

Karakterisasi Kaolin Lokal Kalimantan Selatan Hasil Kalsinasi

Sunardi¹⁾, Utami Irawati¹⁾ dan Totok Wianto²⁾

Abstrak: Kajian tentang karakteristik kaolin lokal asal Tatakan, Tapin, Kalimantan Selatan setelah proses kalsinasi pada temperatur 800°C selama 3 jam telah dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur kaolin. Sampel kaolin sebelum dan setelah proses kalsinasi dianalisis menggunakan spektroskopi infra merah (FTIR), difraksi sinar X (XRD) dan scanning electron microscopy (SEM). Hasil analisis menggunakan FTIR menunjukkan terjadinya kerusakan struktur dari kaolin akibat proses kalsinasi yang ditandai dengan hilangnya puncak serapan khas dari kaolin. Berdasarkan data XRD dan analisis morfologi menggunakan SEM, proses kalsinasi menyebabkan perubahan struktur kaolin dari pseudoheksagonal berlapis menjadi fasa amorf.

Kata Kunci: *kaolin, kalsinasi, amorf*

PENDAHULUAN

Kaolin sering digunakan untuk menyebut mineral lempung putih yang mempunyai komposisi terbesar berupa kaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Partikel kaolin biasanya berupa lembaran heksagonal dengan diameter sekitar 0,05-10 μm (rata-rata 0,5 μm). Mineral kaolin dapat terjadi melalui proses pelapukan dan proses hidrotermal alterasi pada batuan beku felspartik dan mika. Kaolin biasanya berada sebagai mineral kaolinit murni, atau mineral yang berhubungan, misalnya, haloisit, nakrit dan dikrit yang bergabung dengan mineral lain seperti smektit, mika, kuarsa, dan feldspar sebagai pengotor (Murray, 1999).

Struktur kristal kaolin terdiri dari pasangan lapisan lembaran silika

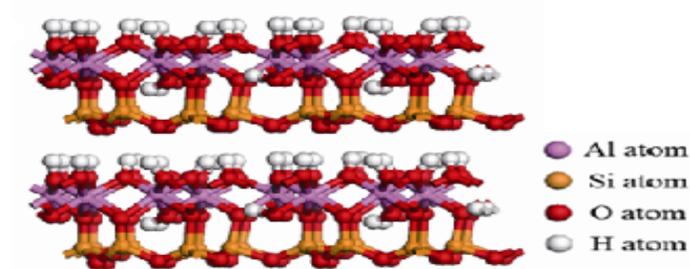
tetrahedral dan lembaran alumina oktahedral. Masing-masing pasangan dari lembaran tersebut bergabung melalui atom oksigen secara selang-seling menjadi satu kesatuan melalui ikatan hidrogen antara oksigen dari silika dan oksigen hidroksil dari alumina dengan ketebalan tiap lapisan sekitar 0,72 nm (Gambar 1). Ikatan hidrogen tersebut cukup kuat sehingga kaolin tidak mengembang ketika terhidrat dan kaolin hanya mempunyai luas permukaan luar. Kaolin merupakan salah satu mineral lempung dengan nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang relatif rendah (3-15 meq/100g) serta luas permukaan spesifik yang relatif kecil, yaitu tidak lebih dari 20 m^2/g (Konta, 1995).

¹⁾ Staf Pengajar Program Studi Kimia FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

Kaolin banyak digunakan untuk berbagai macam aplikasi dalam industri berdasarkan sifat fisika dan sifat kimianya. Pemanfaatan kaolin sebagian besar untuk industri kertas (45%), refraktori dan keramik (31%), fiberglas (6%), semen (6%), karet dan plastik (5%), cat (3%) dan lain

sebagainya (4%) (45%) (Murray, 2002). Untuk memperbaiki sifat kaolin, berbagai metode aktivasi telah dilakukan para peneliti misalnya melalui metode aktivasi asam, aktivasi basa dan metode aktivasi termal melalui proses kalsinasi (Belver et. al., 2002).



Gambar 1. Struktur Kaolin (Zhu et al. 2009)

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah spektrofotometer FTIR (Shimadzu FTIR Prestige-21 dan FTIR – 4200 type A), XRD (Shimadzu XRD-6000), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) JEOL JSM-6360, furnace, oven (*memert*), seperangkat alat gelas (*pyrex*), pengayak berukuran 170 mesh (*Retsch*), mortar, pengaduk magnet dan *hot plate stirrer*.

Prosedur Kerja

1. Preparasi kaolin

Sampel padatan kaolin dari daerah Tatakan, Tapin, Kalimantan Selatan dikeringkan dalam oven

selama 24 jam pada temperatur 90°C. Kaolin kering dihaluskan menggunakan penggerus porselin dan diayak hingga lolos saringan 170 mesh. Selanjutnya dilakukan proses purifikasi dengan metode sedimentasi dan sifoning seperti pada artikel sebelumnya (Sunardi, 2009).

2. Proses kalsinasi

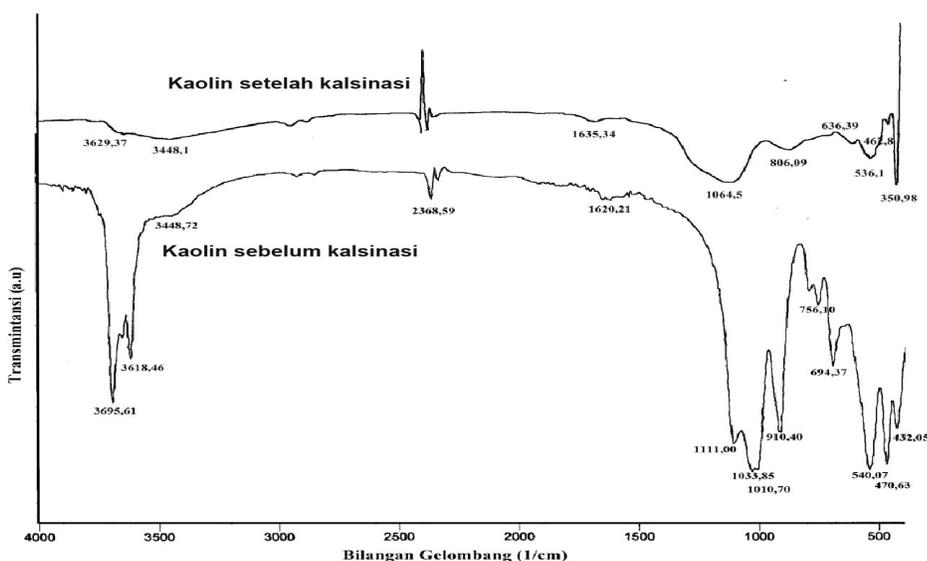
Kaolin hasil preparasi dimasukkan ke dalam cawan porselin. Selanjutnya dikalsinasi dengan *furnace* pada temperatur 800°C selama 3 jam. Kaolin hasil kalsinasi didinginkan hingga temperatur ruangan dan dianalisis menggunakan FTIR, XRD dan SEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan serapan spektra FTIR dari sampel kaolin sebelum proses kalsinasi pada Gambar 2, terlihat puncak serapan tajam pada daerah 400 cm^{-1} yang merupakan serapan hasil vibrasi Si-O dan puncak serapan pada daerah $540,07\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan hasil vibrasi ulur dari Si-O-Al^{VI} (Al oktahedral). Pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang $1010,70$ dan $1033,85\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur Si-O⁻ yang merupakan serapan khas dari mineral kaolinit. Selain itu, puncak serapan pada daerah $1620,21$ dan $3448,72\text{ cm}^{-1}$ berturut-turut adalah vibrasi tekuk -OH yang terperangkap dalam kisi kristal dan vibrasi ulur -OH. Sedangkan pada puncak serapan daerah 3600 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur -OH

yang memiliki perbedaan lingkungan yaitu -OH yang terikat pada atom Al oktahedral pada permukaan atau pada antar lapis silikat.

Bilangan gelombang gugus fungsional tersebut hampir sama dengan data spektra kaolin yang dikemukakan oleh Belver *et al.*, (2002) yaitu pada bilangan gelombang 468 dan 428 cm^{-1} (adanya vibrasi ulur Si-O), 536 cm^{-1} (vibrasi Si-O-Al^{VI}, Al oktahedral), 1633 cm^{-1} (vibrasi tekuk -OH), 3459 cm^{-1} (vibrasi ulur -OH) dan 3696 cm^{-1} (vibrasi ulur -OH, oktahedral). Hal ini menunjukkan bahwa struktur kaolin asal desa Tatakan dapat digolongkan ke dalam keluarga mineral silikat alumina yang menyerap air yang mengarah pada mineral kaolinit.



Gambar 2. Spektra FTIR kaolin sebelum dan setelah proses kalsinasi

Dari Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa puncak-puncak khas dari kaolin sebelum kalsinasi tidak ditemukan pada spektra kaolin setelah kalsinasi. Berdasarkan Gambar 2 terlihat perubahan yang signifikan terjadi pada puncak-puncak khas kaolin, dimana beberapa puncak yang ada pada spektra kaolin sebelum kalsinasi hilang pada spektra kaolin setelah kalsinasi. Hilangnya puncak serapan gugus $-OH$ pada daerah $4000-3000\text{ cm}^{-1}$ yang sebelum kalsinasi terlihat kuat namun pada spektra setelah kalsinasi tidak muncul kembali. Hilangnya gugus $-OH$ pada kaolin disebabkan oleh dehidroksilasi akibat pemanasan saat proses metakaolinisasi yang melibatkan suhu tinggi. Puncak serapan pada bilangan gelombang $1111, 1033, 1010$ dan 910 cm^{-1} dari kaolin yang menunjukkan adanya ikatan antara Si-O dan Al-O tidak terdapat pada spektra kaolin setelah kalsinasi. Hal ini disebabkan pada kaolin setelah kalsinasi telah terjadi perubahan struktur akibat pemanasan yang menyebabkan putusnya ikatan-ikatan antara Si-O dan Al-O. Spektra FTIR kaolin sebelum dan setelah kalsinasi dapat menjelaskan bahwa proses tersebut dapat menghasilkan spesies Si dan Al yang reaktif dilihat

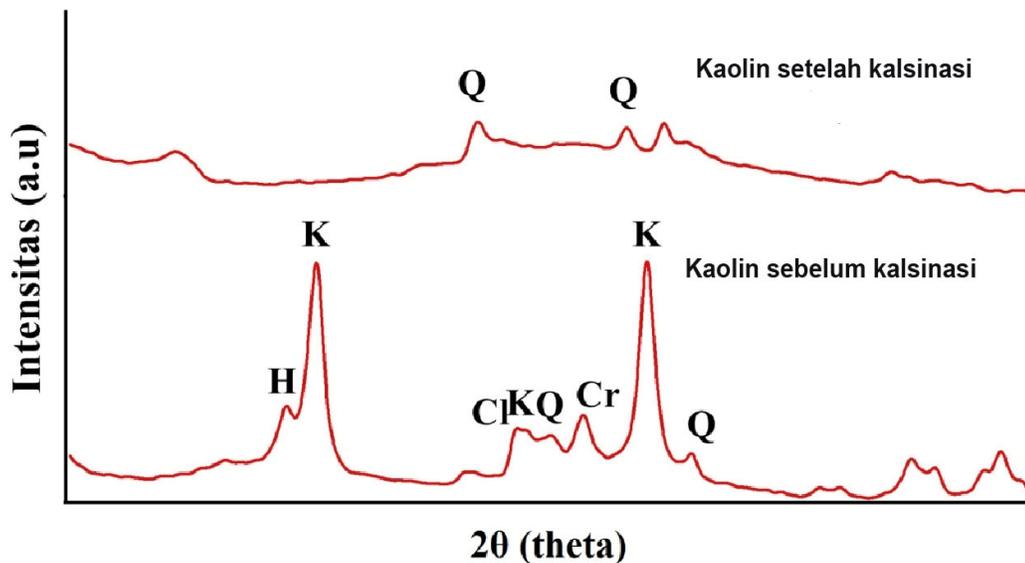
dari beberapa gugus fungsi yang hilang.

Identifikasi komponen penyusun mineral kaolin dilakukan dengan membandingkan posisi puncak intensitas difraksi (2θ) pada difraktogram sinar-X sampel dengan harga posisi puncak intensitas difraksi (2θ) standar yang terdapat pada *Joint Committee for Powder Diffraction Standards* (JCPDS). Harga posisi puncak intensitas difraksi dari kaolin alam Tatakan ditunjukkan pada gambar 3. Puncak-puncak serapan muncul pada 2θ ($^{\circ}$) = $6,28^{\circ}; 12,14^{\circ}; 12,42^{\circ}; 12,45^{\circ}; 18,90^{\circ}; 20,00^{\circ}; 20,40^{\circ}; 20,88^{\circ}; 22,12^{\circ}; 24,88^{\circ}; 25,00^{\circ}$ dan $26,66^{\circ}$. Harga 2θ ($^{\circ}$) untuk mineral kaolinit adalah $12,42^{\circ}; 20,40^{\circ}; 24,88^{\circ}$, mineral klorit adalah $6,28^{\circ}; 12,45^{\circ}; 18,90^{\circ}; 25,00^{\circ}$, mineral kuarsa adalah $20,88^{\circ}; 26,66^{\circ}$, kristobalit adalah $22,12^{\circ}$ (Amman, 2003) dan mineral haloisit adalah $12,14^{\circ}; 20,00^{\circ}$ (Tan, 1998).

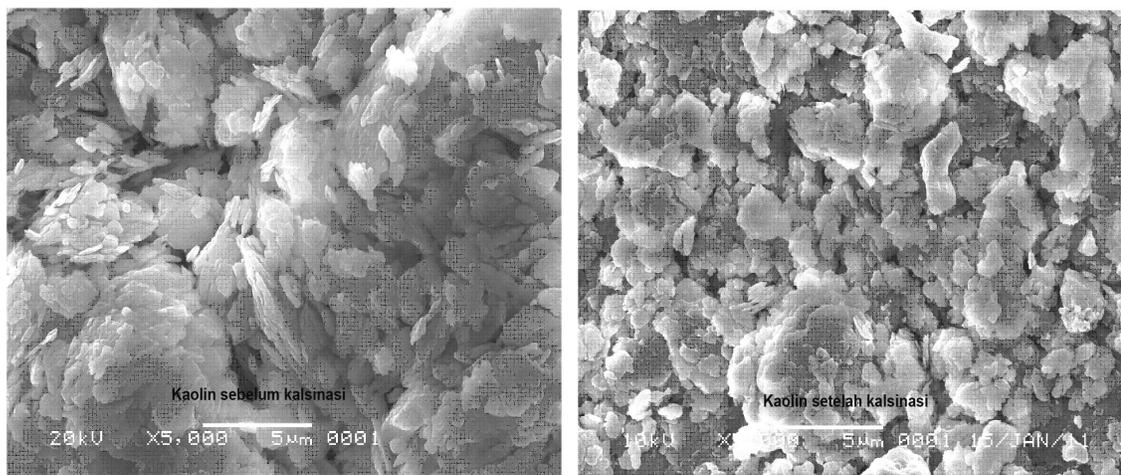
Gambar 3 menunjukkan bahwa difraktogram kaolin setelah kalsinasi tidak memberikan puncak-puncak yang khas selain puncak-puncak dari kuarsa akibat proses kalsinasi pada temperatur mencapai $800^{\circ}C$. Kaolin memiliki bentuk yang berlapis-lapis, akibatnya interaksi ikatan antar lapisannya tidak terlalu kuat, sehingga dengan pemanasan ikatan antar

lapisan kaolin akan mudah putus. Puncak-puncak dari kaolin sebelum kalsinasi hilang akibat hancur/rusaknya struktur kaolin menjadi fasa amorf akibat proses kalsinasi yang disebabkan tidak cukup kuatnya ikatan

Si-O dan Al-O pada mineral kaolin. Mineral kuarsa tidak mengalami kerusakan karena berada pada struktur yang sangat stabil dan baru akan rusak pada temperatur yang lebih tinggi, yaitu sekitar 1200°C.



Gambar 3. Difraktogram sinar X kaolin sebelum dan setelah proses kalsinasi (komposisi K = Kaolinit, H= Halosit, K = Kuarsa, Cl= Clorit dan Cr = Cristobalit)

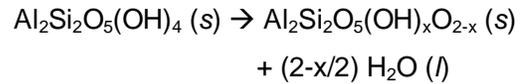


Gambar 4. Foto SEM kaolin sebelum dan sesudah proses kalsinasi

Analisis morfologi dari kaolin sebelum dan setelah kalsinasi berupa hasil foto menggunakan SEM disajikan pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa kandungan dominan dari morfologi khas kaolin yang berupa kelompok lembaran heksagonal berlapis dengan ukuran yang heterogen. Struktur kaolin memiliki ukuran 1-10 μm dengan jumlah lembaran tiap lapis sekitar 10-50 buah (Murray, 2000). Gambar foto SEM kaolin setelah proses kalsinasi menunjukkan perubahan morfologi dari kaolin dengan penampakan berupa telah hancurnya lembaran pseudoheksagonal dari kaolin awal.

Kalsinasi adalah pemanasan pada temperatur tertentu untuk menghilangkan komposisi tertentu serta menghilangkan molekul air (dehidroksilasi). Pada temperatur rendah $< 100^\circ\text{C}$ terjadi penyerapan air pada pori di permukaan kaolin. Pada temperatur $\sim 100\text{-}400^\circ\text{C}$ terjadi penghilangan berat yang berkaitan dengan proses predehidrasi, yang merupakan hasil penataan ulang lapisan oktahedral, pertama-tama terjadi pada gugus OH dipermukaan dan pada temperatur $\sim 400\text{-}800^\circ\text{C}$ terjadi proses dehidroksilasi (penghilangan gugus OH pada kaolin

dan terjadi pembentukan metakaolin dengan fasa amorf mengikuti reaksi berikut (Alkan, 2005) :



KESIMPULAN

Proses kalsinasi kaolin pada temperatur 800°C selama 3 jam menunjukkan terjadinya kerusakan struktur dari kaolin menjadi fasa amorf tanpa diikuti kerusakan dari fraksi kuarsa yang mempunyai stabilitas termal lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdri. Teti Wahyuningsih, Fitriani dan Hesti Yuliana yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkan, M., C. Hopa, Z. Yilmas, H dan Guler., 2005. The effect alkali concentration and solid/liquid ratio on the hydrothermal synthesis of zeolite NaA from natural kaolinite. *Microporous and Mesoporous Materials* 86, 176-184.
- Belver, C., Muoz, M,A B., and Vicente, M.A. 2002. Chemical Activated Of A Kaolin Under Acid And Alkaline Conditions. *Chem. Mater.* 14: 2033-2043.

- Konta, J. 1995. Clay and Man: Clay Row Materials in The Service of Man. *Appl. Clay Sci.*
- Murray, H. H. 1999. Traditional and New Applications for Kaolin, Smectit, and Plygorskite: A General Overview. *Appl. Clay Sci.*
- Murray, H. H., 2000. Traditional and New Applications for Kaolin, Smectite, and Polygorskita: A general overview. *Appl. Clay Sci.* 34: 39-49.
- Mursi, S dan Minta R. 1994. 'Zeolit'. Tinjauan Literatur Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI, Jakarta
- Sunardi., Arryanto, Y., Sutarno. 2009. Adsorption Gibberelic Acid Onto Natural Kaolin From Tatakan, South Kalimantan. *Indo. J. Chem., 2009,9(3), 373-379.*
- Tan, K.H., 1982. *Dasar-dasar Kimia Tanah.* terjemahan oleh Goenadi, D.H., Edisi I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.