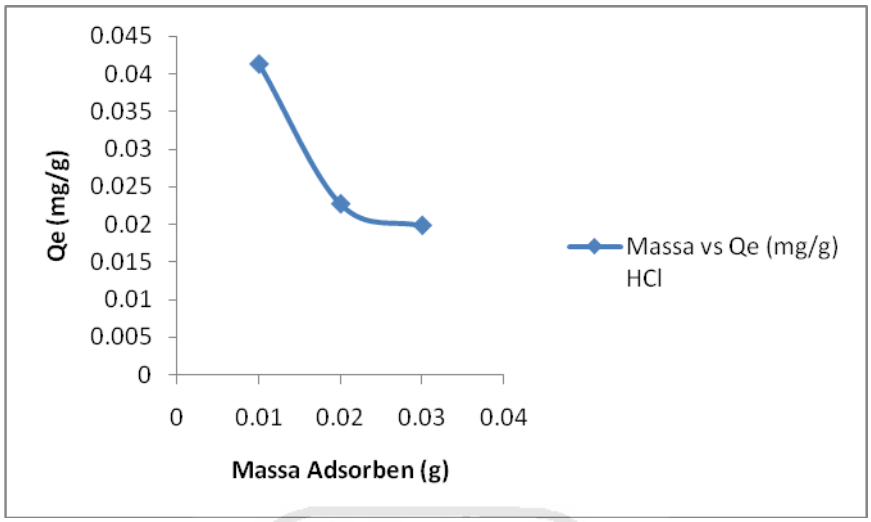
5.4 Adsorpsi Nitrit (NO_2) dengan Menggunakan Abu Dasar Variasi Massa Adsorben

Adsorpsi terhadap larutan nitrit (NO_2) dengan menggunakan adsorben abu dasar dilakukan dengan menggunakan 2 variasi yaitu massa adsorben dan waktu adsorben. Penggunakan 2 variasi ini dilakukan sebagai penentuan kondisi optimum pada proses adsorpsi (NO_2) dengan ini diperoleh massa adsorben optimum dan waktu adsorpsi optimum.

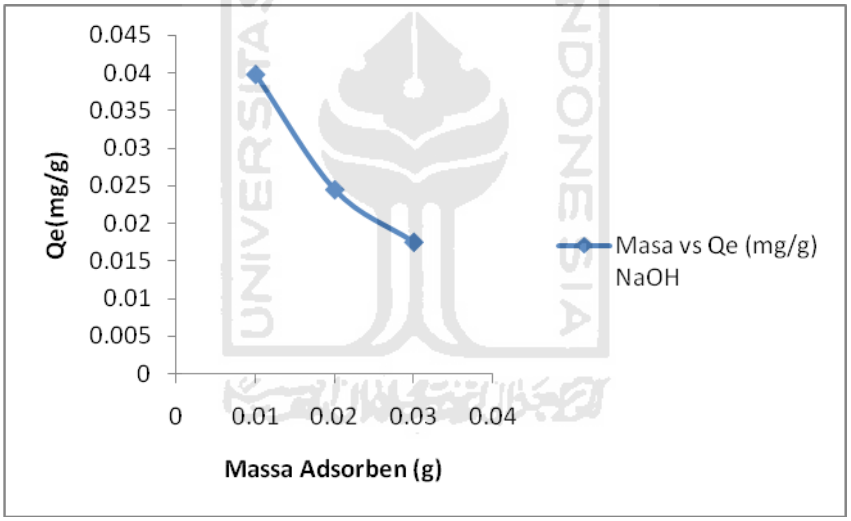
Pada variasi massa adsorben dilakukan dengan mengkontakkan abu dasar tanpa aktivasi (TA), aktivasi asam (AA), dan aktivasi basa (AB) dengan larutan nitrit (NO_2) pada massa 10, 20,dan 30 mg dengan konsentrasi nitrit (NO_2) yang digunakan adalah 0,5 ppm. Pada proses pengadsorpsiannya selama 30 menit, setelah itu disaring dan ditambahkan larutan sulfanilamide 1mL dan larutan NED dihidrokhlorida 1mL. Sampel direaksikan dengan larutan sulfanilamide yang diazotasikan dengan larutan N-(1-naftil) etilendiamina kedalam suasana asam akan membentuk warna ungu kemerahan. Penambahan reagen secara berurutan dan inkubasi yang benar pada suhu yang diketahui dapat menghasilkan reaksi yang optimal dan warna stabil (Nuradi dan Tri, 2019).



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Grafik Massa vs Qe (mg/g) (a) TA (b) AA (c) AB

Tabel 2. Massa Adsorben vs % Adsorpsi TA ; AA ; dan AB

Massa Adsorben (gram)	% adsorpsi tanpa aktivasi (TA)	% adsorpsi aktivasi HCl (AA)	% adsorpsi aktivasi NaOH (AB)
0.01	11.2008	10.3935	9.9899
0.02	10.5953	11.4026	12.3107

0.03	12.5126	14.9344	13.2189

Pada Gambar 8 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil adsorpsi variasi massa adsorben tanpa aktivasi (TA), aktivasi HCl (AA) ,dan aktivasi NaOH (AB). Variasi massa optimum adsorpsi dari sampel NO_2 yang digunakan dalam adsorben TA (a) adalah 10, 20, dan 30 mg dengan kapasitas adsorpsinya berturut-turut adalah 0.04455 mg/g, 0.021074 mg/g, dan 0.016591 mg/g. Serta berturut-turut %adsorpsinya adalah 11.2008%, 10.5053%, dan 12.5126%. Sehingga pada adsorpsi dengan menggunakan TA diperoleh massa adsorben optimum pada massa 30mg dengan nilai %adsorpsinya 12.5126%.

Variasi massa optimum adsorpsi dengan sampel NO_2 yang digunakan dalam adsorben AA (b) adalah 10, 20, dan 30 mg dengan kapasitas adsorpsinya berturut-turut adalah 0.0413 mg/g, 0,0226 mg/g, dan 0,0198 mg/g. Serta berturut-turut %adsorpsinya adalah 10.3935%, 11.4026%, dan 14.9344%. Sehingga pada adsorpsi dengan menggunakan AA diperoleh massa adsoben optimum pada massa 30mg dengan nilai %adsorpsinya 14.9344%.

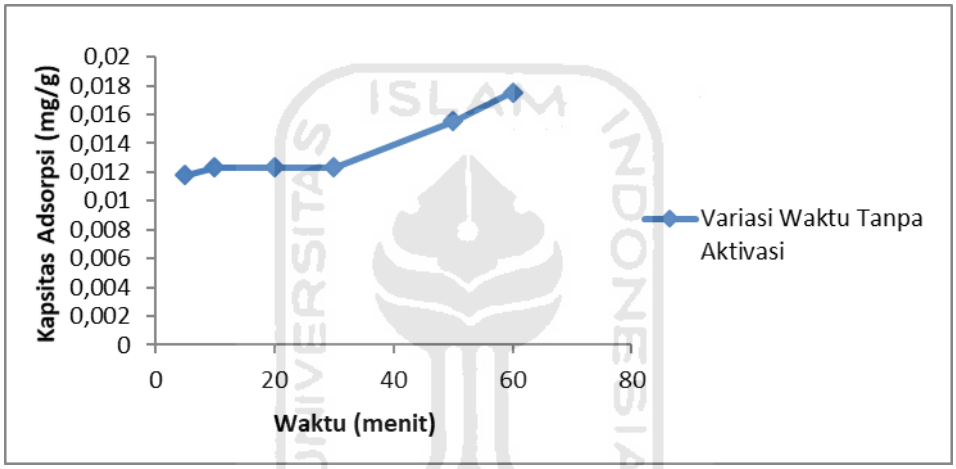
Variasi massa optimum adsospsi dengan sampel NO_2 yang digunakan dalam adsorben AB (c) adalah 10, 20, dan 30 mg dengan kapasitas adsorpsinya berturut-turut adalah 0.0397 mg/g, 0,0244 mg/g, dan 0.0175 mg/g. Serta bertutrut-turut %adsorpsinya adalah 9.9899 %, 12.3107%, dan 13.2189%. Sehingga pada adsorpsi dengan menggunakan AB diperoleh massa adsorben optimum pada massa 30mg dengan nilai %adsorpsinya 13.2189%.

Dari Tabel 2 didapatkan bahwa jumlah adsorben yang ditambahkan berpengaruh terhadap besar larutan NO_2 yang terserap. Semakin banyak massa adsorben yang ditambahkan semakin menambah luas permukaan adsorbennya. Massa adsorben yang ditambahkan menyebabkan permukaan adsorpsi semakin banyak. Semakin besar massa yang digunakan maka efisiensi penyerapan terhadap ion logam semakin besar (Nurhasni,dkk. 2014). Peningkatan massa maka berakibat adanya peningkatan presentase penyerapan terhadap larutan NO_2

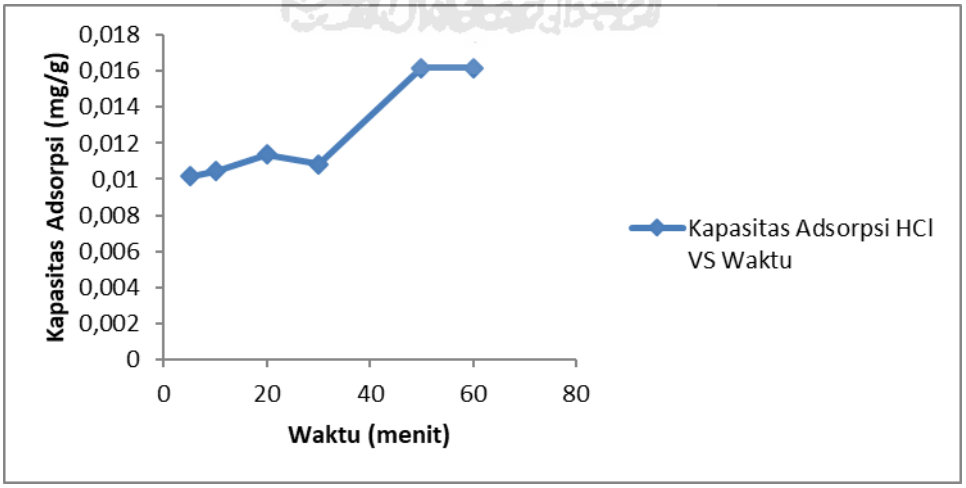
Sehingga bertambahnya massa adsorben sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben.

5.5 Adsropsi Nitrit (NO_2) dengan Menggunakan Abu Dasar Variasi Waktu Adsorben

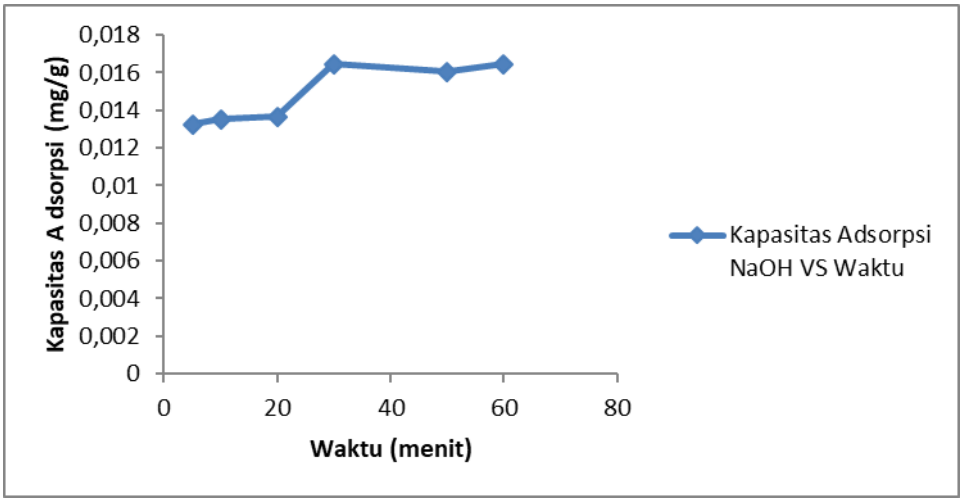
Waktu kontak optimum yaitu waktu kontak nitrit (NO_2) dengan abu dasar teraktivasi yang memberikan penyerapan nitrit terbesar oleh adsorben. Data pengaruh variasi waktu kontak terhadap larutan NO_2 yang teradsorpsi abu dasar terdapat pada Gambar 9 dan Tabel 3.



(a)



(b)



©

Gambar 9. Adsorpsi Variasi vs Waktu Kontak (a) TA (b) AA (c) AB

Tabel 3. Persentase Adsorpsi TA ; AA ; dan AB

Waktu (menit)	% Adsorpsi (TA)	% Adsorpsi (AA)	% Adsorpsi (AB)
5	20	20.8791	29.0322
10	20.909	21.5469	29.7935
20	20.909	23.9436	30.1775
30	20.909	22.5626	38.8012
50	26.3636	37.931	37.5
60	29.7727	37.931	38.8012

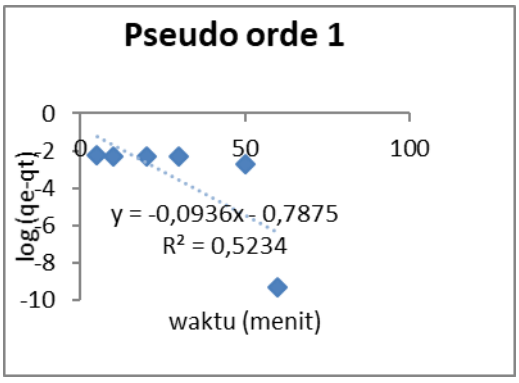
Hasil penelitian pada Gambar 9 dan Tabel 3 menunjukaan bahwa hasil adsorpsi variasi waktu kontak dengan abu dasar tanpa aktivasi (TA), aktivasi asam (AA), dan aktivasi basa (AB) dengan waktu kontak 5; 10; 20; 30; 50; dan 60 menit. Adsorpsi dengan menggunakan adsorpsi TA diperoleh nilai kapasitas adsorpsinya berturut-turut adalah 0.01177 ; 0.0123; 0.0123; 0.0123; 0.0155; dan 0.0175 mg/g dan %adsorpsinya berturut-turut 20; 20.909; 20.909; 20.909; 26.3636; dan 29.7727 %. Sehingga diperoleh waktu kontak optimum pada waktu kontak 60 menit dengan kapasitas adsorpsinya 0.0175 mg/g dan %adsorpsinya

sebesar 29.7727%. Hal ini menandakan kemampuan permukaan adsorben mampu menjerap adsorbat ke seluruh perrmukaan adsorben serta terjadinya kesetimbangan pada waktu kontak adsopsi 60 menit.

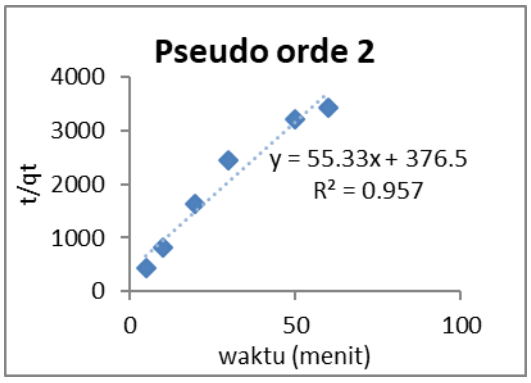
Adsorpsi dengan menggunakan AA dengan waktu adsorpsinya 5, 10, 20, 30, 50, dan 60 menit diperoleh nilai kapasitas adsorpsi berturut-turut adalah sebesar 0.0101; 0.0104; 0.0113; 0.0108; 0.01619; dan 0.01619 mg/g dan %adsorpsinya berturut-turut sebesar 20.8791; 21.5469; 23.9436; 22.5626; 37.9310; dan 37.9310%. Sehingga diperoleh waktu kontak optimum pada waktu 50 menit dengan kapasitas adsorpsinya 0.01619 mg/g dan %adsorpsinya sebesar 37.9310%. Hal ini menandakan kemampuan permukaan adsorben mampu menjerap adsorbat ke seluruh permukaan adsorban serta terjadinya kesetimbangan pada waktu kontak 50 menit.

Adsorpsi dengan menggunakan AB dangan waktu adsorpsinya 5, 10, 20, 30, 50,dan 60 menit diperoleh nilai kapasitas adsorpsi berturut-turut adalah sebesar 0.01324; 0.0135; 0.0136; 0.01645; 0.0160; dan 0.01645 mg/g dan %adsorpsinya berutrut-turut sebesar 29.0322; 29.7935; 30.1775; 38.8012; 37.5000; dan 38.8012%. Sehingga diperoleh waktu optimum pada waktu 30 menit kapasitas adsorpsinya 0.01645 mg/g dan %adsorpsinya sebesar 38.8012%.Hal ini menandakan bahwa kemampuan permukaan adsorben mampu menjerap adsorbat ke seluruh permukaan adsorben serta terjadinya kesetimbangan pada waktu kontak 30 menit.

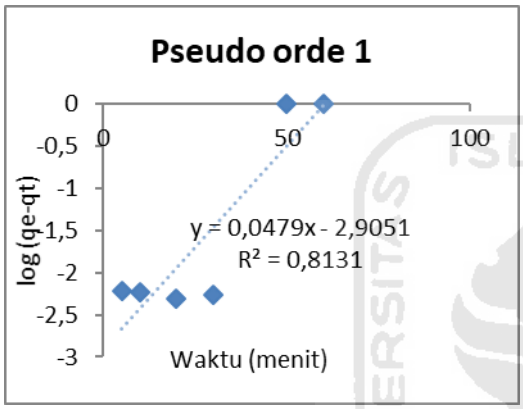
Kinetika adsorpsi ini digunakan untuk menjelaskan bagaimana proses adsorpsi itu berlangsung, dimana pada penelitian ini digunakan 2 model kenetika adsorpsi yaitu pseudo orde 1 dan pseudo orde 2. Model kinetika pseudo orde 1 dilakukan dengan memplotkan hubungan antara t dengan ln (qe-qt), sedangkan pseudo orde 2 dilakukan dengan memplotkan hubungan antara t dengan t/qt.


Pseudo orde 1
log (qe-qt)
y = -0,0936x - 0,7875
R² = 0,5234
waktu (menit)

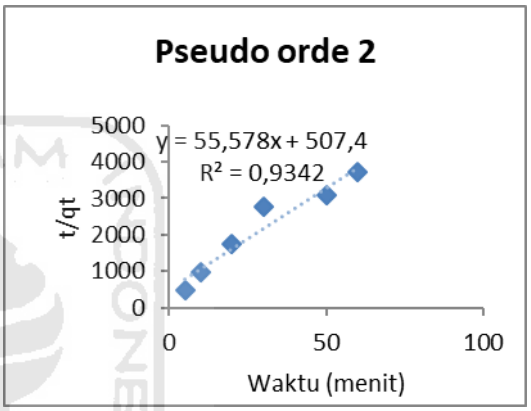
(a)


Pseudo orde 2
t/qt
y = 55.33x + 376.5
R² = 0.957
waktu (menit)

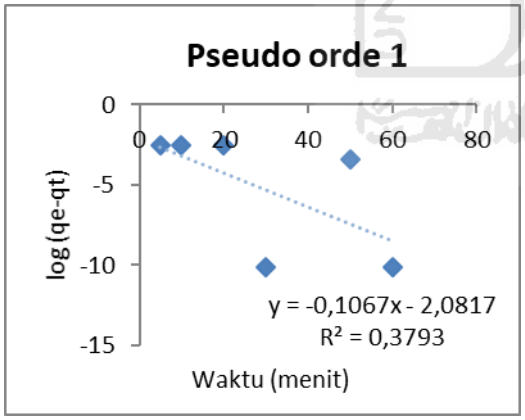
(b)


Pseudo orde 1
log (qe-qt)
y = 0,0479x - 2,9051
R² = 0,8131
Waktu (menit)

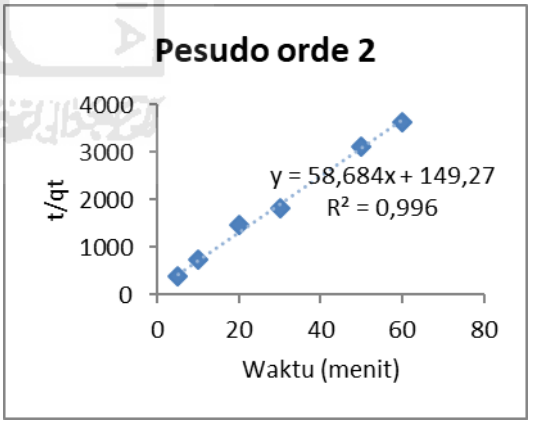
(c)


Pseudo orde 2
t/qt
y = 55,578x + 507,4
R² = 0,9342
Waktu (menit)

(d)


Pseudo orde 1
log (qe-qt)
y = -0,1067x - 2,0817
R² = 0,3793
Waktu (menit)

(e)


Pesudo orde 2
t/qt
y = 58,684x + 149,27
R² = 0,996
Waktu (menit)

(f)

Gambar 10. Grafik Kinetika Adsorpsi NO_2 dengan menggunakan TA (a) Pseudo Orde 1 (b) Pseudo Orde 2, AA (c) Pseudo Orde 1 (d) Pseudo Orde 2, dan AB (e) Pseudo Orde 1 (f) Pseudo Orde 2

Tabel 4. Kinetika Adsorpsi NO_2

Variasi	Tanpa Aktivasi			Asam (HCl)			Basa (NaOH)		
	Slope	Intersep	R2	Slope	Intersep	R2	Slope	Intersep	R2
Orde 0	4E-05	0.004	0.872	5E-05	0.003	0.88	3E-05	0.005	0.763
Orde 1	0.006	-5.366	0.884	0.009	-5.528	0.8889	0.004	-5.191	0.767
Orde 2	-0	-0.186	0.879	-0	-0.18	0.886	-0	-0.192	0.765
Pseudo Orde 1	-0.093	-0.787	0.523	0.047	-2.095	0.813	-0.106	-2.081	0.379
Pseudo Orde 2	55.33	376.5	0.957	55.57	507.4	0.934	58.68	149.2	0.996

Pada Gambar 10 dan Tabel 4 memperlihatkan tanpa aktivasi (TA) (a) dan (b) bahwa pseudo orde 1 nilai q_e sebesar -0.787 mg/g dengan nilai k -0.093 mg/g.menit dimana nilai q_e merupakan konstanta laju adsorpsi. Adapun pada pseudo orde 2 memiliki nilai yang lebih besar yaitu 357.5 mg/g dengan nilai k 55.33 mg/g.menit. Adsorpsi dengan aktivasi HCl (AA) (c) dan (d) menunjukan bahwa pseudo orde 1 nilai q_e sebesar -2.095 mg/g dan nilai k sebesar 0.047 mg/g.menit. Adapun pada pseudo orde 2 memiliki nilai yang lebih besar yaitu 507.4 mg/g dan nilai k 55.57 mg/g.menit. Adsorpsi dengan aktivasi NaOH (AB) (e) dan (f) menunjukan bahwa pseudo orde 1 nilai q_e sebesar -2.081 mg/g dan nilai k sebesar -0.106 mg/g.menit. Adapun pada pseudo orde 2 memiliki nilai yang lebih besar yaitu 149.2 mg/g dan nilai k sebesar 58.68 mg/g.menit. Sehingga

dapat disimpulkan bahwa kinetika adsorpsi mengikuti pseudo orde 2 karena R^2 paling mendekati dengan 1. Nilai R^2 dari masing-masing kinetika adsorpsi TA; AA; dan AB berturut-turut adalah 0.957; 0934; dan 0.996.

Menurut Mahmud dkk. (2012) nilai konstanta laju adsorpsi (k) akan lebih besar yang mana diikuti pula dengan tercapainya waktu kesetimbangan adsorpsi yang lebih cepat. Adsorpsi mengikuti model kinetika pseudo orde 2 dapat diartikan sebagai tingkat pembatas kecepatan (*rate-limiting step*) adalah adsorpsi secara kimia, dimana dapat meliputi gaya valensi melalui pembagian atau pertukaran electron antara adsorben dengan adsorbat (Damayanti dkk.,2018).

Secara umum bahwa model orde-pseudo-pertama bergantung pada asumsi bahwa difusi adsorbat mendominasi kecepatan adsorpsi, sementara model pseudo orde kedua bergantung pada asumsi bahwa penyerapan kimia seperti gaya ikatan melalui pembagian atau pertukaran ion / elektron antara adsorbat dan adsorben membatasi laju penyerapan (Zhou dkk., 2017).

Hasil Table 4 dapat disimpulkan bahwa orde reaksi yang sesuai untuk proses adsorpsi larutan nitrit pada abu dasar tanpa aktivasi adalah orde reaksi satu., hal tersebut dikarenakan pada kinetika reaksi orde satu memiliki nilai R^2 paling besar yaitu sebesar 0.884. Orde reaksi yang sesuai untuk proses adsorpsi larutan nitrit pada abu dasar aktivasi HCl adalah orde reaksi satu, hal tersebut dikarenakan pada kinetika reaksi orde satu memiliki nilai R^2 paling besar yaitu sebesar 0.888. Orde reaksi yang sesuai untuk proses adsorpsi larutan nitrit pada abu dasar aktivasi NaOH adalah orde satu, hal tersebut dikarenakan pada kinetika reaksi orde satu memilki nilai R^2 paling besar yaitu sebesar 0.767.Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi nitrit mengikuti orde satu dikarenakan R^2 mendekati 1.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Sintesis abu dasar tanpa aktivasi, diaktivasi menggunakan HCl, dan diaktivasi dengan NaOH berhasil dilakukan. Pada tanpa aktivasi menghasilkan bilangan gelombang pada 3748,88 cm-1 yaitu serapan –OH dan yang aktivasi dengan HCl dan aktivasi dengan NaOH tidak menghasilkan serapan. Pada serapan 1053,3 cm^{-1}; 1041,07 cm^{-1} ;dan 1038,08 cm^{-1} menunjukkan vibrasi renggangan asimetri gugus O-Al-O pada aktivasi HCl (AA), tanpa aktivasi (TA), dan aktivasi NaOH (AB).

6.2 Massa optimum adsorben adalah 30 mg dan waktu kontak optimum adsorben tanpa aktivasi (TA), aktivasi HCL (AA), dan aktivasi NaOH (AB) berturut-turut 60 menit; 50 menit; dan 30 menit dengan presentase adsorpsi berturut-turut sebesar 29.7727%; 37.9310%; dan 38.8012%. Abu dasar teraktivasi NaOH (AB) terbukti dapat menurunkan kandungan nitrit dengan presentase adsorpsi terbesar yaitu 38.8012%. Dapat disimpulkan bahwa kinetika adsorpsi mengikuti pseudo orde 2 karena R^2 paling mendekati dengan 1. Nilai R^2 dari masing-masing kinetika adsorpsi TA; AA; dan AB berturut-turut adalah 0.957; 0934; dan 0.996.

DAFTAR PUSTAKA

Alberty, R,A., 1990, *Kimia Fisika*, Jilid Kesatu, Erlangga, Jakarta**.**

Afrianita, R., Fitria, D., dan Rahma,P,S., 2010. Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Adsorben Dalam Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dari Limbah Cair Domestik. *Jurnal Teknik Kimia.* No.33 Vol 1.

Alvarez-ayuzo, E., Querol, X., Plana, F., Vazquez, E, dan Barra M. 2007. Enviromental, Physical, and Structural Chararacteriszation of Geopolymer Matrixes Syntesisd from Coal (Co) Combustion Fly Ashes. *Journal of Hazardous Material*. 154: 175-183.

Aziz, dan Alimul, H., 2006. *Pengantar Kebutuhan Dasar Manusia : Aplikasi Konsep dan Proses Keperawatan.*Salemba Medika : Jakarta.

Azizah., dan Yanti, S, L. 2019.Pemanfaatan Limbah Abu Dasar Batubara (*Bottom Ash)* Sebagai Adsorben Logam FE pada Limbah Cair PLTU Teluk Sirih, Sumatera Barat. *Jurnal Aerasi,* Vol.1., No 1.

Darmayanti., Nurdin ,R., dan Supriadi., 2012, Adsorpsi Timbal (Pb) den Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH, *Jurnal Akademika Kimia*, Vol. 1, No. 4, Hal: 159-165, ISSN: 2302-6030

Dinecr,A ,R., Gunes,Y.,dan Karakaya, N. 2007. *Coal-Based Bottom Ash (CBBA) Waste Material as Adsorbent for Removal of Textile Dyestuffs from Aqueous Solution.*141: 529-535.

Eckenfelder. 2000. *Industial Water Pollution Control.* Singapura : Mc Graw-Hill.

Ginting, F,D. 2008. Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorben dengan Menggunakan Metanol 1000mL Sebagai Refrigeran. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Jakarta.

Giwangkara ,S, E,G, 2006. *Aplikasi Logika Syarat Fuzzy pada Analisis Sidik Jari Minyak Bumi Menggunakan Spektrofotometer FTIR*. Skripsi. Sekolah Tinggi Energo dan Mineral.

Irani K, Fansuri, H dan Atmaja L., 2009. *Modifikasi Permukaan Abu Layang Menggunakan NaOH dan Aplikasinya untuk Geopolimer*. Sifat Fisi dan Mekanik. Magister Kimia ITS. Surabaya

Kennedy, K.K., Kenneth J.M., dan Misheck Mbulo., 2018, Selected Adsorbents for Removal of Contaminants from Wastewater: Towards Engineering Clay Materials, *Open Journal of Applied Science*, Vol. 8 (355-369)

Khopkar,S,M. 1990, *Konsep dasar Kimia Analitik*. Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia, Hal. 216-217.

Kuntari., Hiadayat, N, Aprilita., dan Suherman, 2017. Utilization of Coal Bottom Ash a Low-Cost Adsorbent for the Removal Acid Red 114 Dye. *Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*. ISSN: 1441-1047

Kurama,H, dan Kaya, M. 2008. *Usage of Coal Combustion Bottom Ash in Concrete Mixture*. Constr and Buil Mat. 22 : 1922-1928.

Manalu, H. 2011. *Analisia Perubahan Kandungan Nitrit (NO_2) dalam Hasil Rebusan Sayur Bayam Hijau dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis.* Skripsi. Medan. FMIPA. Universitas Sumatera Utara.

Mahmud, S.N., Tri ,P., dan Prayatni ,S., 2012, Adsorpsi Bahan Organik Alami (BOA) Air Gambut Pada Tanah Lempung Gambut Alami dan Teraktivasi: Studi Kesetimbangan Isoterm dan Kinetika Adsorpsi, *INFOTEKNIK*, Vol. 13, No. 1

Mufrodi, Z., Surtisno, B ,dan Hidayat,A. 2010. Modifikasi Limbah Abu Layang Sebagai Material Baru Adsorben.*Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kujuangan).* ISSN 1693 4393, 1-6.

Muller-Wohlfeil., 2002,*Estimating Annual River Dischanrge and Nitrogen Loading to Danish Coastal Water Based on Multiple Regression,* National Environmental Research Institute,Vejsswej 25. DK-8600 Silkeborg, Denmark

Nuradi, dan Tri, W, S., 2019. Analisis Kadar Nitrit (NO_2) pada Air Sumur Bor di Daerah Persawahan Desa To'e Kecamatan Tiroang Kabupaten Pinrang. *Jurnal Media Analisis Kesehatan.,*Vol. 10. No.1.

Poerwadi, B., Fadillah, F, M., dan Dita, M, A.,2017. Sintesis Adsorben Zeolite Alam Aktif dengan Bantuan Mikrowave untuk Adsorpsi CO_2. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan.* Vol. 1, Hal 1-7.

Ramme, B., dan Tharaniyil, M. 2013. *Coal Combustion Product Utilization Handbook,* We Energies Publication, Wisconsin-USA.

Randy, Y, K., dan Nurul, W. 2017. Sintesis Zeolit-A dari Abu Dasar Batubara dengan Pemisahan Fe dan Ca. *Jurnal Teknik its.* Surabaya, Vol,6. No,1.

Serrano,G. V., V. J. Pator, F.A. Perez, V. C Duran, dan C.C. Valenzuela., 1996, FTIR Study of Rockrose and of Char Activated Carbon. *Journal of Analyticaland Applied Pyrolylsis,* 3: 71-80.

Sukandarrumidi, 2006, *Batubara dan Pemanfaatannya Pengantar Teknologi Batubara Menuju Lingkungan Bersih.*Gajhah Mada University Press. Yogyakarta.

Sutrisno, E, 2014. *Manajemen Sumber Daya Manusia.* Cetak ke Enam. Pranada Media Group, Jakarta.

Syauqiah, I., Mayang ,A., dan Hetty ,A.K., 2011, Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif, *INFO TEKNIK,* Vol. 12, No.1.

Thabano,J.R.E.,Abong'o, D., dan Sawula,G,M., 2004.Determination of Nitrate by Suppressed Ion Chromatography After Copperised Cadmium Reduction. *J, Chromatogram*. A. 1045:153-159.

Van Deventer, J, S, J., Provis, J.L., Duxson, P., Lukey, G.C. 2007. Reakction Mechanisme in The Geopolymeric Convension of Inorganic Waste to Useful Products. *Journal of Hazardous Material.* Vol, A 139. Pp. 506-513.

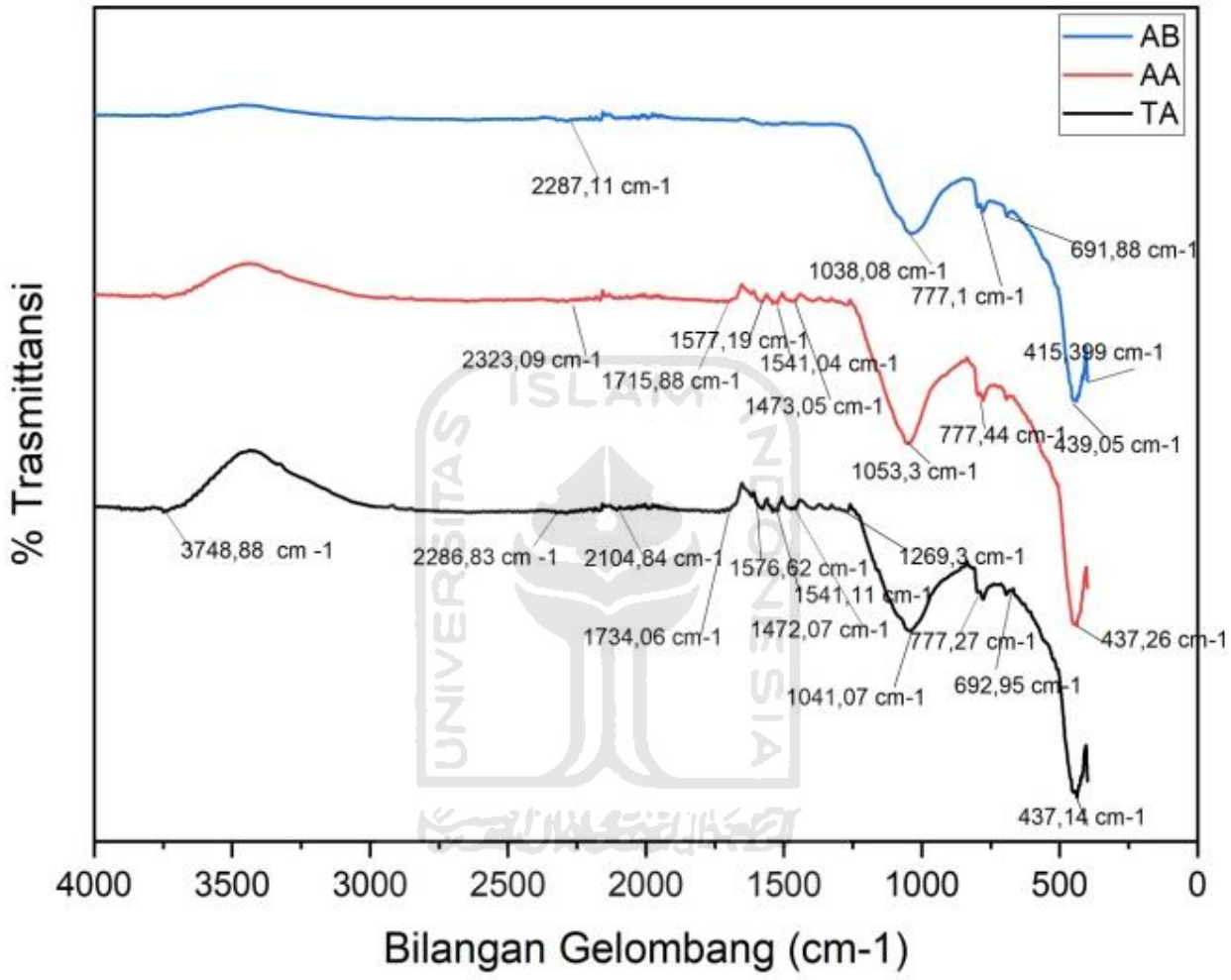
Wahyuni, S, 2010., *Adsorpsi Iol Logam Zn (II) pada Zeolit yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT. Ipmomi Paiton dengan Metode Batch.* ITS. Surabaya.

Zhang, B., Wu, D, Wang, C. He, S., dan Kong, H., 2007, Simultaneos Removal of Ammonium and Phosphate by Zeolite Synthesized from Coal Fly Ash as Influenced by Acid Treatment. *Journal of Enviromental Sciences,* Vol 19, issue 5, Pages 540-545.

Zhou, N, H,C., Juntung Xi., Denghui ,Y., Zhi ,Z., Yun ,T., dan Xiang ,Y,L., 2017, *Biochars with Excellent Pb (II) Adsorption Property Produced from Fresh and Dehydrated Banana Peels via Hydrothermal Carbonization, Bioresource Technology*.Cell Reports18. 1930-1945.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Spektrofotometer FTIR



Lampiran 2. Perhitungan Kinetika Adsorpsi

Variasi	Tanpa Aktivasi			Asam (HCl)			Basa (NaOH)		
	Slope	Intersep	R2	Slope	Intersep	R2	Sleope	Intersep	R2
Orde 0	4E-05	0.004	0.872	5E-05	0.003	0.88	3E-05	0.005	0.763
Orde 1	0.006	-5.366	0.884	0.009	-5.528	0.8889	0.004	-5.191	0.767
Orde 2	-0	-0.186	0.879	-0	-0.18	0.886	-0	-0.192	0.765
Pseudo Orde 1	-0.093	-0.787	0.523	0.047	-2.095	0.813	-0.106	-2.081	0.379
Pseudo Orde 2	55.33	376.5	0.957	55.57	507.4	0.934	58.68	149.2	0.996

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Abu Dasar



Aktivasi Abu Dasar



Abu Dasar diaktivasi HCI



Abu Dasar diaktivasi NaOH



pH Kertas Lakmus



Sampel Siap Diadsorpsi



Spektrofotometer FTRI



Spektrofotometer UV-Vis