

Peningkatan *Basal Spacing* Bentonit Aceh Utara Menggunakan Surfaktan Anionik dan Kationik untuk Aplikasi Cat Pelapis

Shafira Riskina¹, Satriananda², Ramzi Jalal³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

E-mail : riskina430@gmail.com

Abstrak— Bentonit sering digunakan sebagai filler pada material komposit seperti cat pelapis. Struktur bentonit terdiri dari lapisan 1 lapisan oktahedral dan 2 lapisan tetrahedral. Diantara lapisan tersebut terdapat interlayer atau basal spacing. Pada bentonit alam, jarak basal spacing ini sangat kecil, sehingga kurang optimal untuk digunakan sebagai filler. Untuk meningkatkan kemampuan bentonit sebagai filler, maka basal spacing bentonit harus ditingkatkan. Penelitian ini mencoba memperbesar jarak basal spacing bentonit melalui modifikasi menggunakan surfaktan kationik dan anionik. Bentonit yang digunakan adalah bentonit Aceh Utara. Penambahan surfaktan kationik divariasikan pada 0,7 CEC, 1 CEC dan 1,3 CEC, sedangkan penambahan surfaktan anionik divariasikan pada 0,1 CEC, 0,2 CEC dan 0,3 CEC. Bentonit Aceh Utara yang telah dimodifikasi dengan surfaktan kemudian dianalisa basal spacing menggunakan XRD, morfologi menggunakan SEM dan kapasitas tukar kation menggunakan Methylene Blue Methode. Hasil penelitian menunjukkan nilai CEC Bentonit Aceh Utara dengan metode methylene blue yaitu 95,2 meq/100 gram dan basal spacing bentonit tertinggi pada penambahan 1,3 CEC CTAB dan 0,3 CEC SDS yaitu 23,00023Å

Kata kunci— basal spacing, filler, CEC, surfaktan kationik, surfaktan anionik

Abstract—Bentonit is often used as a filler in composite materials such as coating paints. Bentonit structure consists of 1 octahedral layer and 2 tetrahedral layers. There are interlayers or basal spacing among these layers. In natural bentonit, the distance of the basal spacing is very small, making it less optimal for use as a filler. To improve the ability of bentonit as a filler, the bentonit basal spacing must be increased. This study tried to increase the distance of the basal spacing of bentonit through modification using cationic and anionic surfactants. Bentonit used is North Aceh bentonit. The addition of cationic surfactant was varied at 0.7 CEC, 1 CEC and 1.3 CEC, while the addition of anionic surfactant varied at 0.1 CEC, 0.2 CEC and 0.3 CEC. North Aceh bentonit which has been modified with surfactants was then analyzed for basal spacing using XRD, morphology using SEM and cation exchange capacity (CEC) using Methylene Blue Methode. The results showed that the North Aceh CEC Bentonit value with methylene blue method was 95.2 meq / 100 grams and the highest bentonit basal spacing was the addition of 1.3 CEC CTAB and 0.3 CEC SDS which was 23,00023Å

Keywords— basal spacing, filler, CEC, cationic surfactants, anionic surfactants

I. PENDAHULUAN

Bentonit merupakan kelompok batuan mineral smektit yang kandungan utamanya adalah montmorillonite. Aplikasi bentonit telah banyak diaplikasikan untuk filler, pellet, lumpur pengeboran, katalis dan adsorben. Saat ini bentonit juga telah dikembangkan menjadi beberapa produk bernilai tinggi seperti nanomaterial dan obat-obatan. Bentonit banyak digunakan untuk pengobatan esophagitis, gastritis, kolitis dan sebagainya. Selain itu, karena kemampuan adsorpsi kimia dan stabilitasnya yang cukup baik, bentonit telah banyak digunakan dalam industri pengolahan makanan [1].

Bentonit biasanya mengandung muatan negatif yang memungkinkan terjadinya reaksi pertukaran dengan kation. Muatan negatif ini berasal dari satu atau beberapa reaksi yang berbeda. Sumber utama muatan negatif tersebut berasal dari substitusi isomorfis dan disosiasi gugus hidroksil yang terbuka. Ion-ion yang dapat dipertukarkan adalah ion-ion yang berbeda disekitar mineral lempung silika alumina.

Reaksi pertukaran ion bersifat stoikiometris yang berbeda dengan proses penyerapan atau sorpsi dan desorpsi. Pertukaran ion merupakan suatu proses dimana kation yang biasanya terdapat pada antarlapis kristal digantikan oleh kation dari larutan. Dalam air, kation pada permukaan lapisan menjadi lebih mudah digantikan oleh kation lain yang terdapat dalam larutan, yang dikenal dengan *exchangeable cation* [2].

Kemampuan penyerapan tersebut dinyatakan dalam mili equivalent per 100 gram clay kering yang disebut *Cation Exchange Capacity (CEC)* atau Kapasitas Tukar Kation (KTK). Besarnya nilai CEC mineral clay bervariasi menurut

tipe dan jumlah koloid dalam clay tersebut. Pemutusan ikatan di sekitar sudut silika-alumina dalam montmorillonit menimbulkan ketidakseimbangan muatan permukaan. Substitusi Al^{3+} menggantikan Si^{4+} dalam lembar tetrahedral dan substitusi ion-ion valensi lebih rendah, terutama Mg^{2+} menggantikan Al^{3+} dalam lembar oktahedral menghasilkan muatan yang tidak seimbang pada satuan struktur montmorillonite [3].

Salah satu kekurangan bentonit adalah sifatnya yang hidrofilik sehingga pada saat digunakan sebagai filler dapat menyebabkan aglomerasi mineral clay dalam matriks polimer yang bersifat hidrofobik. Kekurangan ini dapat diatasi dengan menginterkalasi kation organik ke dalam *interlayer* bentonit sehingga membentuk *organoclay* yang bersifat hidrofobik [4].

Peningkatan basal spacing setelah proses interkalasi juga dapat meningkatkan kemampuan difusi polimer atau perukusor polimer ke dalam *interlayer clay*. Interkalasi didasari atas pertukaran kation yang terdapat pada antar lapis bentonit, seperti Na^+ , K^+ , dan Ca^{2+} . Interkalasi ke dalam struktur bentonit mengakibatkan jarak antar dasar lapis bentonit atau *basal spacing* dan memperbesar luas permukaan.

Proses interkalasi ini dapat mengakibatkan pori-pori lempung semakin besar dan homogen, antar lapisnya pun menjadi lebih stabil daripada sebelum diinterkalasi. Tujuan dari interkalasi adalah untuk: memperluas jarak interlayer, mengurangi interaksi solid-solid antara lempung dan meningkatkan interaksi antar lempung dan matriks.

Peneliti ini mencoba melakukan modifikasi Bentonit Aceh Utara menggunakan surfaktan kationik dan surfaktan anionik. Bentonit yang telah dimodifikasi kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk menentukan besarnya *basal spacing*, perubahan struktur menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) [5].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Material

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentonit yang berasal dari Nisam, Aceh Utara, *Methylene Blue* (Merck, Germany), aquadest, Sodium Deodecyl Sulfate (SDS), Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide (CTAB), Larutan AgNO_3 dan Sodium Hexamethaphosphate (NaPO_3)₆.

B. Penentuan CEC

Penentuan nilai CEC dilakukan untuk menentukan permukaan spesifik pada bentonit yang dianalisis. Penentuan CEC dilakukan dengan metode halometrik.

Pada metode halometri, bentonit dihancurkan terlebih dahulu, kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Ditimbang 1,25 gram *Methylene Blue* dan dilarutkan dengan aquadest sebanyak 125 ml. Ditimbang bentonit 2 gram dan dilarutkan dengan aquadest 100 ml, kemudian diaduk kedua larutan dalam *beaker glass* pada kecepatan pengaduk 700 rpm selama 5 menit. Diambil sebanyak 1 ml larutan *Methylene Blue* yang telah dilarutkan sebelumnya dan dimasukkan ke dalam larutan bentonit, kemudian diaduk dengan kecepatan pengaduk 400 rpm selama 2 menit. Konsentrasi larutan *Methylene Blue* yang dibuat sebesar 0,028 N. Selanjutnya diteteskan larutan tersebut pada kertas saring dan kemudian diamati, jika tetesan tersebut terbentuk halo berwarna biru, maka itu merupakan akhir dari titrasi tersebut dan jika belum terbentuk halo, maka ditambahkan kembali 1 ml *Methylene Blue* kedalam larutan bentonit sampai terbentuk halo tersebut.

Volume metilen blue yang ditambahkan merupakan nilai dari CEC bentonit yang diperoleh, dimana satuan CEC adalah mili ekuivalen per 100 gram clay (bentonit) yang dihitung berdasarkan persamaan berikut (1).

$$\text{CEC (meq/100 gram)} = \frac{100}{F} \times V \times N_{MB} \quad (1)$$

Dimana, F adalah berat sampel kering, V adalah volume methylene blue pada saat proses titrasi dengan N_{MB} adalah konsentrasi methylene blue 0,028 N.

C. Purifikasi Bentonit dengan Surfaktan Kationik dan Anionik

Bentonit berukuran 100 mesh sebanyak 1 gram dicampur dengan 100 ml aquadest dan diaduk selama 0,5 jam pada temperatur 80°C. Kemudian ditambahkan surfaktan kationik (CTAB) dengan konsentrasi CEC yang bervariasi yaitu 0,7 CEC, 1 CEC dan 1,3 CEC dan diaduk lagi selama 2 jam pada suhu 80°C.

Setelah surfaktan kationik homogen dengan bentonit, kemudian dimasukkan surfaktan anionik ke dalam larutan tersebut dan aduk kembali hingga homogen selama 1 jam

pada suhu 80°C dengan konsentrasi CEC yang bervariasi yaitu 0,1 CEC, 0,2 CEC dan 0,3 CEC. Selanjutnya hasil sampel yang dihasilkan dianalisa menggunakan XRD untuk mengetahui besarnya *basal spacing* dari bentonit yang telah dimodifikasi dengan penambahan surfaktan kationik maupun anionik.

D. Analisa Spektroskopi FTIR

Analisis FTIR digunakan untuk mengidentifikasi senyawa kimia dari bahan organik dan anorganik, serta dapat juga menganalisis padatan, larutan dan juga film. Hasil analisis yang didapatkan yaitu berupa data dalam bentuk spektrum panjang gelombang dari sampel yang telah dianalisis.

E. X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis XRD digunakan untuk mengidentifikasi perubahan *basal spacing* bentonit setelah penambahan surfaktan kationik maupun surfaktan anionik. Hasil analisis berupa data *basal spacing* (dengan satuan Å).

F. Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM digunakan untuk mengetahui bentuk dan perubahan dari permukaan suatu material. Pada prinsipnya, jika terjadi perubahan material dari permukaan, maka material tersebut telah mengalami perubahan energi. Energi dapat dipancarkan, dipantulkan dan diserap serta diubah menjadi fungsi gelombang elektromagnetik lainnya dan dapat dibaca pada foto-foto SEM.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh CEC Surfaktan Terhadap Pembukaan Interlayer Bentonit

CEC atau kapasitas tukar kation (KTK) adalah jumlah ekuivalen kation-kation yang dapat ditukar dalam sejumlah tertentu massa bentonit atau tanah liat lainnya [6].

Salah satu cara menentukan besarnya kapasitas tukar kation adalah melalui pengujian menggunakan metode *methylene blue*. Serbuk methylene blue bersifat seperti zat pewarna kationik bila dicampur dengan air dan diidentifikasi dengan rumus kimia: $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{SCL}$. Bila dicampur dengan clay (bentonit), maka ion-ion klorida dalam larutan *methylene blue* akan bertukar posisi dengan kation-kation dalam mineral bentonit. Jumlah larutan methylene blue yang diserap bervariasi tergantung dengan jumlah mineral dan jenis clay, kapasitas tukar kation dan luas permukaan spesifik [7].

Penambahan surfaktan kationik dapat meningkatkan sifat-sifat alami dari bentonit itu sendiri (hidrofobik tinggi) serta dengan penambahan surfaktan anionik dapat kekuatan pendorong kation didalam interlayer bentonit. Dimana penghubungan kedua surfaktan ini dapat meningkatkan basal spacing dari interlayer bentonit, sehingga kation dapat dengan mudah masuk ke dalam interlayer bentonit [8].

Campuran yang dibuat dengan menambahkan 5 ml larutan *methylene blue* ke dalam larutan clay diaduk sampai 200 rpm, setelah 1 menit sejumlah campuran diambil dengan pipet tetes dan diteteskan diatas kertas saring. Umumnya pada kertas saring terlihat lingkaran namun tidak ada bayangan biru disekitarnya (ini berarti tesnya negatif). Untuk mendapatkan tes positif, ulangi kembali langkah

sebelumnya hingga terlihat tetesan terakhir memiliki lingkaran biru terang disekitar biru tua (artinya tesnya positif) ini yang disebut halometrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perolehan CEC bentonit Aceh Utara ditandai terbentuknya Halometrik pada kertas saring

Dari hasil penentuan kapasitas tukar kation atau CEC Bentonit Aceh Utara diperoleh titik ekuivalen pada saat titrasi tercapai pada volume methylene blue 34,0 ml seperti ditunjukkan pada gambar 1. Pada saat titik ekuivalen tercapai, terlihat adanya halometrik berwarna biru muda disekitar lingkaran biru gelap. Berdasarkan nilai halometrik, nilai CEC bentonit Aceh Utara yang diperoleh menggunakan metode *methylene blue* didapatkan sebesar 95,2 meq/100 gram.

B. Preparasi Bentonit dengan Penambahan Surfaktan Kationik-Anionik

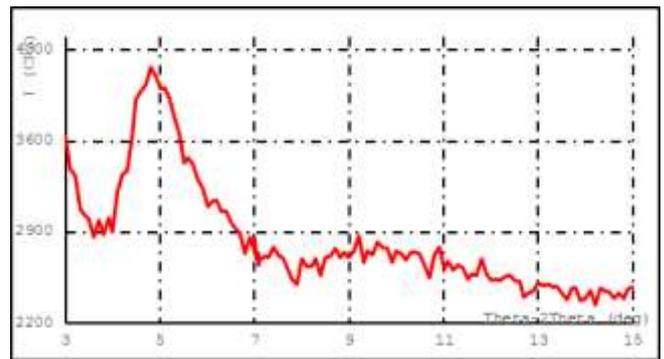
Tanah liat bentonit banyak digunakan dalam cat. Bentonit putih adalah bahan pilihan yang tersedia banyak disekitar. Dalam cat berbasis air, natrium atau montmorilonium menanggihkan dan menebalkan zat. Montmorillonit ini juga digunakan sebagai zat pengemulsi dalam formulasi cat air dan minyak. Organoclays dapat dibuat khusus dengan senyawa organik untuk memenuhi persyaratan kendaraan yang berbeda termasuk pernis, resin epoksi, dan resin vinil, yang digunakan dalam formulasi cat. Organoclays ini memperbaiki suspensi pigmen, viskositas, dan kontrol tekotropi dan sangat baik pada cat emulsi non-tetes [9].

Bentonit yang digunakan yaitu berasal dari Nisam, Aceh Utara. Bentonit ini sebelumnya digerus terlebih dahulu dan kemudian diayak hingga ukuran 100 mesh. Sebelum dicampurkan dengan surfaktan, bentonit mentah terlebih dahulu di Analisa menggunakan XRD untuk mengetahui d-spacing dari interlayer bentonit.

C. Analisa X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction merupakan salah satu karakterisasi yang menggunakan sinar-x, hamburan sinar-x dihasilkan jika suatu elektroda logam ditembakkan dengan electron-elektron dengan kecepatan tinggi dalam tabung vakum. Suatu kristal dapat digunakan untuk mendifraksi berkas sinar-x dikarenakan orde dari Panjang gelombang sinar-x

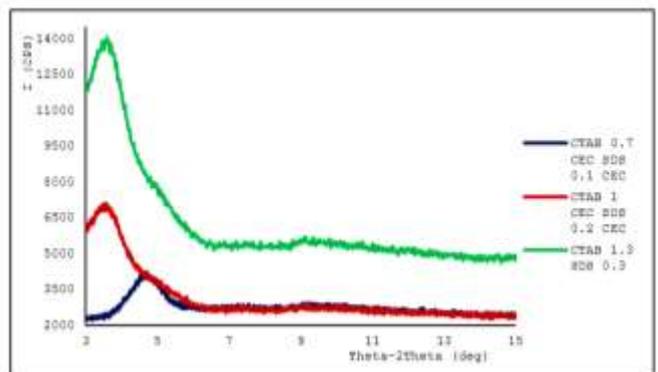
hampir sama atau lebih kecil dengan orde jarak antar atom dalam suatu kristal.



Gambar 2. Grafik XRD sampel bentonit tanpa modifikasi dengan menggunakan surfaktan

Dari gambar 2 diperoleh basal spacing bentonit mentah yaitu 14,18393 Å. Selanjutnya bentonit mentah tersebut dicampurkan dengan surfaktan kationik Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide (CTAB) diaduk selama 2 jam dan selanjutnya campuran tersebut ditambahkan surfaktan anionic Sodium Deodecyl Sulfate (SDS) diaduk selama 1 jam. Hasil dari kedua jenis surfaktan ini kemudian dicuci untuk menghilangkan surfaktan yang terdapat didalam interlayer bentonit dengan menggunakan aquadest, untuk menguji apakah surfaktan sudah hilang dari larutan bentonit maka digunakan larutan AgNO₃ yang ditetaskan kedalam air surfaktan, jika air nya berubah menjadi abu-abu maka itu masih terkandung surfaktannya, oleh karenanya perlu dilakukan pencucian kembali dengan aquadest.

Kemudian padatan yang bebas dari surfaktan difiltrasi dengan pompa vakum untuk memisahkan padatan dengan cairan yang tersisa. Padatan yang diperoleh kemudian di oven pada suhu 150°C hingga kering. Kemudian di gerus kembali hingga halus dan kemudian di Analisa kembali dengan alat XRD untuk melihat peningkatan d-spacing dan SEM untuk mengamati struktur morfologi dari bentonit yang diperoleh.



Gambar 3. Grafik XRD sampel bentonit sesudah interkalasi

Dari gambar 3 didapatkan basal spacing bentonit yang telah dimodifikasi menggunakan surfaktan kationik maupun anionic yaitu pada CTAB 0.7 CEC dan SDS 0.1 CEC didapatlah d-spacing yaitu 15,1134 Å, pada CTAB 1 CEC dan SDS 0.2 CEC didapatlah d-spacing yaitu 19,11531 Å, pada CTAB 1.3 CEC dan SDS 0.3 CEC didapatlah d-spacing yaitu 23,00023 Å.

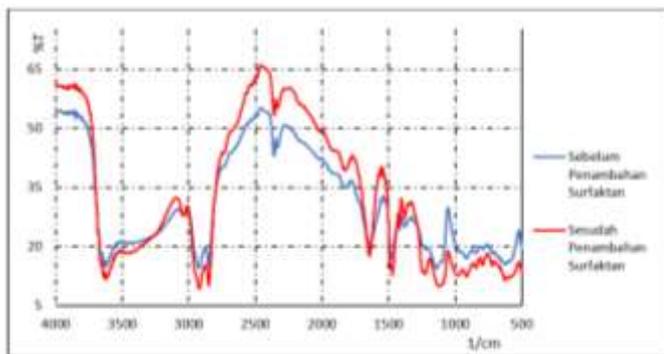
Dengan demikian, d-spacing yang tertinggi yaitu pada penambahan surfaktan CTAB 1.3 CEC dan SDS 0.3 CEC yaitu 23,00023 Å. Mekanisme interkalasi antara CTAB bermuatan positif dan interlayer bentonit bermuatan negative melalui pertukaran kation. Ketika SDS ditambahkan maka interlayer bentonit meningkat (Liao, 2016).

D. Analisa Fourier Transform Infrared (FTIR)

System optic Fourier Transform Infrared dilengkapi dengan cermin yang bergerak tegak lurus dan cermin diam. Dengan demikian radiasi infra merah akan menimbulkan perbedaan jarak yang ditempuh menuju cermin yang bergerak dan jarak cermin yang diam. Perbedaan jarak tempuh radiasi tersebut adalah 2 yang selanjutnya disebut sebagai retardasi. Hubungan antara intensitas radiasi IR yang diterima detector terhadap reterdasi disebut sebagai interferogram.

Sedangkan system optic FTIR digunakan radiasi laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) yang berfungsi sebagai radiasi yang diinterferensikan dengan radiasi infra merah agar sinyal radiasi infra merah yang diterima detector secara utuh dan lebih baik.

Karakterisasi selanjutnya yaitu menggunakan alat FTIR untuk melihat gugus fungsi dari bentonit maupun surfaktan kationik dan anionic.



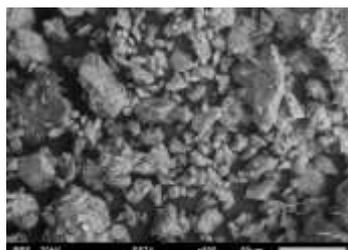
Gambar 4 Grafik FTIR sampel bentonit sebelum dan sesudah dimodifikasi

Dari gambar 4 sampel bentonit sebelum dimodifikasi surfaktan diperoleh gugus O-H panjang gelombangnya yaitu 3510 cm⁻¹ dan setelah penambahan surfaktan gugus O-H menurun menjadi 3501 cm⁻¹ menunjukkan bahwa interkalsi surfaktan kedalam interlayer bentonit mengakibatkan sifat dari bentonit berubah menjadi hidrofobik. Bentonit setelah dimodifikasi didapatkan gugus Br-H yang mengidentifikasi CTAB pada Panjang gelombang 3019 cm⁻¹, sedangkan untuk mengidentifikasi SDS yaitu pada gugus S-H yaitu pada Panjang gelombang 3419 cm⁻¹, gugus S-O yaitu Panjang gelombang 1230 cm⁻¹ dan gugus C-H pada Panjang gelombang 1098 cm⁻¹.

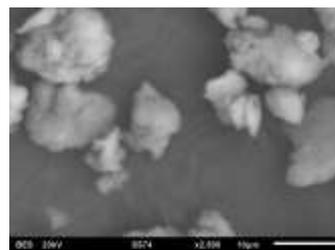
E. Analisa Scanning Electron Microscope (SEM)

Morfologi nanocomposites diselidiki oleh *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada suhu kamar. Sebuah mikroskop resolusi tinggi yang dioperasikan pada tegangan 20 kV dipercepat digunakan untuk SEM untuk mengamati permukaan material seperti nanofiller aglomerasi dan distribusinya. SEM permukaan sampel dipotong menggunakan ultramicrotome dilengkapi dengan pisau berlian pada 100°C dan kemudian dilapisi dengan platinum. Pada prinsipnya, jika ada perubahan material dari permukaan, maka material telah mengalami perubahan energi. Energi dapat dipancarkan, dipantulkan dan diserap dan diubah menjadi fungsi gelombang elektromagnetik lainnya yang dapat dibaca pada foto-foto SEM.

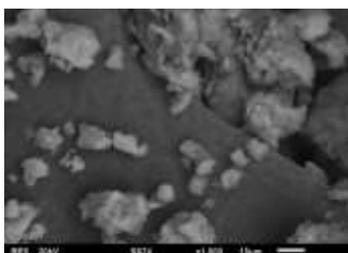
SEM memiliki sebuah senapan electron yang memproduksi electron pada tegangan dipercepat sebesar 2-30 kV. Berkas electron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan gambar berukuran <10 nm pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi.



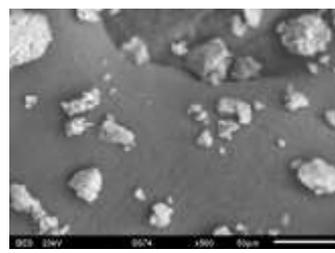
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 5. Hasil Analisa SEM bentonit sebelum modifikasi (a), bentonit modifikasi CTAB 0.7 CEC dan SDS 0.1 CEC (b), bentonit modifikasi CTAB 1 CEC dan SDS 0.2 CEC (c) dan bentonit modifikasi CTAB 1.3 CEC dan SDS 0.3 CEC (d)

Fraktografi dari hasil Analisa SEM pada gambar 5 kita dapat dilihat permukaannya semakin lama semakin kecil. Pada gambar (a) bentonit mentah (tanpa modifikasi) fraktografi yang dihasilkan berbentuk kristal dan memiliki ukuran lebih besar. Pada gambar (b), (c) dan (d) bentonit yang telah dimodifikasi menunjukkan surfaktan kationik maupun anionik telah terdispersi kedalam interlayer bentonit serta ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan bentonit mentah.

IV. KESIMPULAN

Menggunakan metode methylene blue diperoleh nilai CEC nya yaitu 95,2 meq/100 gram clay. Bentonit sebelum penambahan surfaktan, basal spacing yang diperoleh yaitu 14,18393 Å. Namun setelah penambahan surfaktan kationik pada 1,3 CEC dan SDS 0,3 CEC, basal spacing yang diperoleh meningkat yaitu 23,00023 Å yang dianalisa menggunakan alat XRD. Analisa FTIR menunjukkan bahwa gugus O-H pada panjang gelombang 3510 cm^{-1} dan setelah penambahan surfaktan gugus O-H menurun 3501 cm^{-1} . Serta hasil SEM menunjukkan bahwa surfaktan telah terdispersi kedalam interlayer bentonit.

REFERENSI

- [1] Krupskaya, V.V., Zakusin, S.V., Tyupina, E.A., Dorzhieva, O.V., Zukhlistov, A.P., Belousov, P.E., Timofeeva, M.N, 2017; Experimental Study of Montmorillonite Structure and Transformation of Its Properties under Treatment with Inorganic Acid Solutions. Minerals. Vol.7, hal 1-15.
- [2] Chen, Daimei., Jian Chen., Xinlong Luan., Haipeng Ji., Zhiguo Xia., 2011; Characterization of Anion-Cationic Surfactants Modified Montmorillonite and its Application for the Removal of Methyl Orange. Chemical Engineering Journal. Vol.171. Hal: 1150-1158.
- [3] Alves, Lopes, J., Rosa, P., Morales, A., 2017; Evaluation of Organic Modification of Montmorillonite With Ionic and Nonionic Surfactants. Applied Clay Science. Vol.150. Hal: 23-33.
- [4] Yolefa, A., Djambazov, S., Michailov, G., 2016; Organic Modification Of Bulgarian Bentonite By An Easy Low Cost Method. Journal of Chemical Technology and Metallurgy. Vol. 51, hal. 275-280.
- [5] Rihayat, T., Riza, M., Mulyati., Maulana., 2018; The Ultrasound Effect of Surfactant on the preparation of natural bentonite Nisam, North Aceh. Vol. 953.
- [6] Yener, N., Cengiz, B., Musereef, O., Yuksel, S., 2012; Simultaneous determination of cation exchange capacity and surface area of acid activated bentonite powders by methylene blue sorption. Vol. 258, hal. 2534-2539.
- [7] Turkoz, M., Hasan, T., 2011; The Use Of Methylene Blue Test For Predicting Swell Parameters Of Natural Clay Soils. Vol. 6 (8), hal. 1780-1792.
- [8] Liao, L., Goucheng, Lv., Dongxue, C., Limei, W., 2015; The Sequential Intercalation Of Three Types Of Surfactants Into Sodium Montmorillonite.
- [9] Martinez, J., Volzone, C., Garrido, L., 2017; evaluation of polymeric al-modified bentonite for its potential application as ceramic coating. Vol. 149, hal: 20-27.