

## SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANO Bentonit TERPILARISASI $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ SEBAGAI ADSORBEN

Muhammad Arief Yamin<sup>1)</sup>, Ali Nurdin Hidayat<sup>1)</sup>, Rivani Rahmawati<sup>1)</sup>, Muhamad Fauzi Zufri<sup>1)</sup>, Amalia Yasinta Putri<sup>1)</sup>, Edwin Permana<sup>2)\*</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi Jl. Jambi - Muara Bulian, KM 15, Muaro Jambi, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi D3 Kimia Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi Jl. Jambi - Muara Bulian, KM 15, Muaro Jambi, Indonesia

\*Penulis korespondensi: [edwinpermana86@unja.ac.id](mailto:edwinpermana86@unja.ac.id)

### ABSTRAK

Bentonit merupakan salah satu jenis lempung alami yang sangat berlimpah di Indonesia khususnya di pulau Sumatra. Provinsi Jambi menjadi salah satu provinsi dengan sumber daya alam bentonit yang melimpah. Bentonit dipercaya memiliki kemampuan mengadsorpsi logam dan zat warna secara efektif karena memiliki struktur lapisan interlayer, berpori dan daya tukar kation yang tinggi. Pilarisasi bentonit dengan Cu yang bersifat oksida tinggi dipercaya mampu menjadi reduktor yang baik, serta dipilarnya Cu mampu meningkatkan kemampuan katalitik dari bentonit. Dari hasil Karakterisasi XRF menunjukkan proses sintesis nanobentonit berhasil dimana terjadinya peningkatan kandungan Cu sebesar 50,31%, Si dan Al sebanyak 2% dan 6% dari bentonit sebelum dipilarisasi dengan Cu. Pada analisa SEM perbesaran 5000x terlihat bahwa bongkahan nanopartikel memiliki pori-pori yang terbuka dan cukup besar. Analisa BET terlihat bahwa nanobentonit terpillar Cu telah berukuran nano dengan besaran 8,8161 nm. Kemudian pada volume adsorpsi, terlihat bahwa volume adsorpsi nanobentonit dapat membesar 2 kali lipat dibandingkan bubuk bentonit alam. Pada uji pH nanobentonit yang terpillarisasi menunjukkan keadaan pH netral dengan kadar air sebesar 0%.

Kata-kata kunci : Bentonit, Pilarisasi, Nanobentonit, Karakterisasi.

### ABSTRACT

*Bentonit is a type of natural clay that is very abundant in Indonesia, especially on the island of Sumatra. Jambi Province is one of the provinces with abundant natural resources of bentonit. Bentonit is believed to have the ability to effectively adsorb metals and dyes because it has an interlayer structure, is porous and has high cation exchange capacity. Pillarization of bentonit with high oxide Cu is believed to be a good reducing agent, and the pillars of Cu can increase the catalytic ability of bentonit. From the XRF characterization results, it was shown that the nanobentonit synthesis process was successful where there was an increase in the content of Cu by 50.31%, Si and Al by 2% and 6% of bentonit before being pillared with Cu. In SEM analysis with 5000x magnification, it can be seen that the nanoparticles have open pores and are quite large. BET analysis shows that the Cu-pillared nanobentonit has a nano size of 8.8161 nm. Then on the adsorption volume, it can be seen that the nanobentonit adsorption volume can be enlarged 2 times compared to natural bentonit powder. In the pH test, the pillared nanobentonit showed a neutral pH state with a water content of 0%.*

*Keyword : Bentonit, Pillarization, Nanobentonit, Characterization*

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan adsorben setiap tahun selalu mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan penggunaan dan kebermanfaatannya serta dibutuhkan adsorben tersebut yang banyak dimanfaatkan pada bidang industri, kesehatan hingga laboratorium. Adsorben merupakan sebuah zat padat yang memiliki kemampuan untuk menyerap atau adsorpsi. Penggunaan adsorben pada proses adsorpsi pada umumnya menggunakan karbon aktif, zeolite, kitosan dan bentonit (Cromain dan Sari, 2016).

Bentonit merupakan sebuah lempung alami yang sangat berlimpah di Indonesia khususnya di pulau Sumatra. Provinsi Jambi menjadi salah satu provinsi dengan sumber daya alam bentonit yang melimpah, bentonit jambi banyak tersebar di daerah Sarolangun. Bentonit dipercaya mampu secara efektif untuk mengadsorpsi logam atau zat warna karena bentonit memiliki struktur lapisan interlayer, berpori dan daya tukar kation yang tinggi. Kation yang terdapat pada bentonit tidak saling terikat kuat dan mudah tergantikan oleh kation lainnya sehingga ini mempermudah perpindahan dan pengikatan antar kation. Kandungan yang utama yang terdapat pada bentonit adalah montmorillonite. Lempung bersifat sebagai adsorben. Salah satu penggunaannya adalah untuk pemucatan minyak sawit atau minyak kedelai. Lempung juga dapat menurunkan absorpsi pada pemucatan minyak. Untuk meningkatkan kemampuan kerjanya, biasanya lempung sebelum digunakan dimodifikasi terlebih dahulu agar lebih efektif. Salah satu cara memodifikasi lempung adalah dengan pilarisasi. Jika lempung dimodifikasi menjadi lempung terpillar, maka ia memiliki pori-pori yang lebih besar. Adanya sifat unggul dari lempung terpillar tersebut menjadikan material tersebut potensial untuk digunakan sebagai adsorben (Triandhani et al., 2021)

Berdasarkan tipenya bentonit menjadi dua tipe yaitu: a. Tipe Wyoming atau (Na-bentonit - Swelling bentonit). Na bentonit memiliki daya mengembang hingga delapan kali apabila dicelupkan ke dalam air dan tetap terdispersi beberapa waktu di dalam air. Dalam keadaan kering berwarna putih atau cream, pada keadaan basah dan terkena sinar matahari akan berwarna mengkilap. Perbandingan soda dan kapur tinggi, suspensi koloidal mempunyai pH 8,5-9,8, tidak dapat diaktifkan, posisi pertukaran diduduki oleh ion-ion sodium (Na<sup>+</sup>); b. Mg, (Ca-bentonit-nonswelling bentonit). Tipe bentonit ini kurang mengembang

apabila dicelupkan ke dalam air dan tetap terdispersi di dalam air, tetapi secara alami atau setelah diaktifkan mempunyai sifat menghisap yang baik. Perbandingan kandungan Na dan Ca rendah, suspensi koloidal memiliki pH 4-7. Posisi pertukaran ion lebih banyak diduduki oleh ion-ion kalsium dan magnesium. Dalam keadaan kering bersifat rapid slaking, berwarna abu-abu, biru, kuning, merah dan coklat. Penggunaan bentonit dalam proses pemucatan minyak goreng perlu aktivasi terlebih dahulu (Panjaitan, 2010). Selain itu menurut Huff (2016) terdapat satu tipe lain dari bentonit yaitu K-bentonit. Jenis bentonit ini juga terbentuk dari proses alterasi batuan vulkanik yang kaya magnesium. Substitusi Mg oleh K selama proses alterasi batuan atau abu vulkanik menghasilkan bentonit yang kaya kalium. Namun demikian, adanya variasi rasio muatan lapisan terhadap campuran lapisan dapat mempengaruhi sifat-sifat kimia fisik bentonit.

Bentonit jambi termasuk kedalam jenis Na-bentonit, dimana Na-bentonit memiliki sifat yang lebih swelling dan banyak memiliki ion Na untuk pertukaran. Pemanfaatan bentonit secara langsung memang dapat dijadikan menjadi adsorben tetapi ia memiliki kemampuan adsorpsi yang kurang maksimal hal ini disebabkan karena bentonit mudah larut dalam air. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas dan ketahanan bentonit dalam melalui proses pilarisasi atau coating. Pilarisasi merupakan sebuah modifikasi bentonit yang dapat meningkatkan adsorpsinya hal ini dikarenakan terjadinya interkalasi kation dari pemilar masuk kedalam interlayer bentonit (Cromain dan Sari, 2016). Pilarisasi dilakukan dengan menambahkan beberapa senyawa salah satunya adalah senyawa logam. Selain itu pilarisasi dilakukan untuk meningkatkan kemampuan kerja bentonit maka bentonit dimodifikasi agar lebih efisien. Dengan modifikasi ini membuat bentonit memiliki pori – pori yang lebih besar. Adanya sifat unggul dari bentonit tersebut menjadikan bentonit terpillar berpotensi dijadikan sebagai adsorben.

Bentonit terpillar Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> merupakan bentonit yang menggunakan agen pemilar dari oksida logam Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Penggunaan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> sebagai agen pemilar karena Cu memiliki bilangan oksidasi 2+ yang lebih kuat jika dibandingkan dengan bilangan oksida lainnya pada bentonit seperti Ca<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> dan K<sup>+</sup> sehingga akan mudah terjadi pertukaran kationnya. Dengan menciptakan adsorben berukuran nanometer maka akan meningkatkan efisiensi dari proses adsorpsi sehingga mampu meningkatkan kerja dari adsorben tersebut yang berdampak pada cepatnya proses adsorpsi dan meningkatnya kapasitas adsorpsi



Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai sintesis dan karakterisasi nanobentonit yang terpillar  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  sebagai adsorben dalam meningkatkan kualitas adsorpsinya.

## BAB 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hot plate*, oven, *magnetic stirrer*, instrumen XRF, SEM dan BET. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentonit alam, HCl, NaOH,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , dan Aquades.

### 2.2 Preparasi dan Aktivasi Bentonit Alam

Bentonit alam yang didapatkan dikalsinasi pada suhu  $650^\circ\text{C}$  selama 5 jam. Selanjutnya sintesis bentonit dengan metode kopresipitasi menggunakan larutan HCl (5M) menggunakan stirrer pada suhu  $70^\circ\text{C}$  selama 4 jam. mencampurkan bentonit dengan NaOH menggunakan stirrer pada suhu  $70^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Mencuci bentonit dengan aquades sampai menghasilkan pH netral. Bentonit hasil preparasi dikeringkan dengan oven pada suhu  $250^\circ\text{C}$  selama 4 jam (Bukit *et al.*, 2021).

### 2.3 Sintesis Nanobentonit Menggunakan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

#### a. Pembuatan larutan pemilar

Larutan pemilar dibuat dengan mencampurkan larutan NaOH dan  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Adapun rincian pembuatannya adalah sebagai berikut:

##### - Pembuatan larutan NaOH

3,6 gram NaOH dilarutkan dalam 100 mL aquades kemudian diaduk dengan pengaduk kaca

##### - Pembuatan larutan Cu

9,6 gram  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  dilarutkan dalam 100 mL aquades kemudian diaduk dengan pengaduk kaca

Larutan NaOH dimasukkan kedalam gelas beaker berisikan larutan Cu secara perlahan melalui dinding tabung. Setelah larutan dicampurkan kemudian dilakukan stirrer selama 30 menit.

#### b. Pembuatan suspensi bentonit

Suspensi dibuat dengan perbandingan 1:25 maka sampel 20 gram ditambahkan 500 mL aquades

selanjutnya stirrer sekitar 30 menit sehingga suspensi bisa menyebar merata di seluruh permukaan air.

#### c. Pilarisasi bentonit

Pilarisasi dilakukan dengan cara memasukan larutan pemilar yang telah dibuat kedalam gelas beaker berisi suspensi bentonit (dalam keadaan suspensi masih di stirrer untuk mencegah suspensinya mengendap) dan di aduk selama 12 jam tanpa henti menggunakan stirrer pada suhu ruang (sekitar  $27-30^\circ\text{C}$ ). Setelah tahap pilarisasi selesai. Sampel terpillar kemudian didekantasi dengan cara dipisahkan filtrat dan endapannya kemudian dilanjutkan filtrasi dengan kertas saring. Filtrasi endapan dicuci dengan aquades dengan cara meneteskan beberapa mL aquades ke endapan di kertas saring lalu didiamkan hingga cukup kering. Sampel hasil filtrasi di oven pada suhu  $110^\circ\text{C}$  dan setelah kering dilakukan kalsinasi pada suhu  $500^\circ\text{C}$  selama 4 jam

### 2.4 Karakterisasi Bentonit yang Terpillar

Nanobentonit yang telah terpillarisasi dengan Cu selanjutnya dilakukan analisa instrumentasi XRF dan SEM untuk menganalisa morfologi dan kandungan unsur serta oksida yang terkandung dari bentonit yang telah dipilarisasi dengan Cu. Sedangkan pada analisis BET dilakukan pengujian pada bentonit murni, bentonit terkalsinasi dan bentonit yang tercoating untuk melihat perubahan pori – pori yang terjadi dari bentonit.

### 2.5 Uji Nilai pH dan Kadar Air Nanobentonit

Pada Uji Nilai pH diukur dengan menggunakan meter dengan merendam 5 gr sampel ke dalam 100 mL aquades selama kurang lebih 12 jam kemudian disaring dan diambil 25 mL untuk diukur nilai derajat keasaman menggunakan pH meter. Sedangkan Uji kadar air diukur dengan mengoven bentonit sebanyak 5 gr pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 3 jam. Untuk menentukan kadar air menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir})}{\text{bobot sampel}} \times 100\%$$

## BAB 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Preparasi dan Aktivasi Bentonit Alam



Bahan baku yang digunakan adalah bentonit alam yang berasal dari daerah sarolangun. Sintesis Nanobentonit dimulai dari preparasi bentonit yang dihancurkan menggunakan crusher agar bentonit yang diperoleh menjadi batuan-batuan kecil. Kemudian Bentonit yang sudah dihancurkan dilakukan pengayakan dengan alat ayakan 100 mesh agar didapatkan bentonit yang lebih kecil dalam ukuran serbuk. Selanjutnya Bentonit dilakukan kalsinasi atau pembakaran didalam Furnace dengan Suhu 500°C selama 4 Jam. Hal ini bertujuan untuk diperolehnya bentonit yang memiliki pori-pori lebih luas. Bentonit yang didapatkan setelah tahap kalsinasi ini sebanyak 640,1 gram, bentonit yang sudah dikalsinasi warnanya berubah menjadi orange terang. Kemudian setelah dikalsinasi selanjutnya bentonit dilakukan tahap aktivasi. Aktivasi dilakukan untuk meningkatkan luas permukaan bentonit sehingga rongga untuk adsorben bisa lebih luas (Darmadinata et al., 2019). Aktivasi dimulai menggunakan larutan HCl 5 M menggunakan stirrer pada suhu 70°C selama 4 jam. Perbandingan antara Bentonit dan larutan HCl ialah 1:2. Kemudian dilanjutkan dengan mencampurkan Bentonit menggunakan NaOH 5 M dengan perbandingan 1:2. Proses ini juga dilakukan stirrer dengan suhu 70°C selama 4 Jam. Proses aktivasi ini bertujuan untuk membuka pori-pori bentonit sehingga akan lebih efektif bertindak sebagai adsorben. Setelah diaktivasi menggunakan HCl dan NaOH selanjutnya bentonit dicuci menggunakan aquades sebanyak 5 kali dengan setiap pencucian perbandingan antara bentonit dan aquades ialah 1:2. Pencucian menggunakan aquades ini dilakukan untuk mendapatkan pH bentonit yang netral. Pada tahap pencucian ini juga dilakukan penambahan HCl sebanyak 1 ml untuk mendapatkan pH yang lebih netral sehingga hasil yang didapatkan pada proses ini bernilai pH 6 pada saat pengukuran pH menggunakan pH meter. Setelah didapatkan pH yang netral, bentonit kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 150°C selama 2 Jam. Hasil akhirnya Sintesis Nanobentonit yang didapatkan sebanyak 544,4 gr. Berdasarkan hal tersebut terjadi penurunan bentonit sebesar 95,6 gr atau 14,93%. Bentonit setelah proses aktivasi dan pengeringan warnanya berubah warna menjadi merah bata. Bentonit tersebut sudah siap untuk dilakukan ke Tahap pelapisan logam.

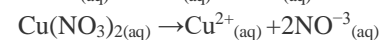
Dalam proses aktivasi digunakan larutan larutan asam berupa asam klorid (HCl). Aktivasi bentonit dengan senyawa asam bertujuan untuk menukar kation yang terdapat dalam pori – pori bentonit dengan H<sup>+</sup> dan melepaskan ion – ion penyusun

bentonit seperti Al<sup>3+</sup>, Mg<sup>2+</sup> dan Fe<sup>3+</sup> sehingga nantinya akan didapatkan bentonit yang aktif. Dengan berkurangnya pengotor yang terdapat dalam bentonit diharapkan nantinya bentonit memiliki kemampuan adsorpsi yang semakin kuat (Machfud dan Rusmini, 2017).

#### 4.2 Sintesis Nanobentonit Menggunakan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Bentonit yang telah diaktivasi secara kimia dan fisika, kemudian disintesis menggunakan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Pilarisasi dilakukan untuk meningkatkan kemampuan kerja bentonit maka bentonit dimodifikasi agar lebih efisien. Dengan modifikasi ini membuat bentonit memiliki pori – pori yang lebih besar. Adanya sifat unggul dari bentonit tersebut menjadikan bentonit terpillar berpotensi dijadikan sebagai adsorben. Dipilihnya Cu sebagai agen pemilar dikarenakan Cu merupakan salah satu jenis logam yang memiliki oksida tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai reduktor yang baik dalam proses adsorpsi. Dengan terpillarnya bentonit dengan Cu mampu meningkatkan kemampuan katalitik dari bentonit tersebut.

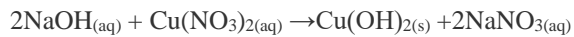
Pada pembuatan larutan pemilar, NaOH dan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> yang dicampurkan harus dalam bentuk larutan hal ini dilakukan karena reaksi yang terjadi berlangsung secara spontan yang bisa menghasilkan endapan. Kedua bahan merupakan senyawa ionic yang ketika dilarutkan dalam air akan terdisosiasi sepenuhnya membentuk kation dan anion. Adapun reaksi yang terbentuk adalah sebagai berikut :



Kemudian pada saat dicampurkan, larutan NaOH harus dituangkan secara perlahan kedalam larutan Cu sambil proses pengadukan dengan stirrer tetap berlangsung. Perlakuan tersebut harus berurutan dikarenakan jika larutan Cu dituangkan ke NaOH nantinya larutan akan menggumpal dan saat penuangan tidak boleh terlalu cepat/banyak karena jika larutan mengendap maka campuran sulit untuk dihomogenkan kembali meskipun dilakukan pengadukan yang cukup lama. Saat proses pengadukan tutup gelas ukur dengan alfol agar tidak terkontaminasi udara. Proses pengadukan cukup dilakukan selama 30 menit saja, pengadukan dapat dihentikan setelah campuran terlihat homogen secara merata dicirikan dengan tidak adanya bintik /bagian yang berwarna lebih biru dari campuran. Setelah diaduk, jangan biarkan larutan terlalu lama apalagi dalam keadaan terbuka, segera pakai sebelum terbentuk padatan hitam (tembaga oksida). Reaksi



yang terjadi menghasilkan  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  dan  $2\text{NaNO}_3$  dengan persamaan sebagai berikut :



Perbandingan 1:25 antara sampel dan aquades merupakan hasil yang paling optimal setelah dilakukan uji coba perbandingan 1:5, 1:10, dan 1:20. Aquades disini berfungsi sebagai zat perantara untuk larutan pemilar bisa masuk ke dalam pori bentonit untuk selanjutnya bisa terjadi proses interkalasi. Selain itu, tujuan sampel dijadikan suspensi terlebih dahulu yaitu karena di dalam air, bentonit akan mengembang sehingga lapisan interlayernya akan terbuka dan nantinya larutan pemilar bisa menyusup kedalam lapisan tersebut. Pengadukan ini dilakukan max 30 menit dan bisa dilakukan kurang dari itu karena pada dasarnya pembuatan suspensi tidak memerlukan waktu yang lama. Pengadukan tidak dihentikan walaupun dilakukan penambahan larutan pemilar. Hal ini bertujuan agar suspensi tidak mengendap dan tetap tersebar merata di seluruh bagian permukaan air.

Pilarisasi dilakukan dengan cara memasukan larutan pemilar yang telah dibuat kedalam gelas beaker berisi suspensi bentonit (dalam keadaan suspensi masih di stirrer untuk mencegah suspensinya mengendap) dan di aduk selama 12 jam tanpa henti menggunakan stirrer pada suhu ruang 27-30°C. Pada tahap pilarisasi, suspensi yang masih dalam keadaan teraduk dengan stirrer ditambahkan sedikit demi sedikit larutan pemilar yang sudah dibuat. Penambahan tidak boleh sekaligus banyak karena dapat menyebabkan pemilar tidak tercampur dengan suspensi (biasanya diakhir larutan pemilar akan mengendap terpisah dengan suspensi dengan warna endapan yang berbeda; suspensi = merah; pemilar biru). Pemilar yang ditambahkan ke dalam suspensi jumlahnya 1:2,5 sehingga karena volume suspensinya 500mL maka volume pemilarnya 200mL. Setelah seluruh pemilar dimasukkan mulai set timer 12 jam untuk mengaduk campuran tersebut. Pengadukan bertujuan agar larutan pemilar terinterkalasi secara sempurna ke dalam interlayer bentonit. Setelah 12 jam pengadukan di hentikan dan campuran di diamkan hingga suspensinya mengendap. Tahap ini berhasil jika endapan berwarna merah kecoklatan dan gagal jika terdapat endapan 2 fasa berbeda warna.



(a) (b) (c)  
Gambar 1. (a) Larutan Pemilar ; (b) Suspensi Bentonit; (c) Suspensi Bentonit Terpilar Cu

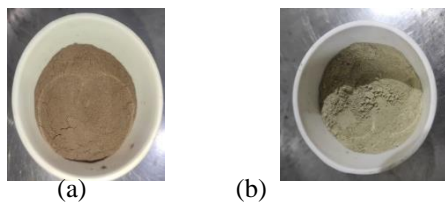
Setelah tahap pilarisasi selesai. Sampel terpilar kemudian didekantasi dengan cara dipisahkan filtrat dan endapannya (dibuang air yang sudah terpisah) dilanjutkan filtrasi dengan kertas saring. Campuran yang didiamkan akan mengendap dan menyisakan larutan/air berwarna bening yang dapat dibuang langsung. Dekantasi dapat dilakukan dengan kertas saring, namun sejauh ini pemisahan secara konvensional dengan hanya membuang air yang sudah terpisah dari campuran jauh lebih efektif dilakukan terlebih dahulu sebelum akhirnya menggunakan kertas saring karena penggunaan kertas saring cukup menyita waktu dan akan menyebabkan endapan banyak menempel padanya sehingga jumlahnya berkurang. Setelah kadar air yang ada tinggal sedikit saring endapan dengan kertas saring.

Setelah di filtrasi endapan dicuci dengan aquades dengan cara meneteskan beberapa mL aquades ke endapan di kertas saring lalu didiamkan hingga cukup kering. Pencucian bertujuan untuk mengalirkan pengotor, namun tidak perlu terlalu banyak karena endapan yang difiltrasi sifatnya nano sehingga ditakutkan akan ikut terbawa keluar saat pencucian ini. Setelah dicuci, endapan didiamkan dan dianginkan di dalam ruangan hingga tidak ada lagi air yang menetes dari kertas saring. Setelah cukup kering endapan biasanya ditimbang untuk mengetahui nilai awal sebelum di oven.

Sampel hasil filtrasi di oven pada suhu 110°C dan setelah kering dilakukan kalsinasi pada suhu 500°C selama 4 jam. Sampel di oven untuk menghilangkan/mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Suhu di set diatas 100°C karena air menguap pada suhu 100°C. Tujuan pengovenan hanya untuk mengeringkan sehingga jika ingin lebih cepat suhu bisa di set lebih tinggi lagi (dibawah 150°C). Adapun kalsinasi dilakukan pada suhu 500°C untuk memperkuat ikatan (Si-O-Cu), membentuk kluster oksida logam ( $\text{CuO}/\text{Cu}_2\text{O}$ ), menjaga struktur interlayer (ruang antar lembaran) bentonit agar lebih kuat secara permanen dan memperbesar pori-pori bentonit. Sampel awal yang digunakan seberat 100gr setelah dipilarisasi didapatkan sampel akhir seberat 69,515gr. Berdasarkan hal tersebut terjadi penurunan bentonit sebesar 30,485gr atau 30,485%.







Gambar 2. (a) Nanobentonit Sebelum dikalsinasi (b) Nanobentonit Setelah dikalsinasi

#### 4.4 Karakterisasi Bentonit yang Terpilair

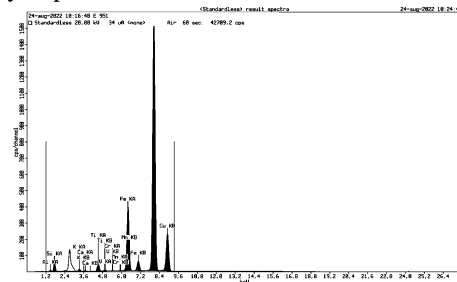
Adsorben merupakan sebuah bahan atau media yang mampu menyerap sebuah senyawa dalam suatu produk baik yang berbentuk padatan maupun cairan. Adsorben bertujuan untuk menghilangkan kandungan senyawa yang tidak diharapkan atau berbahaya dalam sebuah produk sehingga nantinya akan didapatkan sebuah produk yang lebih murni dan aman. Proses adsorpsi dapat terjadi apabila terjadinya interaksi gaya Tarik menarik antar amolekul adsorbat dengan sisi-sisi aktif di permukaan adsorben baik secara fisika maupun kimia.

Pemilihan adsorben dilakukan berdasarkan kandungan mineral dan ketersediannya di alam. Tetapi untuk memenuhi kandungan suatu adsorben tidak jarang ditambahkan unsur lain untuk menciptakan adsorben yang sempurna. Untuk mengetahui kandungan dan bentuk pori – pori serta morfologi dari sebuah adsorben maka diperlukan karakterisasi adsorben. Adapun karakterisasi yang dilakukan terhadap adsorben adalah analisis Polas Spectra Fluorescence Sinar X (XRF), Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Brunauer Emmett Teller (BET).

##### 4.4.1 Analisa polas spectra fluorescence sinar X (XRF)

Analisis polas spectra sinar X dari mineral bleaching earth yang digunakan adalah analisis XRF. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral utama penyusun adsorben. Bentonit lokal jambi yang digunakan termasuk kedalam bentonit jenis Na-bentonit yang memiliki kandungan Si 25,26%, Cu 0,79% dan Al 5,7% (Gunawan et al., 2019). Sedangkan hasil karakterisasi bentonit tercoating Cu menggunakan XRF menunjukkan bahwa kandungan nanobentonit tercoating Cu memiliki kandungan Si 27,5%, Cu 51,10 dan Al 11%. Hal tersebut membuktikan bahwa proses coating Cu berhasil dimana terjadinya peningkatan kandungan Cu sebesar 50,31%, selain mampu meningkatkan kandungan Cu,

proses coating nanobentonit juga dapat meningkatkan kandungan Si dan Al sebanyak 2% dan 6%. Tingginya kandungan SiO<sub>2</sub> pada nanobentonit membuktikan bahwa nanobentonit dapat dijadikan sebagai zat penyerap atau adsorben.

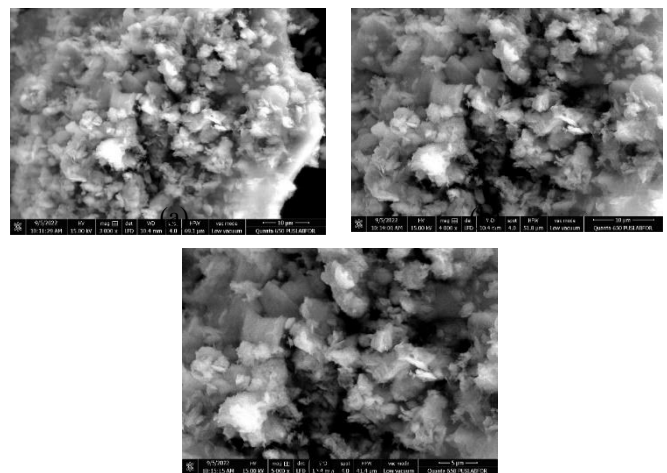


Gambar 3. Spektra XRF bentonit yang telah tercoating dengan Cu

Tabel 1. Hasil analisis komposisi kimia sampel bentonit yang telah tercoating dengan Cu

Oksida %		Unsur %	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	Al	11
SiO <sub>2</sub>	40,2	Si	27,5
K <sub>2</sub> O	0,79	K	1,0
CaO	0,24	Ca	0,27
TiO <sub>2</sub>	1,59	Ti	1,48
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	V	0,063
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,056	Cr	0,059
MnO	0,02	Mn	0,031
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,29	Fe	7,17
CuO	35,84	Cu	51,10

##### 4.4.2 Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)



Gambar 4. Penampakan morfologi nanobentonit menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM);



(a) Perbesaran 3000x (b) Perbesaran 4000x dan (c) 5000x.

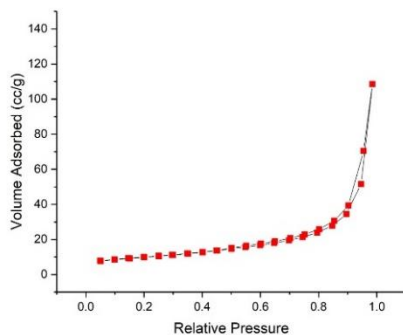
Berdasarkan analisa SEM dapat terlihat bahwa morfologi dari nanobentonit terpilard Cu menunjukkan gambaran pola pori-pori pada bentonit tersebut. Dimana pada permukaan bentonitnya terdapat bongkahan pori-pori yang besar pada partikel terutama pada perbesaran 5000x. Ini menunjukkan bahwa proses kalsinasi pada bentonit terpilard Cu menyebabkan perbesaran pori-pori bentonit sehingga dapat meningkatkan kemampuan dari proses absorpsi.

4.4.3 Analisa Brunauer Emmett Teller (BET)

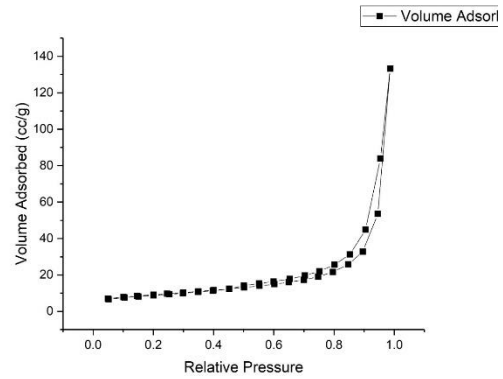
Tabel 2. Hasil Analisa Pengukuran Bentonit Terpilard Cu Sebelum dan Sesudah Kalsinasi

No	Jenis Sampel	Luas Area (m <sup>2</sup> /g)	Volume Adsorpsi (cc/g)	Jari-jari (nm)	Diameter pori (nm)
1.	Sebelum Kalsinasi	34,365	4,9928	4,3499	8,69984
2.	Setelah Kalsinasi	31,430	10,9498	4,4080	8,8161

Dari hasil yang didapatkan menunjukkan luas area dari bentonit terpilard Cu sebelum dan sesudah kalsinasi. Dimana setelah di kalsinasi besar area bentonit terpilarsemakin kecil. Namun pada volume adsorpsi, terlihat perbesaran ukuran yang sangat signifikan sehingga mampu meningkatkan kapasitas dan kualitas adsorpsi pada bentonit. Terlihat juga ukuran dari diameter pori bentonit menunjukkan perbesaran ukuran. perbesaran ini terjadi di akibatkan oleh proses pemanasan pada suhu yang tinggi. Sehingga ukuran partikel semakin kecil namun rongga pori-pori bentonit semakin besar. Perbesaran diameter bentonit sebelum dan sesudah kalsinasi tidak terlalu besar. Hal ini diakibatkan oleh bentonit yang sebelumnya telah dilakukan pemanasan/kalsinasi pada proses aktivasi. Sehingga pori-pori bentonit tidak menyebabkan perbesaran rongga pori yang terlalu signifikan.



(a)



(a)

Gambar 5. Grafik Hubungan Adsorpsi Isoterm (a) Sebelum kalsinasi (b) Sesudah Kalsinasi

Pada grafik diatas terlihat kenaikan titik volume adsorpsi. Terlihat juga terdapat jarak antar dua dinding yang berlawanan antar hubungan garis merah dan biru. Menurut Alothman (2012), grafik adsorpsi isoterm dapat dianalisa secara kualitatif berdasarkan data yang diperoleh dari instrumentasi BET yang dikenal dengan Histeresis Adsorpsi. Histeresis Adsorpsi adalah suatu klasifikasi ukuran pori suatu partikel berdasarkan tipenya sehingga dapat klasifikasi jenis ukuran pori-pori partikel. Dapat dilihat histeresis adsorpsi diatas menunjukkan jenis pori mesopori. Mesopori adalah salah satu jenis tipe ukuran suatu pori-pori material. Adapun besar dari jenis mesopori ini yaitu diantara rentang 2nm hingga 500nm. Ini sesuai dengan data analisa yang didapatkan bahwa ukuran diameter pori bentonit terpilard sebelum dan sesudah kalsinasi sebesar 8,69984 nm dan 8,8161 nm. Pori bentonit yang terpilard menunjukkan bahwa ukuran nano tercapai karena masih pada range ukuran nano yaitu 2 hingga 500nm.

4.5 Uji Nilai pH dan Kadar Air Nanobentonit

Pada pengujian kandungan pH bentonit didapatkan hasil bahwa pH nanobentonit adalah 7 atau netral. Hal ini membuktikan bahwa semua proses aktivasi dan coating berhasil sehingga nanobentonit tidak akan mempengaruhi sampel yang akan diadsorpsi pada pengujian kadar air didapatkan persentasi kadar air sebesar 0%. Hal ini terjadi karena nanobentonit telah melewati proses kalsinasi.

KESIMPULAN

Pada proses sintesis Nanobentonit didapatkan bahwa proses pilarisasi dapat terlihat pada analisa XRF dimana komponen utama senyawa oksida yang paling dominan yaitu ion Cu dimana Menyusun sekitar



50,31%. Hal ini teridentifikasi peningkatan unsur tersebut sehingga proses pilarisasi berhasil pada bentonit. Terlihat juga kandungan ion SiO<sub>2</sub> mencapai 40,2 %. Besarnya kandungan mineral tersebut menandakan bentonit dapat dijadikan sebagai adsorben yang baik. Pada analisa BET luas area bentonit yang terpilarisasi setelah di kalsinasi sebesar 31,430 m<sup>2</sup>/g dengan besar volume absorbansi sebesar 10,9498 cc/g. dengan besarnya volume absorbansi dapat meningkatkan kemampuan absorpsi pada bentonit yang terpilar Cu. Terjadi peningkatan diameter pori-pori bentonit terpilar sebelum dan sesudah kalsinasi. Setelah proses kalsinasi terjadi peningkata luas pori partikel. Hal ini terjadi diakibatkan proses kalsinasi yang membuka lebar pori-pori bentonitnya. Hal ini sesuai dengan analisa SEM pada perbesaran 5000x yang dimana terdapat bongkahan pori yang cukup besar. Ukuran diameter pori berdasarkan analisa BET sebesar 8,8161 nm. Teridentifikasi bahwa ukuran pori-pori termasuk dalam jenis histeresis adsorpsi tipe mesopori. Sintesis nanobentonit telah berhasil dilakukan dengan ukuran pori bentonit terpilar termasuk dalam ukuran nanometer. Uji pH bentonit yang terpilar didapatkan pH netral sehingga indikator keberhasilan penetralan bentonit telah berhasil dengan analisa uji kadar sebesar 0%.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan Dikti Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, dan Riset Teknologi yang telah mendanai kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa Riset Eksakta (PKM-RE) Tahun 2022. Universitas Jambi yang telah memfasilitasi sarana dan perasarana dalam pelaksanaan riset berlangsung. Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi, Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membantu dalam pengujian Brunauer Emmett Teller (BET).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alothman, Z.A. (2012). A Review: Fundamental Aspects of Silicate Mesoporous. *Materials*. Doi: 10.3390/ma5122874.
- Cromain,C,N dan S.E. Cahyaningrum. (2016). Karakterisasi Bentonit Terpilar Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Sebagai Adsorben. *UNESA Journal of Chemistry*. Vol 5 (3) : 48-53.
- Darmadinata, M., Jumaeri dan T. Sulistyarningsih. (2019). Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi Asam Sulfat sebagai Adsorben Anion Fosfat

dalam Air. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol 8(1): 1-8.

- Huff, W.D. (2016). K-Bentonits: A Review. *American Mineralogist*. Vol. 101(1) :43-70.
- Gunawan, I., M. Fauziah., Y. Yulizar dan Sudirman. (2019). Green Modifikasi Nanopartikel Au Terhadap Permukaan Bentonit Terpilar Cu Sebagai DEgradasi Zat Warna Remazol Brilliant Blue R (RBBR). *Jurnal Kimia dan Kemasan*. Vol.41 (2): 45-54.
- Machfud, M dan Rusmini. (2017). Pengaruh Waktu Interaksi Bentonit Teraktivasi Terhadap Daya Serap Iodium. *Indonesia Chemisry dan Application Journal (ICAI)*. Vol 1(1): 1-8.
- Panjaitan, R.R. (2010). Kajian Penggunaan Bentonit dalam Industri. *Berita Litbang Industri*. Vol XLV (3): 22-28.
- Triandhani,T.E., Taslimah dan Sriyanti. (2021). Pilarisasi Lempung dengan Al/Cr Sebagai Adsorben Minyak Sisa Faksi. *Journal of Environmental Chemistry*. Vol 1(1): 13-18.