

**MODIFIKASI KAOLIN DENGAN SURFAKTAN BENZALKONIUM KLORIDA DAN
KARAKTERISASINYA MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER
INFRA MERAH**

Nelly Wahyuni

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Tanjungpura, Pontianak
Jl. Jend. A Yani, Pontianak, 78124, telp/fax 0561-577963
E-mail: nelly_kimiauntan@yahoo.co.id

Abstrak

Modifikasi kaolin Capkala dengan surfaktan benzalkonium klorida telah dilakukan dengan mereaksikan kaolin dalam surfaktan selama 8 jam dengan pengadukan pada kecepatan 150 rpm. Modifikasi dilakukan dalam berbagai variasi konsentrasi surfaktan dan suhu aktivasi. Kaolin termodifikasi dikarakterisasi menggunakan Spektrometer Infra Merah. Kaolin termodifikasi menunjukkan adanya serapan C-H simetri dari gugus CH₂ yang merupakan indikasi adanya surfaktan pada kaolin. Berdasarkan uji adsorpsi terhadap ion klorida, maka diperoleh kaolin termodifikasi terbaik pada konsentrasi 2,5 x 10⁻² M dengan temperatur aktivasi 250 °C dengan persentase ion klorida teradsorpsi sebesar 23,33%.

Kata kunci : kaolin, surfaktan, benzalkonium klorida, spektrofotometer infra merah

**MODIFICATION OF KAOLIN CLAY WITH BENZALCONIUM CHLORIDE SURFACTANT
AND ITS CHARACTERIZATION USING
INFRA RED SPECTROPHOTOMETER**

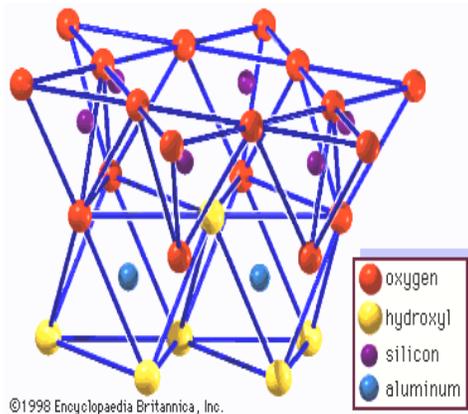
ABSTRACT

Modification of kaolin clay from Capkala, Bengkayang by benzalconium chloride as surfactant has been performed by mixing kaolin with surfactant for 8 hours through agitation at 150 rpm. The modification was carried out in several variations of surfactant concentration and activation temperature. The modified kaolin was characterized by using Infrared Spectrophotometer (IR). The infrared spectra exhibited absorption of symmetrical C-H vibration from CH₂ functional group, which indicated the existence of surfactant in the kaolin. Adsorption test for chloride ion resulted that the kaolin was optimally modified by using a concentration of 2,5 x 10⁻² M for surfactant concentration with activation temperature at 250°C, giving a result of 23,33% of the chloride ion being absorbed.

Key Words: Kaolin, surfactant, benzalkonium chloride, Infrared Spectrophotometer

PENDAHULUAN

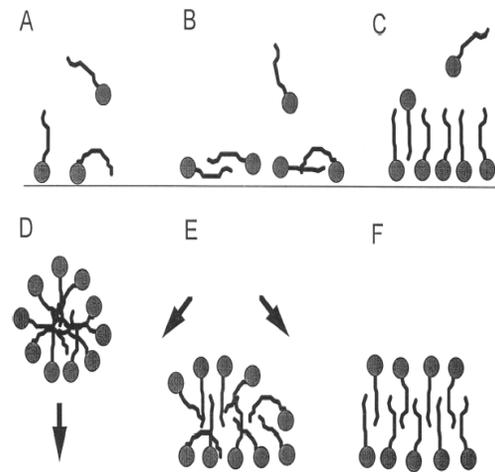
Secara geologis kaolin adalah mineral alam dari kelompok silikat yang berbentuk kristal dengan struktur berlapis (gambar 1).



Gambar 1. Struktur kaolinit (Anonim^a, 2008)

Sebagai polimer anorganik, mineral kaolin dikelompokkan sebagai penukar ion anorganik yang secara alami dapat melakukan proses pertukaran dengan ion lain dari luar dengan adanya pengaruh air (Muhdarina dan Linggawati, 2003). Kerangka struktur lempung bersitus negatif dan mengikat kation untuk menetralkan muatannya. Muatan negatif ini berasal dari rasio antara silika dan alumina (Si/Al) yang relatif kecil dan permukaan kaolin yang mempunyai gugus oksigen dan hidroksil yang tersembul, sehingga menimbulkan titik-titik bermuatan negatif (Tan, 1995). Kation yang terikat dapat dipertukarkan oleh kation lain sehingga kaolin berpotensi sebagai penukar kation.

Usaha untuk memperoleh kaolin yang bermuatan positif dapat dilakukan dengan proses modifikasi menggunakan surfaktan kationik. Surfaktan terikat pada kaolin melalui pertukaran ion dengan Na^+ maupun melalui ikatan molekuler. Surfaktan kation merupakan senyawa organik rantai panjang yang terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan ekor. Bagian kepala bermuatan positif dan bersifat hidrofilik sedangkan bagian ekor tidak bermuatan dan bersifat hidrofobik. Surfaktan dapat membentuk misel, monolayer atau bilayer pada permukaan kaolin modifikasi tergantung dari konsentrasi surfaktan yang digunakan (gambar 2).



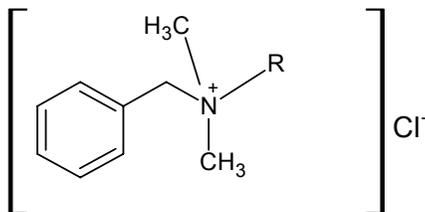
Gambar 2. Konsep monomer, bilayer dan serapan misel pada permukaan mineral

Menurut Sullivan *et al.* (1997) dan Jean and Louis (1994), di bawah konsentrasi kritis misel (KKM), akan terbentuk monolayer dan di atas KKM terbentuk bilayer.

Adanya muatan positif dan sifat hidrofobik pada kaolin modifikasi diharapkan dapat memberdayakan dan meningkatkan efisiensi kaolin yang semula hanya sebagai adsorben kation dapat digunakan sebagai adsorben anion dan adsorben molekul non polar. Hal ini terutama bila dikaitkan dengan aplikasi kaolin untuk penanganan air limbah yang di dalamnya tidak hanya mengandung kation, tetapi juga anion dan molekul non polar.

Modifikasi permukaan mineral dengan surfaktan telah banyak dilaporkan dalam literatur seperti pada permukaan klinoptilolit (Li and Bowman, 1997; Sullivan *et al.*, 1997) dan zeolit-A (Kumar *et al.*, 2007). Surfaktan kationik dilaporkan memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi dan dapat meningkatkan kapasitas tukar anion seperti kromat (Bajda and Klapyta, 2006), sulfat, fosfat (Vujakovic *et al.*, 2003) dan arsenik (Kumar *et al.*, 2007).

Pada penelitian ini, akan dilakukan modifikasi kaolin dengan surfaktan kationik Benzalkonium Klorida (gambar 3).



Gambar 3. Struktur molekul surfaktan BKC

Benzalkonium Klorida atau *Benzalconium Chloride* (BKC) adalah surfaktan kation dengan rumus umum $C_6H_5CH_2N(CH_3)_2RCl$, dimana R adalah gugus alkil dari C_8H_{17} sampai $C_{18}H_{37}$. Sifat-sifat BKC diantaranya berbentuk cair pada suhu $20^\circ C$, memiliki densitas $0,97 \text{ g/mL}$, larut dalam air, pH 7,5, material aktif 50% dan KKM 5,00 mM (Anonim, 2008). Metode yang dilakukan yaitu melalui proses peleburan dan reaksi hidrotermal antara kaolin dengan NaOH yang dilanjutkan reaksi dengan surfaktan. Kaolin termodifikasi selanjutnya dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer infra merah (IR).

Spektrofotometer IR adalah alat yang dapat mengukur energi vibrasi atom-atom yang berikatan. Serapan IR berkaitan dengan vibrasi molekul atau atom, dan hanya radiasi dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi vibrasi tersebut yang akan diserap. Metode yang paling luas digunakan adalah teknik pelet KBr. Analisa spektra dilakukan di daerah bilangan gelombang $400-4000 \text{ cm}^{-1}$.

Spektrum IR dapat memberikan keterangan tentang molekul. Untuk memperoleh informasi struktur dari spektra IR maka informasi mengenai frekuensi atau bilangan gelombang gugus tertentu sangatlah penting.

Frekuensi vibrasi dari ikatan dapat dihitung berdasarkan hukum Hooke dengan persamaan (Sastrohamidjojo, 1992):

$$\nu = 1/2 \pi c \sqrt{k(m_1 + m_2)/(m_1 \cdot m_2)}$$

dimana, ν = frekuensi

c = kecepatan cahaya (3×10^{10} cm/detik)

k = tetapan gaya untuk ikatan

m_1, m_2 = massa dari atom

Ciri khas kaolin yang muncul pada daerah frekuensi gugus fungsional dan daerah sidik jari seperti tampak pada Tabel 1, sedangkan tabel 2 adalah daerah spektra IR untuk gugus organik (Tan, 1995; Wongwiwattana, 2002; Wahyuni, dkk., 2004; Kumar *et al.*, 2007):

Tabel 1. Daerah gugus-gugus fungsional dan daerah sidik jari kaolin

<i>Bilangan gelombang (cm⁻¹)</i>	<i>Vibrasi</i>
3634-3620, 3800-3600	O-H rentangan, OH oktahedral
3435-3433	H- O-H hidrogen molekul air
1635-1629	H- O-H deformasi
1100-1005, 1020	Si-O , Al-O regangan
916-915, 888-842	O-H deformasi yang terikat kation
778-754, 696, 755	Si-O deformasi
694-671	Si-O-Si tekuk
537, 523-520,	Si-O-Al tekuk oktahedral
420-500, 429	Si-O-Al ulur

Tabel 2. Daerah vibrasi gugus-gugus organik

<i>Bilangan gelombang (cm⁻¹)</i>	<i>Vibrasi</i>
3000-2850, 2926, 2853	C-H alkana rentangan
1450-1375	-CH ₃ (bengkokan)
1465	-CH ₂ - (bengkokan)
3159-3050	aromatik rentangan
900-690	aromatik keluar bidang
1680-1600	C=C alkana
1600-1475, 1500-1450	C=C aromatik
1300-1000	C-O rentangan

METODOLOGI

Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan adalah natrium hidroksida (NaOH) p.a, kalium kromat (K₂Cr₂O₄), perak nitrat (AgNO₃) dan surfaktan BKC

(C₆H₁₃N(CH₃)₂C₁₃H₂₇Cl) teknis. Lempung kaolin diambil dari Desa Capkala Kabupaten Bengkayang Provinsi Kalimantan Barat.

Alat-alat utama yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah

ayakan 120 *mesh* dan spektrofotometer inframerah Shimadzu FTIR-8201 PC.

Preparasi kaolin modifikasi

Pembuatan kaolin preparasi modifikasi diawali dengan memanaskan kaolin pada temperatur 600°C selama 4 jam dalam tanur. Setelah dingin, dilakukan peleburan terhadap kaolin hasil kalsinasi dengan padatan NaOH dengan perbandingan 1 : 1 (jumlah Al dalam kaolin : NaOH) pada temperatur 400°C selama 1 jam. Hasil peleburan kemudian dilarutkan dalam akuades (10 g kaolin/100mL air), setelah diaduk kemudian diperam selama 24 jam. Hasil pemeraman direaksikan secara hidrotermal dalam alat refluks pada 90°C selama 9 jam. Hasil reaksi hidrotermal kemudian dicuci dengan akuades sampai netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 2 jam. Padatan yang diperoleh kemudian dikarakterisasi dengan spektrofotometer IR.

Modifikasi kaolin dengan surfaktan

Modifikasi dilakukan mengikuti metode Li and Bowman (1997) dan Sullivan *et al.* (1997) : kaolin preparasi dicuci dengan akuades pH 10 kemudian dicampurkan dengan larutan surfaktan dengan perbandingan 1 : 5 (padatan : cairan). Konsentrasi surfaktan dibuat

bervariasi 0 (tanpa surfaktan) $2,5 \times 10^{-2}$, 1×10^{-2} , 5×10^{-3} dan $2,5 \times 10^{-3}$ M (KKM 5×10^{-3} M) untuk 10 gram kaolin preparasi dan 50 ml surfaktan. Campuran diaduk menggunakan *shaker* selama 8 jam dengan kecepatan 150 rpm. Setelah itu, endapan disaring dan dicuci dengan akuabides dan dikeringkan di udara selama 6 jam. Padatan dipanaskan 150°C, 250°C dan 350°C, kemudian dikarakterisasi. Konsentrasi surfaktan terbaik yang terikat pada kaolin, ditentukan dengan uji Cl^- menggunakan metode titrasi argentometri.

Uji adsorpsi kaolin termodifikasi terhadap Cl^-

Sebanyak 0,2 gram kaolin hasil modifikasi untuk variasi konsentrasi surfaktan dan temperatur aktivasi dimasukkan dalam erlenmeyer yang berisi masing-masing 25 mL larutan Cl^- , kemudian diaduk dengan *rotary shaker* kecepatan 100 rpm selama 8 jam. Selanjutnya, suspensi analit yang telah diinteraksikan dengan adsorben dipisahkan dengan cara disaring. Larutan yang terpisah (supernatan) ditentukan kadar Cl^- menggunakan metode titrasi argentometri. Penentuan kadar Cl^- mengacu pada SNI (2004) sebagai berikut: dibuat larutan baku perak nitrat (AgNO_3) dengan NaCl 0,1 N kemudian dilanjutkan dengan penentuan kadar Cl^- dengan cara dipipet 20 mL

supernatan, kemudian ditambahkan 3 tetes larutan indikator K_2CrO_4 5 %, setelah itu dititrasi dengan larutan baku $AgNO_3$ sampai titik akhir titrasi dengan terbentuknya endapan berwarna merah kecoklatan dari Ag_2CrO_4 dan dicatat volum $AgNO_3$ yang digunakan, dilakukan titrasi blanko dengan cara yang sama. Kadar Cl^- dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar } Cl^- \text{ mg/L} = \frac{(A - B) \times N \times 35,450}{V}$$

dimana:

A adalah volum larutan baku $AgNO_3$ untuk titrasi contoh uji (mL)

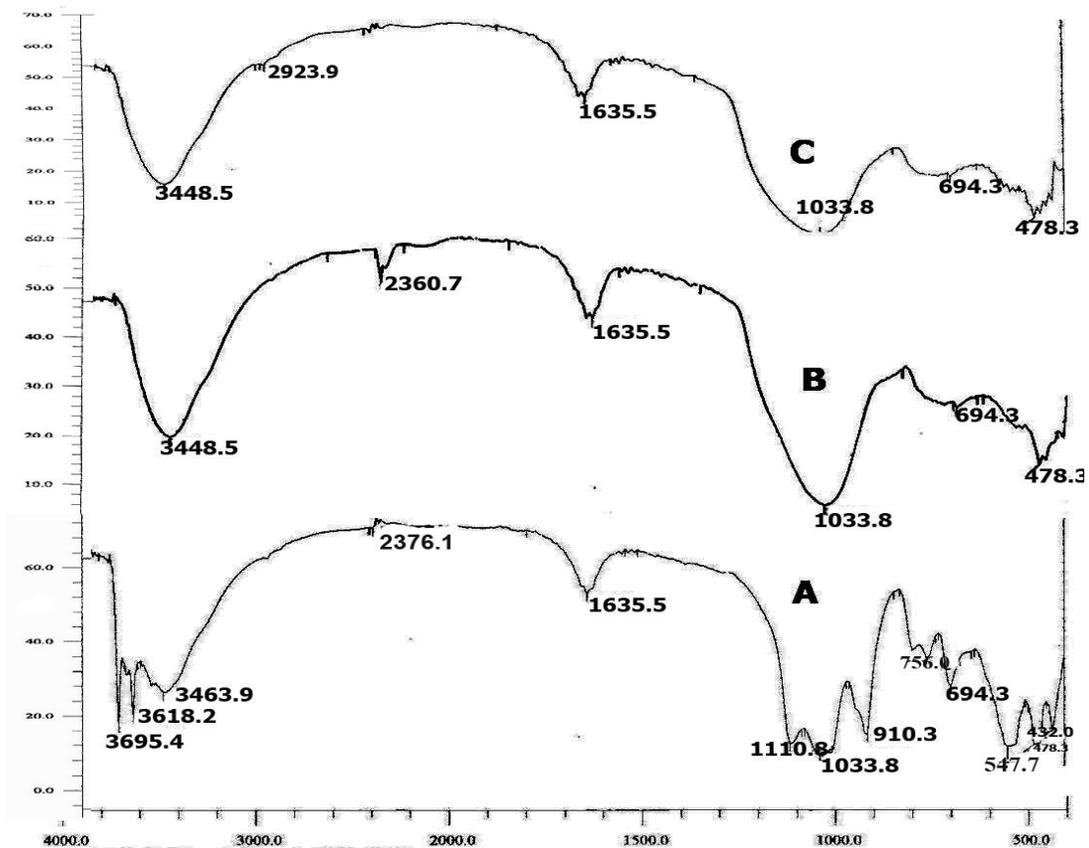
B adalah volum larutan baku $AgNO_3$ untuk titrasi blanko (mL)

N adalah normalitas larutan baku $AgNO_3$ (mgrek/mL)

V adalah volum contoh uji (mL)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektra IR kaolin, kaolin hasil preparasi dan kaolin termodifikasi surfaktan diperlihatkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Spektrum IR kaolin alam (A) kaolin preparasi (B) dan kaolin termodifikasi surfaktan (C)

Perubahan pada struktur oktahedral kaolin dibuktikan pada hilangnya puncak di daerah vibrasi O-Al-OH dan Al-OH oktahedral yaitu di bilangan gelombang 1110,9 dan 910,3 cm^{-1} dan meningkatnya luasan puncak spektrum pada bilangan gelombang 1033,8 cm^{-1} . Berdasarkan Gambar 4.B puncak pada bilangan gelombang 1033,8 cm^{-1} dengan intensitas kuat dan tajam mengindikasikan munculnya TO_4 (disebut vibrasi internal) atau vibrasi regangan asimetris Si-O dan Al-O di dalam tetrahedral (Sutarno, dkk., 2003). Hal ini didukung dengan hilangnya puncak pada bilangan gelombang 547,7 cm^{-1} yang merupakan daerah vibrasi Al oktahedral dan 432,0 cm^{-1} untuk tekuk O-Al-O dan memberikan serapan tunggal pada bilangan gelombang 478,3 cm^{-1} . Serapan 478,3 cm^{-1} dengan intensitas lebih tajam dan kuat diduga berasal dari vibrasi lentur T-O. Hal ini mirip dengan hasil yang ditemukan oleh Kumar *et al.* (2007) gugus yang kuat pada 420–500 cm^{-1} menandakan T-O lentur. Sedangkan puncak di bilangan gelombang 694,3 cm^{-1} (Gambar 4.A) merupakan daerah vibrasi regang Si-O simetri (Wongwiwattana, 2002) mengalami penurunan (Gambar 4.B).

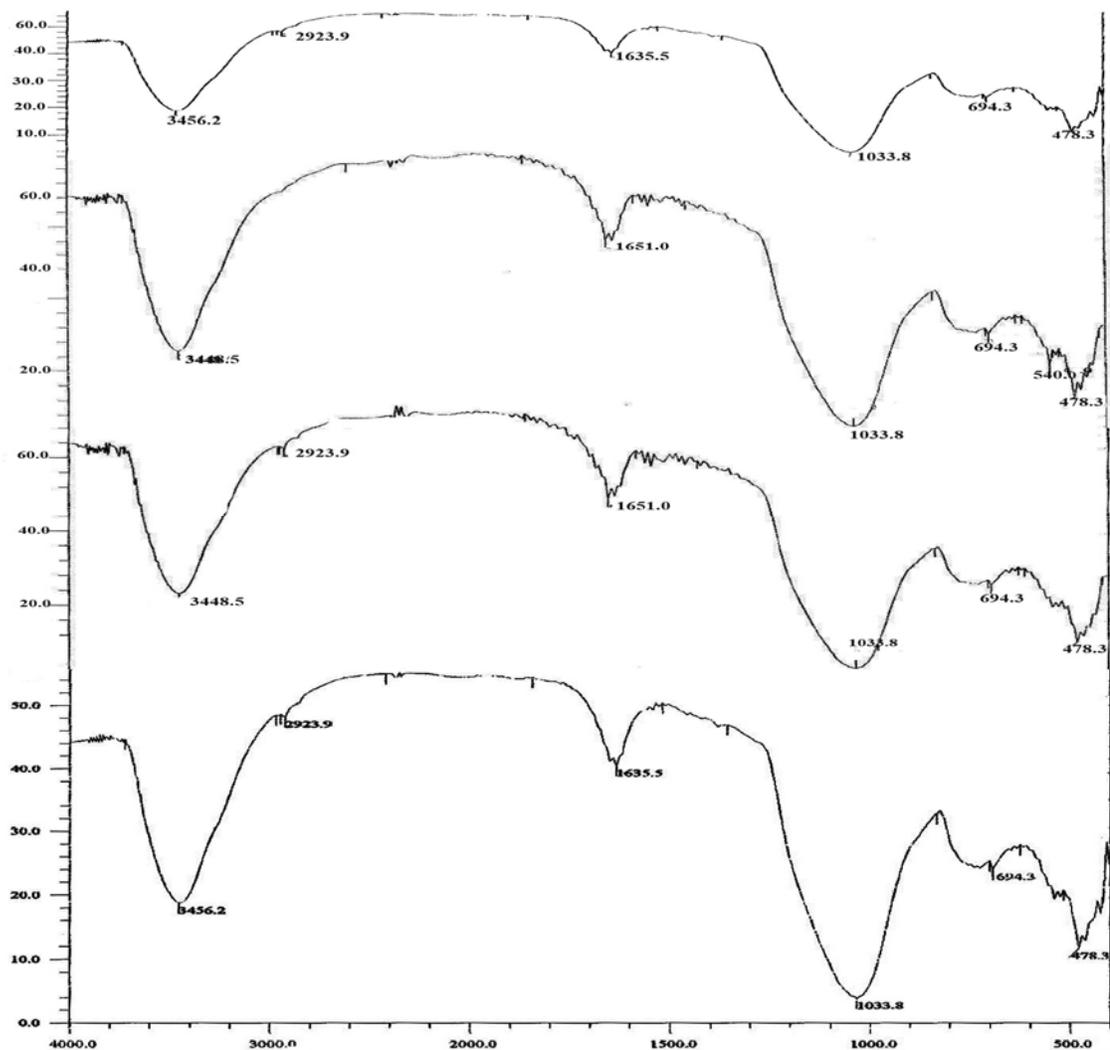
Penurunan intensitas puncak merefleksikan bahwa gugus yang menghasilkan vibrasi regang Si-O simetri kaolin alam semakin berkurang.

Pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap jumlah surfaktan di kaolin termodifikasi

Modifikasi surfaktan bertujuan untuk mengikatkan surfaktan pada kaolin yaitu pada permukaannya yang bersifat hidrofobik dan mengemban kation Na yang aktif pada strukturnya. Adsorpsi surfaktan pada permukaan kaolin melibatkan interaksi molekul dengan permukaan dan antar molekul. Interaksi ini mempengaruhi agregat surfaktan yang terbentuk. Agregat surfaktan yang terbentuk pada permukaan kaolin ditentukan oleh konsentrasi surfaktan yang masuk. Semakin besar konsentrasi surfaktan, interaksi antar molekul-molekul semakin besar sehingga agregat yang terbentuk meningkat dari *monolayer* menjadi *bilayer* dan jumlah yang terikat lebih banyak. Agregat yang terbentuk berperan dalam menentukan sifat permukaan kaolin yang diikat. Surfaktan yang membentuk agregat *bilayer* akan mengadsorpsi anion lebih banyak (Kumar *et al.*, 2007).

Berdasarkan spektra IR (gambar 5) terlihat bahwa konsentrasi surfaktan tidak mempengaruhi keberadaan surfaktan yang terikat melainkan cenderung lebih berpengaruh pada agregat yang terbentuk dan jumlah yang terikat (Faghihian *et al.*, 2003) yang dilihat dari intensitasnya. Fakta ini

mendukung penjelasan sebelumnya bahwa konsentrasi mempengaruhi agregat surfaktan yang terbentuk dan jumlah yang terikat. Menurut Sullivan *et al.* (1997) surfaktan dengan konsentrasi di bawah KKM agregat surfaktan berbentuk agregat *monolayer*.



Gambar 5 Spektra IR kaolin termodifikasi pada temperatur 250°C dengan variasi konsentrasi (A) $2,5 \times 10^{-3}$ M (B) 5×10^{-3} M (C) 1×10^{-2} M (D) $2,5 \times 10^{-2}$ M.

Hal ini dibuktikan pada Gambar 5A, diperkirakan pada konsentrasi $2,5 \times 10^{-3}$ M surfaktan yang terikat berupa *monolayer* yang tertata rapi dan menggantikan Na^+ . Puncak pada bilangan $2923,9 \text{ cm}^{-1}$ ini diperkirakan berasal dari surfaktan yang terikat dalam struktur kaolin melalui pertukaran ion dengan Na^+ . Konsentrasi yang rendah mengakibatkan jumlah Na^+ tertukar juga rendah. Intensitas puncak di bilangan gelombang $2923,9 \text{ cm}^{-1}$ lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 1×10^{-2} M dan $2,5 \times 10^{-2}$ M. Intensitas puncak di bilangan gelombang $2923,9 \text{ cm}^{-1}$ pada konsentrasi 1×10^{-2} M lebih besar dibandingkan dengan $2,5 \times 10^{-2}$ M, karena pada konsentrasi 1×10^{-2} M ini surfaktan yang berbentuk agregat *bilayer* jumlahnya kecil sehingga diperkirakan jumlah agregat dengan struktur *bilayer* yang terikat menggantikan Na^+ masih sedikit.

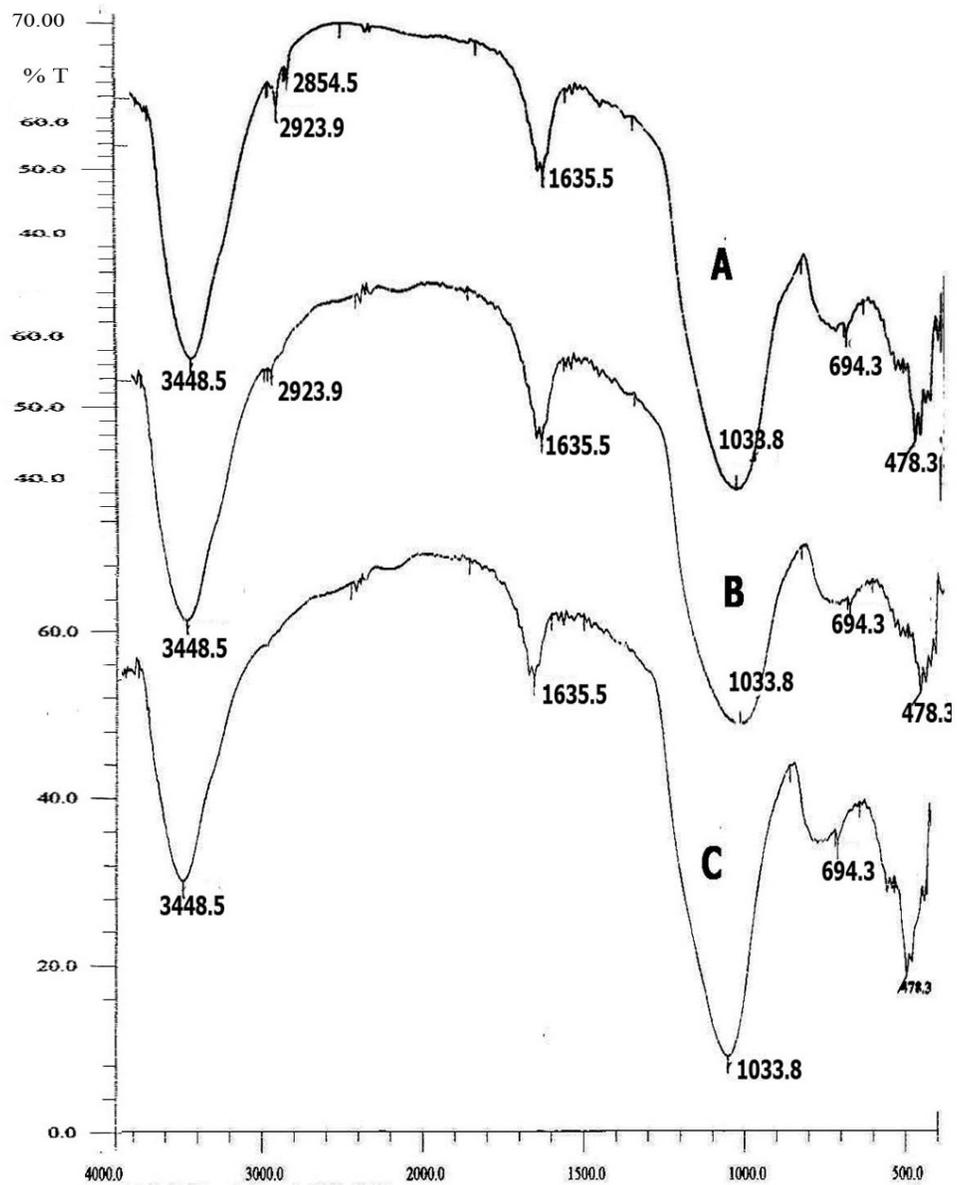
Pengaruh pemanasan terhadap stabilitas kaolin termodifikasi

Kestabilan surfaktan terhadap termal perlu ditentukan untuk mengetahui temperatur yang tepat bagi surfaktan untuk terikat kuat pada kaolin. Oleh karena itu pada penelitian ini dikaji pengaruh temperatur terhadap jumlah surfaktan yang terikat pada kaolin pada konsentrasi terbaik. Hasil kaolin termodifikasi surfaktan oleh pengaruh temperatur disajikan dalam Gambar 6.

Pada pemanasan temperatur $150 \text{ }^\circ\text{C}$ muncul dua puncak pada bilangan gelombang $2923,9 \text{ cm}^{-1}$ dan $2854,5 \text{ cm}^{-1}$ seperti pada Gambar 6.A. Kedua puncak ini merupakan daerah vibrasi yang dimiliki oleh surfaktan BKC. Puncak $2923,9 \text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah vibrasi ulur C-H simetri seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Sedangkan puncak $2854,5 \text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah vibrasi ulur C-H asimetri (Wahyuni, dkk., 2004). Keberadaan kedua puncak ini mengindikasikan surfaktan yang terikat lebih banyak dibandingkan dengan pemanasan pada temperatur 250°C seperti pada Gambar 6.B. Diasumsikan pada temperatur $250 \text{ }^\circ\text{C}$ surfaktan yang terikat lebih stabil dibandingkan dengan $250 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $350 \text{ }^\circ\text{C}$. Hal ini terlihat pemanasan pada temperatur $250 \text{ }^\circ\text{C}$ jumlah surfaktan yang terikat menjadi berkurang yang diindikasikan dengan hilangnya puncak serapan pada bilangan gelombang $2854,5 \text{ cm}^{-1}$.

Berbeda halnya dengan yang terjadi pada pemanasan temperatur $350 \text{ }^\circ\text{C}$ surfaktan BKC lepas atau menguap. Lepasnya surfaktan dari kaolin dapat dilihat dengan hilangnya dua puncak pada bilangan gelombang $2923,9 \text{ cm}^{-1}$ dan $2854,5 \text{ cm}^{-1}$ seperti terlihat pada Gambar 4.C. Hal ini sesuai dengan dugaan bahwa surfaktan BKC merupakan molekul organik yang memiliki stabilitas termal yang rendah. Dugaan ini juga telah dibuktikan oleh

Wahyuni (2005) pada suhu 400 °C lempung modifikasi.
surfaktan BKC lepas atau menguap dari

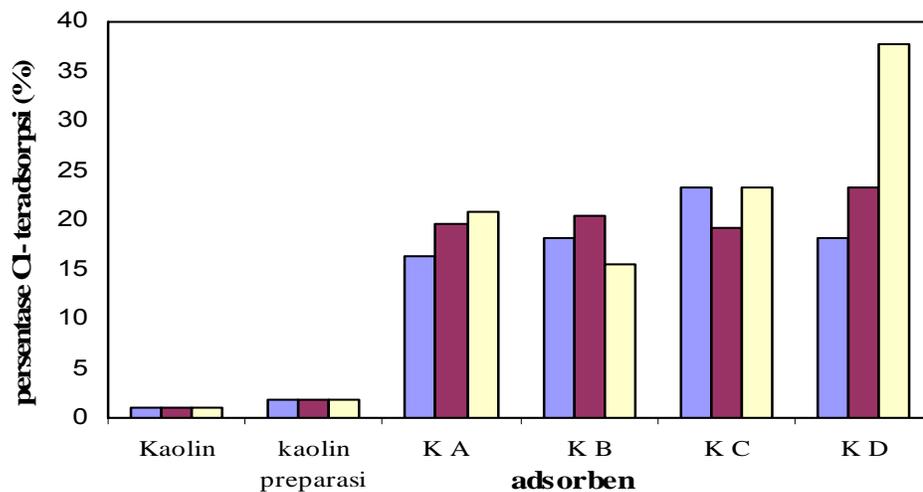


Gambar 6 Spektra IR kaolin termodifikasi pada konsentrasi $2,5 \times 10^{-2}$ M dengan variasi temperatur: (A) 150°C (B) 250°C (C) 350°C

Adsorpsi Ion Klorida oleh Kaolin Termodifikasi Surfaktan BKC

Sebagai polimer anorganik, kaolin dan kaolin preparasi juga dapat mengadsorpsi Cl^- seperti Gambar 7. Hal ini karena adanya adsorpsi fisik oleh kaolin yang terjadi pada permukaan yang tidak bermuatan negatif. Terlihat kaolin preparasi mengadsorpsi Cl^- lebih tinggi

daripada kaolin meskipun tidak signifikan, karena struktur kaolin preparasi mengemban Na^+ aktif. Diasumsikan Na^+ yang berada di permukaan mengikat Cl^- . Modifikasi kaolin dengan surfaktan BKC berdampak pada kenaikan persentase adsorpsi dari 1,1% menjadi 23,33%.



Gambar 7. Adsorpsi Cl^- pada kaolin termodifikasi pada variasi suhu aktivasi (■) 150°C, (■) 250°C, (■) 350°C

Keterangan :

K A : kaolin termodifikasi surfaktan $2,5 \times 10^{-3}$ M

K B : kaolin termodifikasi surfaktan 5×10^{-3} M

K C : kaolin termodifikasi surfaktan 1×10^{-2} M

K D : kaolin termodifikasi surfaktan $2,5 \times 10^{-2}$ M

Peningkatan Cl^- yang terserap memperlihatkan perbedaan karakter dan jumlah surfaktan yang terikat pada kaolin. Sebagai senyawa aluminosilikat yang bersifat hidrofobik, kaolin memiliki kemampuan mengikat ekor surfaktan yang bersifat hidrofobik sesuai konsep *like dissolve likes*. Ada dua mekanisme ikatan yang terjadi yaitu ikatan molekuler oleh sifat hidrofobik dan ikatan

elektrostatik melalui pertukaran ion. Karakter dan jumlah surfaktan yang terikat pada kaolin ditentukan oleh konsentrasi surfaktan (Wahyuni, 2005).

Menurut Sullivan *et al.* (1997) dibawah KKM adsorpsi dilakukan oleh monomer surfaktan dalam bentuk monolayer dan meningkat menjadi *bilayer* bergantung pada konsentrasi surfaktan. Adsorpsi Cl^- oleh kaolin

dengan konsentrasi surfaktan dibawah KKM $2,5 \times 10^{-3}$ M memperlihatkan peningkatan seiring dengan peningkatan temperatur aktivasi. Pada temperatur 150°C mengindikasikan adsorpsi dilakukan oleh agregat surfaktan yang berbentuk *monolayer* pada permukaan kaolin. Pada temperatur 250°C diasumsikan adsorpsi dilakukan oleh surfaktan yang tertukar dengan Na^+ dalam struktur dan oleh pori akibat pemanasan karena Cl^- ukurannya kecil yaitu sekitar $1,81 \text{ \AA}$ (Wardhani, dkk., 2004). Pemanasan 250°C mengakibatkan surfaktan yang berikatan molekuler cenderung lepas, karena ikatan molekuler merupakan ikatan kimia yang lemah. Sedangkan pada temperatur 350°C , yang terjadi adalah adsorpsi pori secara keseluruhan. Hal ini mengacu pada teori yang dinyatakan oleh Sutarno, dkk., (2003) bahwa surfaktan berfungsi sebagai cetakan dalam sintesis bahan anorganik berpori dengan metode kalsinasi.

Pada KKM 5×10^{-3} M, adsorpsi juga mengalami peningkatan. Pada temperatur 350°C persentase Cl^- yang teradsorpsi menurun, fenomena ini diperkirakan pada temperatur ini struktur kaolin sudah rusak karena mulai dari pemanasan pada temperatur 250°C telah menunjukkan surfaktan yang tertukar dengan Na^+ lepas karena ketidakstabilan ikatannya, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Sehingga pada temperatur

250°C diperkirakan yang berperan dalam mengadsorpsi Cl^- adalah pori.

Konsentrasi surfaktan diatas KKM 1×10^{-2} M menunjukkan adsorpsi yang tinggi pada temperatur 150°C dan 350°C dan menurun pada temperatur 250°C . Fenomena ini memberikan informasi bahwa pada konsentrasi ini sudah terjadi penyusunan surfaktan yang berbentuk agregat *bilayer*. Menurut Carr and Shantz (2005) peningkatan konsentrasi surfaktan menyebabkan pembentukan *bilayer* atau pemisahan surfaktan. Pada konsentrasi ini *bilayer* yang terbentuk belum stabil dan tertata dengan baik, sehingga ketika pemanasan ditingkatkan pada 250°C surfaktan yang membentuk *bilayer* cenderung ada yang lepas bersama surfaktan yang terikat secara molekuler. Surfaktan yang lepas sebagian meninggalkan bentuk *monolayer* dengan ekor di luar sehingga tidak dapat menyerap Cl^- yang menyebabkan terjadinya penurunan persentase adsorpsi Cl^- . Ketika pemanasan ditingkatkan pada temperatur 350°C surfaktan sisa yang berbentuk *monolayer* lepas dan menghasilkan pori, sehingga yang berperan dalam adsorpsi adalah pori dan surfaktan *bilayer* yang tertukar dengan Na^+ yang masih terikat dalam struktur karena ikatannya kuat.

Kaolin termodifikasi surfaktan dengan konsentrasi $2,5 \times 10^{-2}$ M pada suhu 250°C dipilih sebagai hasil modifikasi

yang terbaik yang digunakan untuk analisis. Pada konsentrasi ini mengindikasikan surfaktan yang terikat pada kaolin membentuk agregat *bilayer* yang stabil dan tertata dengan jumlah yang banyak. Fenomena ini diperkuat oleh Li (2007) yang menyatakan bahwa pada konsentrasi diatas KKM serapan ion bromida oleh surfaktan kationik maksimum yang mengindikasikan adsorpsi dilakukan oleh surfaktan berbentuk *bilayer* pada permukaan zeolit. Sedangkan temperatur 250°C yang dipilih, karena pada temperatur ini surfaktan lebih stabil secara termal dibandingkan 150°C dan 350°C (Rayalu *et al.*, 2006). Menurut Saputra (2005) aktivasi kaolin dapat dilakukan dengan cara pemanasan dengan suhu tetap 230°C. Pada temperatur 350°C dikhawatirkan surfaktan yang terikat sudah mulai lepas sehingga yang berperan dalam adsorpsi adalah pori.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian menggunakan spektrofotometer infra merah dapat disimpulkan bahwa konsentrasi surfaktan berpengaruh terhadap karakter dan jumlah surfaktan yang terikat pada kaolin yang akhirnya berpengaruh terhadap persentase adsorpsi Cl⁻. Kaolin modifikasi dengan surfaktan BKC pada konsentrasi $2,5 \times 10^{-2}$ M dengan temperatur aktivasi 250°C dapat meningkatkan persentase adsorpsi Cl⁻

menjadi 21x lipat dibandingkan kaolin alam.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim^a, 2008, <http://en.wikipedia.org/wiki/Kaolin> (13 Juni 2008)

Bajda, T., and Klapyta, Z., 2006, Sorption of Chromate by Clinoptilolite Modified with Alkylammonium Surfactants, *Mineralogia Polandia*, Vol.37, No.2.

Faghihian, H., Malekpour, A., and Maragheh, M.G., 2003, Modification of Clinoptilolite by Surfactants for Molybdate (⁹⁹Mo) Adsorption from Aqueous Solutions, *J. of. Scien.* 14(3): 239-245.

Jean and Louis, 1994, Interfacial Phenomena in Dispersed Systems, Laboratory of Formulation, Interfaces Rheology and Processes, Merida-Venezuela

Li and Bowman, 1997, Chromate Extraction from Surfactant-Modified Zeolite Surfaces, *J. Envir. Qual.*, 27: 1.

Li, 2007, Removal of Cationic Surfactants from water using clinoptilolite zeolite, Elsevier, Department of Geosciences, University of Wisconsin, Parkside, Kenosha, USA.

Muhdarina dan Linggawati, A., 2003, Pilarisasi Kaolinit Alam untuk Meningkatkan Kapasitas Tukar Kation, *J. Nat. Ind.*, 6: 20-23.

Rayalu, Udhoji, Meshram, Naidu and Devotta, 2005, Estimation of Crystallinity in Flyash-Based Zeolite-A Using XRD and IR Spectroscopy, *J. Curr. Scien.*, 89(12).

Saputra, R., 2005, Pemanfaatan Zeolit Sintesis sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri, *J.Chem.*

- Sastrohamidjojo, H., 1992, Spektroskopi Inframerah, Liberty, Jogjakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2004, Cara Uji Klorida (Cl⁻) dengan Metode Argentometri (Mohr), Dewan Standarisasi Nasional.
- Sullivan, Hunter and Bowman, 1997, Topological and Thermal Properties of Surfactant-Modified Clinoptilolite Studied by Tapping-Mode-Atomic Force Microscopy and High-Resolution Thermogravimetric Analysis, *clays and clay min.*, 45(1):42-53, Aiken, South Carolina.
- Sutarno, Arryanto, Y., dan Wigati, S., 2003, Pengaruh Rasio Mol Si/Al Larutan Prekursor pada Karakter Struktur MCM-41 dari Abu Layang, *Indo.J.of Chem.*, 3(2):126-134.
- Tan, K. H., 1995, Dasar-Dasar Kimia Tanah, Goenadi, D. H. (alih bahasa), Radjagukguk, B. (ed), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Vujakovic, A., Dakovic, A., Lemic, J., Mihajlovic, A., and Canovic, M.T., 2003, Adsorption of Inorganic Anionic Contaminants on Surfactant, Modified Minerals, Institute for the Technology of Nuclear and Other Mineral RawMaterials, Belgrade, Serbia and Montenegro, *J.Serb.Chem.Soc.*, 68(11):833-841.
- Wahyuni, N., Arryanto, Y., dan Kartini, A., 2004, Modifikasi Lempung Alam dengan Pemilar Besi Oksida dan Surfaktan Benzalkonium Klorida : Sintesis dan Karakterisasi dengan Spektrofotometer Inframerah (FTIR), Prossiding Seminar Nasional Kimia X, Jurusan Kimia FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- Wahyuni, N., 2005, Modifikasi Lempung Alam dengan Pemilar Besi Oksida dan Surfaktan Benzalkonium Klorida serta Aplikasinya sebagai Adsorben Pengotor minyak Daun Cengkeh, Program Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta, (Tesis).
- Wardhani, S., Setianingsih, T., dan Nirwana, F.T., 2004, Studi Pengaruh Konsentrasi pada Zeolit Alam Turen Terhadap Kemampuan Mengadsorpsi Anion, Di dalam: Rekayasa Material Anorganik untuk Kemandirian Bangsa; Prossiding Seminar Nasional Kimia XIV, Yogyakarta, 6-7 Sep 2004, Yogyakarta.
- Wijaya, K., Tahir, I., dan Baikuni, A., 2002, Sintesis Lempung Terpillar Cr₂O₃ dan Pemanfaatannya Sebagai Inang Senyawa p-nitroanilin, *Indon.J.Chem.*, Vol. 2 (1):11-19.
- Wongwiwattana, J., 2002, Synthesis and Kinetic Study of Zeolite Na-A from Thai Kaolin, Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Chemistry Suranaree University of Technology, (Thesis).