ANALISIS *WHITENESS* KAOLIN ASAL MANDOR PADA VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN

Nelly Wahyuni¹⁾, Cita, Titin Anita .Z
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura
Jl. A. Yani Pontianak 78124
*Email: nelly_kimiauntan@yahoo.co.id

Abstrak

Kebutuhan kaolin di dunia industri semakin meningkat. Salah satu paramater penting yang sangat menentukan nilai jual dan aplikasi kaolin adalah nilai *whiteness*-nya. Pada penelitian akan dilakukan analisa mengenai pengaruh temperature pemanasan terhadap nilai *whiteness* kaolin yang berasal dari daerah Mandor, Kabupaten Landak, Kalimantan Barat. Nilai *whiteness* kaolin asal Kecamatan Mandor pada variasi temperatur pemanasan 0 °C, 200 °C, 400 °C, 600 °C, 800 °C, 1000 °C dan 1200 °C yaitu: 89,46; 86,91; 84,45; 87,35; 88,93; 91,04; dan 91,72. Nilai *whiteness* ini didukung dengan beberapa data hasil analisis yang meliputi gravimetri, *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Diferensial Thermal Analysis/Thermal Gravimetry Analysis* (DTA/TGA). Analisis gravimetri menunjukkan adanya kenaikan rasio Si/Al pada setiap variasi temperatur pemanasan. Peningkatan rasio Si/Al diperkuat dengan data XRD bahwa terjadi peningkatan persentase mineral kuarsa (sumber Si) dan rusaknya struktur mineral kaolinit (sumber Al). Termogram DTA menunjukkan telah terjadi proses dehidroksilasi kaolinit pada temperatur 550,20 °C, serta penurunan berat dengan selisih 1,756% pada TGA. Berdasarkan standar industri untuk *whiteness*, maka kaolin dari daerah Mandor dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri cat dan pelapis, cat mobil, cat mobil otomotif, karet, keramik serta kertas.

Kata kunci: *kaolin, nilai whiteness, kalsinasi, analisis termal, gravimetri*

1. Pendahuluan

Kalimantan Barat merupakan salah satu provinsi yang kaya akan mineral tambang. Salah satu hasil tambang yang terdapat di Kalimantan Barat adalah kaolin. Kaolin merupakan massa batuan yang tersusun dari mineral kaolinit dengan kandungan besi yang rendah, dan umumnya berwarna putih atau agak keputihan. Kaolin sangat tahan terhadap panas dan akan melebur di atas temperatur 1800 °C serta bersifat plastis. Sifat inilah yang membuat kaolin banyak digunakan sebagai bahan pengisi pada industri keramik, kertas, cat, plastik, karet, kosmetik, insektisida, serta industri-industri lainnya.

Seiring meningkatnya jumlah penduduk di dunia, maka secara tidak langsung permintaan terhadap barang-barang industri semakin bertambah. Tingginya permintaan akan produk industri ini menyebabkan produsen membutuhkan banyak mineral tambang sehingga kebutuhan terhadap kaolin semakin meningkat khususnya pemanfaatannya sebagai bahan pengisi kertas, keramik dan kosmetik. Untuk dapat dijadikan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada industri, spesifikasi yang harus dipenuhi kaolin adalah derajat putih (*whiteness*), ukuran partikel, distribusi ukuran, bentuk partikel, kekentalan, persen grit, dan jumlah abrasi

(Chandrasekhar, 1995; Aini, dkk., 2006) Sebagai *filler* kertas, kaolin berperan meningkatkan sifat optik seperti kecerahan dan opasitas. *Whiteness* atau derajat putih adalah suatu sifat fisik yang dimiliki material. Material dapat dikatakan putih apabila memiliki indeks *whiteness* mendekati 100%. Untuk mengetahui indeks *whiteness*, harus dilakukan perbandingan material uji dengan standar yang telah ditentukan.

Indeks *whiteness* suatu material dipengaruhi oleh kadar pengotor yang terdapat pada mineral tersebut. Untuk meningkatkan nilai *whiteness*, dapat dilakukan proses pemutihan. Pemutihan terhadap zeolit asal Sukabumi Jawa Barat, sebagai bahan pengisi kertas, dengan penambahan EDTA (Aini, dkk., 2006) Pemutihan juga dilakukan dengan penambahan HCl untuk meningkatkan kemurnian kaolin asal Negeri Jawa Barat, sehingga kaolin tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku keramik (Gusharyanto dkk, 1995). Sebagai bahan baku keramik, kaolin juga harus tahan terhadap panas dan memiliki plastisitas yang tinggi sehingga keramik yang diproduksi tidak mudah pecah. Menurut Kasmayadi, dkk. (2007), transformasi fasa lempung badan keramik dapat dikaji dengan analisis termal, yaitu

dengan melakukan kalsinasi pada suhu 500 °C-1200 °C. Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya perubahan struktur pada lempung batu Kumbung.

Pada penelitian ini dilakukan analisis *whiteness* kaolin asal Kecamatan Mandor Kabupaten Landak, Kalimantan Barat pada beberapa variasi temperatur pemanasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan pemanfaatan kaolin khususnya kaolin asal Kecamatan Mandor, Kabupaten Landak, Kalimantan Barat.

2. Metodologi

Sampel kaolin dari Kecamatan Mandor Kabupaten Landak dikeringkan selama 6-7 jam dengan panas matahari, dihaluskan kemudian dicuci dengan akuades sambil diaduk hingga terpisah dan diambil bagian atasnya. Kaolin hasil penyaringan selanjutnya dikeringkan dengan panas matahari. Setelah kering kaolin dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 325 mesh. Kaolin yang lolos ayakan ditanur selama 3 jam dengan variasi temperatur 200 °C, 400 °C, 600 °C, 800 °C, 1000 °C dan 1200 °C.

Proses penentuan *whiteness* kaolin dapat diketahui melalui banyaknya cahaya yang direfleksikan sampel kaolin dengan bantuan cermin dan *filter* dengan panjang gelombang 425 nm, 520 nm, dan 550 nm. Selanjutnya kaolin di analisis dengan menggunakan gravimetri, XRD, dan DTA.

3. Hasil dan Diskusi

Sampel kaolin mandor yang digunakan memiliki komposisi utama 84,28% SiO₂ dan 8,94% Al₂O₃ atau rasio Si/Al = 9,42. Perlakuan pemanasan pada kaolin akan berdampak pada perubahan struktur kaolin (Zahara, dkk., 2010). Oleh karena itu akan dilakukan analisa kimia kandungan SiO₂ dan Al₂O₃ (rasio Si/Al) dan analisis *whiteness* dilakukan terhadap sampel kaolin hasil preparasi (KP), kaolin kalsinasi 200°C (KC 200), kaolin kalsinasi 400°C (KC 400), kaolin kalsinasi 600°C (KC 600), kaolin kalsinasi 800°C (KC 800), kaolin kalsinasi 1000°C (KC 1.000), dan kaolin kalsinasi 1200°C (KC 1.200). Rasio Si/Al dan hasil analisis *whiteness* kaolin Mandor tanpa kalsinasi dan kalsinasi 200 °C-1200 °C dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis komponen SiO₂ dan Al₂O₃ dan *whiteness* Kaolin Mandor

Temperatur kalsinasi °C	Rasio Si/Al	Whiteness (%)
Tanpa pemanasan (KP)	9,42	89,46
200	9,64	86,91
400	10,22	84,45
600	10,23	87,35
800	14,12	88,93
1000	25,15	91,04
1200	28,58	91,72

Pada sampel tanpa kalsinasi (KP) diperoleh nilai *whiteness* sebesar 89,46, kemudian setelah kalsinasi 200 °C dan 400 °C terjadi penurunan nilai *whiteness* berturut-turut menjadi 86,91 dan 84,45. Penurunan nilai ini disebabkan karena teroksidasinya senyawa-senyawa organik dan logam Fe yang membentuk warna pada senyawa Fe. Pada awal pemanasan nilai *whiteness* kaolin akan menurun dan akan meningkat kembali setelah pemanasan 500 °C-1350 °C (Slade, dkk., 1992). Penurunan ini berkaitan dengan proses perubahan posisi Fe (besi) selama dehidroksilasi kaolin untuk membentuk struktur mullit.

Kaolin yang terkalsinasi 900 °C terjadi transisi posisi parsial dari spinel-Al, sehingga sebagian dari senyawa Fe akan masuk pada srtuktur spinel untuk menggantikan Al karena adanya transisi elektronik. Hal ini yang menyebabkan semakin meningkatnya nilai *whiteness* dari temperatur 600 °C -1200 °C.

Perubahan struktur kaolin selama proses pemanasan akan akan dianalisis dengan menggunakan XRD dan DTA. Difractogram Kaolin preparasi dan yang kaolin hasil pemanasan ditampilkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Difratomogram kaolin hasil preparasi (KP) dan kaolin pemanasan (KC 1000)

Tabel 2. Data hasil analisis difraksi sinar-X

Sampel	Sudut (2θ)	Jarak Dasar (Å)	Rumus Kimia	Jenis Mineral
KP	12,34°	7,17	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Kaolinit
	19,87°	4,46	$\text{H}_2\text{KAl}_3(\text{SiO}_4)_3$	Muscovit
	24,93°	3,57	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Kaolinit
	26,63°	3,34	SiO_2	Kuarsa
KC 1.000	19,79°	4,48	$\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Strengit
	20,88°	4,25	SiO_2	Kuarsa
	25,30°	3,52	$\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Strengit
	26,67	3,34	SiO_2	Kuarsa

Berdasarkan difratogram sinar-X, teridentifikasi mineral-mineral yang terkandung pada sampel kaolin asal mandor yaitu kaolinit (K), Kuarsa (Q), Muscovit (Ms), dan Strengit (St). Presentase tiga mineral utama adalah kaolinit 27,20% kaolinit, 6,18% muscovit dan kandungan terbanyaknya adalah kuarsa sebesar 66,62%. Namun pada kaolin kalsinasi 1000 °C hanya teridentifikasi dua jenis mineral saja, yaitu strengit dengan persentase 5,34% dan kuarsa sebesar 94,66%. Pemanasan pada kaolin dapat meningkatkan persentase kuarsa sebesar 28,04%. Hasil Analisis difraksi sinar-X ditampilkan pada Tabel 2.

Kehilangan puncak difraksi kaolinit pada suhu diatas 500 °C diakibatkan oleh rusaknya struktur kaolinit akibat proses pemanasan. Pemanasan diatas 500 °C

mengakibatkan hancurnya fasa kristalin kaolinit, sehingga kaolinit menjadi amorf (Laraba, 2006)

Pemanasan pada suhu 500 °C-600 °C akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk mineral kaolinit (Kasmaydi, dk., 2007). Kristal kaolinit akan berubah menjadi senyawa amorf yang kurang stabil pada suhu diatas 500 °C, karena adanya ketidakaturan di dalam ruangan antarlapis. Perubahan bentuk ini terjadi akibat reaksi dehidroksilasi kaolinit menjadi metakaolin. Menurut Tan (1998), kristal kaolinit yang telah berubah menjadi amorf akan sulit untuk dideteksi dengan sinar-X, karena analisis difraksi sinar-X tidak dapat digunakan untuk menganalisis bahan yang bersifat amorf atau nonkristalin. Hal inilah

yang menyebabkan tidak terlihatnya puncak kaolinit pada KC 1.000.

Selain mineral kuarsa pada KC 1.000 juga teridentifikasi mineral lain yakni strengit ($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Strengit merupakan suatu senyawa kristal yang berasal dari kelompok senyawa flour apatit. Pembentukan senyawa strengit terjadi ketika ion-ion fosfat bereaksi dengan ion Fe^{3+} atau terserap pada permukaan oksida-oksida hidrat besi. Reaksi yang terjadi tersebut dinamai reaksi penyematan fosfat dan produk akhir yang dihasilkan dari reaksi tersebut adalah merupakan deret isomorf. Terjadinya penyematan fosfat pada besi ini disebabkan kandungan gugus OH terbuka yang dimiliki oleh kaolin yang mempunyai afinitas yang kuat terhadap ion fosfat (Carty, dkk., 1998).

Peningkatan temperatur mengakibatkan reaksi dehidroksilasi mineral kaolin, sehingga SiO_2 yang terdapat dalam kaolinit berubah bentuk dan menghasilkan struktur jaringan silika yang lebih kokoh. Terbentuknya struktur silika ini yang mempengaruhi peningkatan nilai *whiteness*, sehingga setelah pemanasan 600 °C nilai *whiteness* meningkat hingga mencapai 91,72% pada temperatur 1200 °C. Pada temperatur 1200 °C nilai *whiteness* mendekati angka 100% hal ini disebabkan terbentuknya struktur mullit sehingga kandungan SiO_2 akan semakin meningkat pula. Pengaruh temperatur terhadap material lempung dapat dilihat juga dengan menggunakan analisis DTA.

Dua teknik utama analisis termal adalah analisis termogravimetrik (TGA) yang secara otomatis merekam perubahan berat sampel sebagai fungsi dari suhu maupun waktu, dan analisis diferensial termal (DTA) yang mengukur perbedaan suhu antara sampel dengan material yang inert sebagai fungsi dari suhu (Tan, 1998). Analisis diferensial termal ditentukan dengan melihat keberadaan puncak kurva yang menunjukkan suatu reaksi endotermik dan eksotermik. Analisis termal dalam penelitian ini dilakukan terhadap sampel kaolin preparasi (KP). Adapun kurva termogram DTA sampel kaolin preparasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 teridentifikasi 3 puncak yang terdiri atas puncak endotermik. Ketiga puncak tersebut yaitu pada temperatur 160,64 °C; 481,98 °C dan 550,20 °C. Puncak endotermik pertama dan kedua menyatakan perubahan yang

berhubungan dengan penghilangan air fisik dan oksidasi senyawa organik. Menurut Kasmaydi, dkk (2007) indikasi terjadinya reaksi pelepasan air fisik dan oksidasi impuriti senyawa organik dapat diamati pada kurva TGA (*Thermogravimetric Analysis*).

Gambar 3 menunjukkan penurunan berat yang terus meningkat. Persentase penurunan berat meningkat signifikan terlihat temperatur 520 °C sampai 604 °C. Peningkatan ini menyatakan adanya kehilangan berat sampel sebagai akibat perlakuan pemanasan. Hal ini dikarenakan terlepasnya air fisik serta senyawa-senyawa organik yang terdapat pada struktur sampel.

Kehilangan puncak kaolinit pada 600°C jika dikaitkan dengan termogram DTA/TGA maka dapat diketahui kehilangan tersebut berkaitan dengan reaksi dehidroksilasi kaolinit. Reaksi dehidroksilasi diketahui dari kurva DTA yang menunjukkan adanya puncak endotermik. Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa untuk sampel KP memiliki puncak endotermik pada 550,20 °C. Reaksi dehidroksilasi merupakan proses hilangnya gugus hidroksil (OH) atau molekul air yang terserap pada kisi-kisi kristal dari mineral kaolin menuju pembentukan metakaolin. Metakaolin merupakan senyawa antara menuju senyawa mullit.

Selain itu reaksi dehidroksilasi dapat disertai dengan penataulangan aluminium pada kaolinit yang semula oktahedral menjadi tetrahedral pada metakaolin sebagai hasil reaksi (Slade, dkk., 1992). Reaksi dehidroksilasi pada sampel kaolin Mandor dapat dikatakan telah berlangsung secara sempurna, hal ini dapat ditunjukkan dari data hasil difraksi sinar-X yang terbaca karena tidak terdeteksinya puncak kaolinit pada 600 °C.

Gambar 2. Kurva DTA Kaolin Preparasi

Gambar 3. Kurva TGA Kaolin Preparasi

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dibuat simpulan sebagai berikut:

1. Temperatur pemanasan dapat mempengaruhi nilai *whiteness* kaolin. Nilai *whiteness* kaolin asal Kecamatan Mandor pada variasi temperatur pemanasan 0 °C, 200 °C, 400 °C, 600 °C, 800 °C, 1000 °C dan 1200 °C berturut-turut yaitu: 89,46; 86,91; 84,45; 87,35; 88,93; 91,04; dan 91,72.
2. Hasil analisis gravimetri menunjukkan bahwa peningkatan rasio Si/Al berpengaruh pada nilai *whiteness*.
3. Berdasarkan hasil analisis difraksi sinar-X kaolin asal Kecamatan Mandor pada temperatur pemanasan 0 °C, teridentifikasi beberapa jenis mineral yaitu kaolinit (3,57 Å ; 7,17 Å), muskovit (4,46 Å) dan kuarsa (3,34 Å), kemudian pada temperatur pemanasan 1000 °C teridentifikasi beberapa jenis mineral yaitu strengit (3,52 Å ; 4,48 Å) dan kuarsa (3,34 Å ; 4,48 Å).
4. Termogram DTA menunjukkan telah terjadi proses dehidroksilasi kaolinit pada temperatur 550,20 °C, serta penurunan berat dengan selisih 0,79% pada TGA.
5. Berdasarkan standar industri, maka nilai *whiteness* hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri cat dan pelapis, cat mobil, cat mobil otomotif, karet, keramik dan kertas.

Daftar Pustaka

- Aini, M.N, dan Indriati, L., 2006, Proses Pemutihan Zeolit Sebagai Bahan Pengisi Kertas, *ISSN* 0005-9145
- Carty, W. M., and Senapati, U., 1998, Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution and Mechanical Behavior, *J.Am.Ceram.Soc.* 81:3-20
- Chandrasekhar, S., 1995, Influence Of Metakaolinization Temperature On The Formation Of Zeolite 4A from Kaolin, Clays and Clay Mineral Section, Regional Research Laboratory, Thiruvanthapuram, India, Vol. 31, 25 - 261.
- Gurharyanto, Bukit, A., Onggo, H., 1995, Pengolahan Kaolin Untuk Bahan Baku Cordierite, Puslitbang Geoteknologi LIPI- Bandung
- Kasmayadi, W., & Murwani, I. K., 2007, Analisis Termal Dan Studi Transformasi Fase Sistem Badan Keramik Lempung Batu Kumbung Lombok, Feldspar, *Akta Kimindo* Vol. 3 No. 1 Oktober 2007 : 43 – 48
- Laraba, M., 2006, Chemical Analyses with X-ray Diffraction, X-ray Fluorescence and the Influence of the Impurities on the Quality of Kaolin of Tamazert El-Milia, Algeria, *J.Appl.Sci.*, 6:1020-1027
- Slade, R.T.C., Davies, T.W., Atakul, H., dan Hooper, R.M., 1992, Flash Calcines Of Kaolinite Effect Of Process Variables On Physical Characteristics, Departement Of Chemistry and School Of Engineering, University Of Exeter, Exeter, UK
- Zahara,T.A., Wahyuni, N., Sitorus, B., dan Puspitasari, D., 2010. Analisis Stuktur dan Termal Material Lempung dari Kecamatan Capkala. *Jurnal Teknik Sipil* Vol 10, No. 2: 235-246
- Tan, K. H., 1998, Dasar Dasar Kimia Tanah, Cetakan Keempat, Gajah Mada University Press, Yogyakarta