



Physicochemical Characteristics of Kaolin from Belitung Regency

Nurul I. Pasi^{1*}, Marline A. Bratadireja², Anis Y. Chaerunnisa²

¹Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar, South Sulawesi - Indonesia

²Department of Pharmaceutics and Pharmaceutical Technology, Universitas Padjadjaran, West Java - Indonesia

Submitted 13 January 2020; Revised 13 February 2020; Accepted 14 February 2020; Published 10 June 2020

*Corresponding author: nurul17038@mail.unpad.ac.id

Abstract

Kaolin is one of the abundant clay minerals on earth which has been widely used in various industries. kaolin as a raw material in drugs manufacturing must comply several requirements in Pharmacopoeia such as not exceeding the heavy metal content limits. In this study, the analysis of heavy metal content (Pb, Sn, and As) was carried out on natural kaolin obtained from 3 different locations in Belitung regency. Testing of the brightness and particle size was also carried out to increase the value of kaolin as a pharmaceutical excipient. The highest recovery from kaolin was obtained in sample 3 which was 67.78%, while kaolin 1 and 2 which was 66.54, and 64.20%. Based on the results, the heavy metal testing it was known that kaolin 1, 2, and 3 have a Pb metal content of 55.200, 0.046, and 44.000 ppm, the metal of As obtained from kaolin 1, 2, 3 were 1.050, 78.300, and 0.761 ppm, respectively. Whereas the Sn mean metal was only found in kaolin 2 which was 0.003. White degree test results showed that kaolin 1, 2 and 3 have a high brightness, namely 92.94%, 93.00%, 91.16%. The results of particle size testing showed that all kaolin samples have size <math><2 \mu\text{m}</math>.

Keywords: Characterization of Minerals, Heavy Metals, Kaolin

Karakteristik Fisikokimia Kaolin asal Kabupaten Belitung

Abstrak

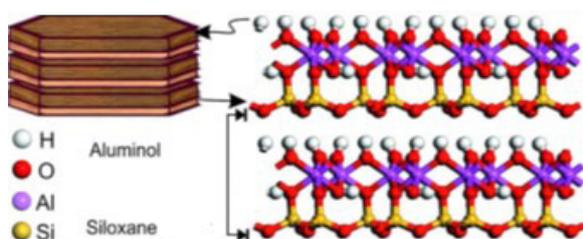
Kaolin merupakan salah satu mineral tanah liat yang melimpah dimuka bumi yang pemanfaatannya telah banyak digunakan dalam berbagai industri. Kaolin sebagai bahan baku dalam pembuatan obat harus memenuhi beberapa ketentuan yang tertera dalam Farmakope seperti tidak melebihi batas kandungan logam berat yang dipersyaratkan. Pada penelitian ini analisa kandungan logam berat (Pb, Sn, dan As) dilakukan terhadap kaolin alam yang diperoleh dari 3 lokasi berbeda di kabupaten Belitung. Pengujian derajat putih dan ukuran partikel juga dilakukan untuk meningkatkan nilai kaolin sebagai bahan baku farmasi. Rendemen kaolin terbanyak dari hasil pencucian dan pengeringan diperoleh pada sampel 3 yaitu sebesar 67,78%, sementara kaolin 1 dan 2 masing-masing sebesar 66,54, dan 64,20%. Berdasarkan hasil pengujian logam berat diketahui bahwa kaolin 1, 2, dan 3 memiliki kandung Pb berturut-turut sebesar 55,200, 0,046 dan 44,000 ppm, dan kandungan Sn berturut-turut sebesar 1,050, 78,300, dan 0,761 ppm. Sedangkan logam berat Sn hanya terdapat pada kaolin 2 yaitu sebesar 0,003. Hasil pengujian derajat putih menunjukkan bahwa kaolin 1, 2 dan 3 memiliki derajat putih yang tinggi yaitu sebesar 91,16%, 93,00%, 92,94%. Dari hasil pengujian ukuran partikel menunjukkan bahwa semua sampel kaolin memiliki ukuran <math><2 \mu\text{m}</math>.

Kata Kunci: Karakterisasi Mineral, Logam Berat, Kaolin.

1. Pendahuluan

Kaolin merupakan mineral lempung yang berasal dari alam dan ditemukan cukup melimpah di kerak bumi serta telah banyak dimanfaatkan diberbagai industri termasuk dalam industri farmasi. Istilah kaolin merujuk pada penamaan kelompok mineral tanah liat dimana kaolinit merupakan fase yang paling umum diantara polimorf kaolin lainnya. Struktur kaolinit biasanya berupa lapisan pseudoheksagonal bertumpuk dengan ukuran ($<2\mu\text{m}$). Lapisan ini tersusun atas lembaran silika tetrahedral dengan atom O yang terikat pada atom Si dan lembaran alumina oktahedral dengan gugus OH yang terikat pada Al. Kedua lembaran tersebut dihubungkan oleh atom O apikal dengan interaksi ikatan hidrogen dan interaksi dipolar seperti yang terlihat pada Gambar 1.¹

Kaolinit dengan rumus struktur ideal $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ merupakan mineral paling umum dari kelompok mineral kaolin yang menunjukkan banyak sifat fisika, kimia, mekanik, dan struktural yang sangat baik (memiliki struktur sederhana, plastisitas, pH alkali, sifat tiksotropik dan koloid yang berpengaruh pada viskositas dari dispersi polimer organik, permukaan spesifik yang relatif rendah dan kapasitas penyerapan rendah) yang membuatnya bermanfaat dalam berbagai aplikasi farmasi.² Kaolin dengan karakteristik berupa bubuk putih atau putih kekuningan dan tidak mengandung partikel kasar yang tidak atau hampir tidak berbau, dapat digunakan untuk memperbaiki organoleptik sediaan farmasi seperti warna dan bau. Selain itu, partikel kaolin yang sangat halus menghasilkan area permukaan yang cukup besar untuk menyerap berbagai macam senyawa kimia.^{3,4}



Gambar 1. Model simulasi molekul struktur kaolinit menunjukkan permukaan siloksan dan aluminol (1)

Kemampuan ini membuat kaolin seringkali digunakan sebagai obat diare dengan sifat adsorbennya. Kaopectate® merupakan salah satu produk yang dijual bebas dengan komposisi mineral kaolinit dan attapulgit yang digunakan untuk mengobati diare dan penyakit usus.⁵

Beberapa fungsi kaolin lainnya di dalam industri farmasi diantaranya digunakan sebagai eksipien dalam formulasi bentuk sediaan padat dan semi-padat, termasuk tablet, kapsul, pelet, pasta, tapal, salep, krim, losio, dan suspensi.¹ Sedangkan sebagai bahan aktif kaolin dapat digunakan sebagai gastrointestinal protector, dermatological protector, anti diare, anti inflamasi dan anastesi local.^{1,6,7} Untuk dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk farmasi, kaolin harus memenuhi beberapa persyaratan yang ditetapkan dalam farmakope.

Penggunaan bahan baku kaolin siap pakai di industri farmasi Indonesia masih berupa produk impor. Sementara Indonesia memiliki sumber daya mineral kaolin dan Alumunium yang cukup melimpah dan dapat ditemukan di beberapa daerah, salah satunya dapat ditemukan di daerah Bangka dan Belitung.⁸ Akan tetapi potensi mineral kaolin tersebut belum dikelola secara maksimal dan belum mengalami pengolahan dan pemurnian sehingga dapat digunakan dalam industri farmasi dalam negeri. Hal ini tentu saja memberi dampak negatif terhadap perekonomian negara. Selain itu menurut Permen No 7 tahun 2012 menjelaskan bahwa kaolin merupakan salah satu bahan tambang yang perlu ditingkatkan nilai tambahnya melalui kegiatan pengolahan dan pemurnian.

Mineral kaolin, sebagaimana berasal dari erupsi vulkanik dapat mengandung logam berat (misalnya, Pb, As, dan Sn) yang memiliki efek toksik bagi kesehatan tergantung kuantitasnya di dalam sampel.⁹ Sementara berdasarkan ketentuan Farmakope Indonesia kandungan logam berat (Pb, As, dan Sn) yang diperbolehkan terdapat dalam mineral kaolin kelas farmasi tidak boleh > 20 ppm.¹⁰ Untuk itu analisis kandungan logam berat merupakan salah satu parameter penting yang harus dipenuhi untuk menjamin kualitas

kaolin sebagai bahan baku farmasi.

Kaolin sebagai bahan baku farmasi pada dasarnya memiliki tingkat kecerahan yang cukup tinggi dengan ukuran partikel yang sangat halus ($<2\mu\text{m}$). Akan tetapi, kehadiran komponen mineral pengotor seperti besi oksida (Fe_2O_3) dan titanium dioksida (TiO_2) dalam konsentrasi tertentu dapat menyebabkan perubahan warna dari kaolin serta memberikan tingkat kecerahan yang lebih rendah. Mineral ferruginous dan titaniferous adalah pengotor pewarnaan umum yang ada dalam kaolin dan hadir dalam bentuk oksida, hidroksida, oksihidroksida, sulfida dan karbonat bersama dengan kuarsa /anatase dan mika. Sementara titaniferous sering ditemukan memberikan warna kuning kotor pada kaolin.¹¹ Oleh karena itu, pengujian derajat putih dan ukuran partikel kaolin merupakan parameter penting yang sering dikaitkan dengan kemurnian dan kualitas kaolin sebagai bahan baku farmasi. Selain itu, pada penelitian Estiaty dan Fatimah, (2014) menyebutkan bahwa TiO_2 dan Fe_2O_3 dalam kaolin asal Bangka Belitung yaitu sebesar 0,54 % dan 1,14 %.

Berdasarkan uraian diatas maka untuk memaksimalkan potensi kaolin Indonesia dalam penelitian ini dirasa perlu untuk dilakukan karakterisasi fisika kimia kaolin asal kabupaten Belitung meliputi pemeriksaan ukuran partikel, derajat putih, serta identifikasi kandungan logam berat seperti yang dipersyaratkan Farmakope Indonesia.

2. Metode

2.1. Alat

Alat yang digunakan antara lain Timbangan Analitik (Ohaus Corp. Pine Brook), Oven (Memert), ultrasonikator, mekanikal stirrer (IKA Eurostar), Particle Size Analyzer (PSA) (DeltaTM Nano C Particle analyzer, Beckman Coulter), Chromameter (CM-5 Spectrophotometer Konica Minolta), X-Ray Fluorescence (XRF) (Rigaku NEX CG), Pengayak (mesh 100).

2.2. Bahan

Bahan tanah liat kaolin yang digunakan

dalam penelitian ini diperoleh dari tiga lokasi berbeda di Kabupaten Belitung (di lokasi pertambangan PT. Aneka Kaolin Utama, PT. Nifindo, dan PT. Industri Mineral Indonesia).

2.3. Prosedur Rinci

Sebanyak 1 kg tanah liat kaolin dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Tanah kaolin kering kemudian diayak menggunakan mesh no 40 untuk memisahkannya dari partikel berpasir.⁹ Selanjutnya, sebanyak 750 g kaolin kering dimasukkan ke dalam beker yang berisi 2 liter aquades, diaduk menggunakan mekanikal stirrer selama 3 jam dan dipindahkan ke dalam Sonikator selama 15 menit. Suspensi kaolin kemudian diaduk kembali menggunakan mekanikal stirrer selama 30 menit selanjutnya didekantasi. Dekantasi dilakukan untuk memisahkan partikel kaolin halus yang terdispersi dalam air dan partikel kasar yang telah mengendap didasar wadah. Partikel kaolin halus kemudian diendapkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam.¹²

Kaolin kering kemudian diayak kembali menggunakan ayakan mesh no 100 sebelum dilakukan karakterisasi. Karakterisasi kaolin yang dilakukan antara lain meliputi pemeriksaan ukuran partikel, kandungan logam berat dan derajat putih.

2.3.1. Pengujian kandungan logam berat

Dilakukan dengan menggunakan instrument X-Ray Fluorescence. XRF dapat digunakan untuk mendeteksi segala bentuk logam, ion logam, dan non logam seperti As, P, Cl dan lainnya dalam sampel uji. Sampel yang akan diuji dimasukkan ke dalam holder khusus XRF. Selanjutnya pengukuran dilakukan dan hasilnya dibaca pada minipal XRF.¹³

2.3.2. Pengujian derajat putih

Dilakukan dengan alat CM-5 Spectrophotometer Konica Minolta. Terlebih dahulu alat dikalibrasi dengan basis warna putih (MgO) yang digunakan sebagai standar zat berwarna putih. Hasil analisis derajat putih yang dihasilkan berupa nilai L^* , a^* , b^* .¹⁴

2.3.3. Ukuran dan distribusi

Ukuran partikel kaolin ditentukan menggunakan alat Particle Size Analyzer (PSA) pada suhu 25°C. Sejumlah 30 ml serbuk kaolin dimasukkan ke dalam kuvet analisis, selanjutnya Particle Size Analyzer diopeasikan. Ukuran partikel kaolinit yang merupakan komponen utama penyusun kaolin adalah $< 2 \mu\text{m}$.¹

3. Hasil

3.1. Persen Rendemen dan Susut Pengeringan

Presentase rendemen yang didapatkan dari hasil pencucian dan pengeringan tanah liat kaolin yang diperoleh dari tiga lokasi berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Kaolin yang berasal dari alam mengandung kadar air yang cukup tinggi. Namun berdasarkan persyaratan Farmakope Indonesia Edisi V (2014), Kaolin harus menunjukkan susut pengeringan $< 1,5 \%$. Hasil pengujian susut pengeringan sampel kaolin asal kabupaten Belitung ditunjukkan pada Tabel 2.

3.2. Hasil Uji Logam Berat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat dalam masing masing sampel. Adapun jenis logam berat yang diuji antara lain logam Timbal (Pb), Arsen (As), dan Timah (Sn) yang dipersyaratkan dalam Farmakope Indonesia Edisi V (2014). Hasil pengujian kadar logam berat Pb, As, dan Sn pada sampel kaolin asal kabupaten Belitung dapat dilihat pada Tabel 3.

3.3. Hasil Uji Derajat Putih

Pengujian derajat putih dari masing

masing sampel dilakukan menggunakan alat Chromameter dengan Magnesium Oksida sebagai standar. Standar yang digunakan dianggap sebagai benda putih yang dapat memantulkan seluruh sinar yang dipancarkan oleh alat sehingga dianggap memiliki derajat putih sebesar 100%.¹⁵ Adapun hasil uji derajat putih semua sampel kaolin asal kabupaten Belitung dapat dilihat pada Tabel 4.

3.4. Hasil Uji Ukuran Partikel

Hasil uji ukuran partikel dari masing masing sampel tertera pada Tabel 5. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa ketiga sampel kaolin asal kabupaten Belitung tersusun atas partikel yang sangat halus.

4. Pembahasan

Pada penelitian ini semua sampel kaolin yang diperoleh dari tiga lokasi berbeda, terlebih dahulu dicuci dengan aquades sebelum dikarakterisasi secara fisikakimia. Tujuan pencucian tanah kaolin adalah selain untuk membersihkan sampel dari pengotor pasir juga untuk memperoleh sampel dengan ukuran partikel yang lebih halus. Dimana ketika sampel dipisahkan dengan tehnik sedimentasi, sampel dengan ukuran yang lebih kecil akan terdispersi dalam air sementara sampel dengan ukuran yang dan bobot yang lebih besar akan mengendap di dasar wadah. Sampel bersih dengan ukuran yang lebih halus tersebut selanjutnya dikarakterisasi lebih lanjut.

Dari proses pencucian dan pengeringan yang dilakukan didapatkan rendemen kaolin halus dengan sebesar $64,20 \pm 0,743\%$, $66,54 \pm 0,471\%$, dan $67,78 \pm 0,475\%$ untuk masing masing sampel kaolin 1, 2 dan 3. Hasil ini

Tabel 1. Rendemen kaolin hasil pencucian dan pengeringan

Sampel	Rendemen (% b/b)
Kaolin 1	$64,20 \pm 0,743$
Kaolin 2	$66,54 \pm 0,471$
Kaolin 3	$67,78 \pm 0,475$

Tabel 2. Susut pengeringan kaolin hasil pencucian dan pengeringan

Sampel	Rata-rata W_0	Rata-rata W_t	LOD
Kaolin 1	$1,008 \pm 0,033$	$0,999 \pm 0,033$	0,830
Kaolin 2	$0,995 \pm 0,004$	$0,985 \pm 0,005$	1,010
Kaolin 3	$0,989 \pm 0,002$	$0,980 \pm 0,001$	0,840

Ket : Susut pengeringan tidak boleh $> 1,5\%$ ¹⁰

Tabel 3. Kandungan logam berat kaolin hasil pencucian dan pengeringan

Sampel	Pb	As	Sn
	ppm		
Kaolin 1	55,200 ± 0,001	-	1,050 ± 0,036
Kaolin 2	0,046 ± 0,001	0,003 ± 0,001	78,300 ± 0,071
Kaolin 3	44,000 ± 0,002	-	0,761 ± 0,028

menunjukkan bahwa jumlah kaolin halus yang mudah terdispersi dalam air lebih banyak terdapat dalam sampel 3 dengan presentase rendemen yang paling tinggi. Sampel kaolin 3 memiliki rendemen yang paling tinggi karena pada sampel ini komponen pengotor berupa pasir dan bebatuan halus hanya ditemukan dalam jumlah kecil. Selain itu, kandungan air yang menguap pada saat pengeringan tanah liat sampel kaolin 1 dan 2 lebih banyak dibandingkan pada sampel kaolin 3. Kaolinit adalah komponen mineral utama dari endapan mineral kaolin karena memiliki muatan permukaan dan hidrofilisitas yang kuat yang menyebabkan tolakan elektrostatis yang kuat dan tolakan hidrasi antara partikel sehingga mencegah pengendapan mineral halus dalam media dispersi dan menyebabkannya mudah dipisahkan dengan sedimentasi.¹⁶

Uji susut pengeringan/ *Loss on Drying* (LOD) juga dilakukan terhadap ketiga sampel guna mengetahui berapa banyak kandungan air dan bahan yang mudah menguap lainnya yang masih terdapat dalam masing-masing sampel kaolin. Pengujian ini perlu dilakukan juga karena kandungan air yang berlebih

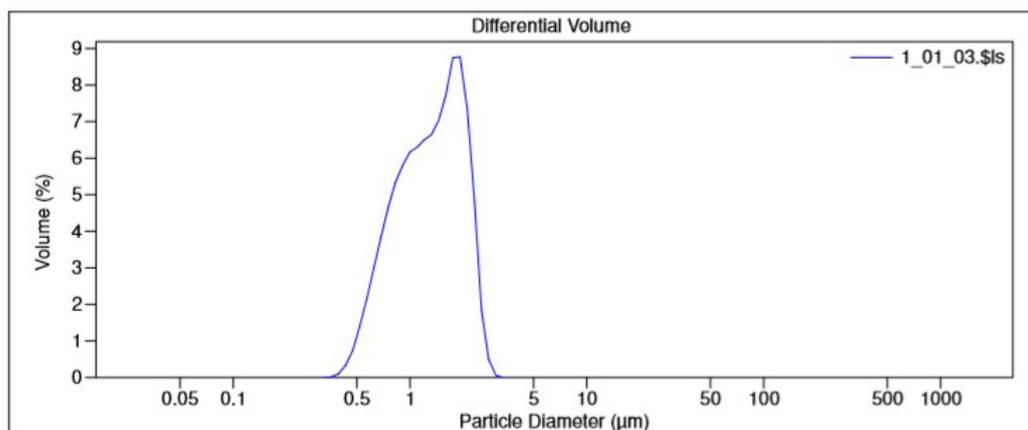
Tabel 4. Derajat Putih Kaolin Hasil Pencucian dan Pengeringan

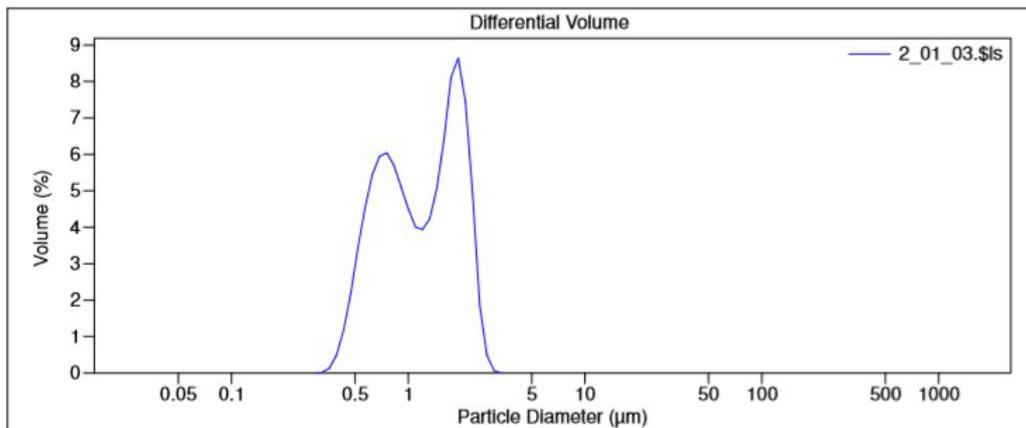
Sampel	Derajat Putih (%)
Kaolin 1	91,16 ± 0,017
Kaolin 2	93,00 ± 0,030
Kaolin 3	92,94 ± 0,023

dalam sampel kaolin dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme. Batas susut pengeringan untuk kaolin kelas farmasi menurut Farmakope Indonesia Edisi V adalah tidak melebihi 1,5% bobot yang hilang. Berdasarkan hasil pengujian LOD menunjukkan bahwa semua sampel memenuhi syarat yang ditetapkan dalam Farmakope Indonesia dimana susut pengeringan untuk sampel kaolin tidak boleh >1,5%. Nilai LOD dari sampel kaolin 1, 2, dan 3 berturut turut adalah 0,83 ± 0,030, 1,01 ± 0,103 dan 0,84 ± 0,057.

4.1. Hasil Pengujian Logam Berat

Kadar logam berat dalam sampel kaolin penting untuk diketahui karena mengingat bahwa mineral kaolin alam biasanya terbentuk dari hasil erupsi gunung berapi dan juga pelapukan atau perubahan hidrotermal dari batuan kristal sehingga memungkinkan mengandung komponen cemaran lain seperti logam berat (misalnya Pb, As, dan Sn) yang pada konsentrasi tertentu berbahaya bagi kesehatan.⁹ Selain itu, menurut farmakope indonesia Ed V, menjelaskan bahwa batas

**Gambar 2.** Ukuran partikel kaolin 1



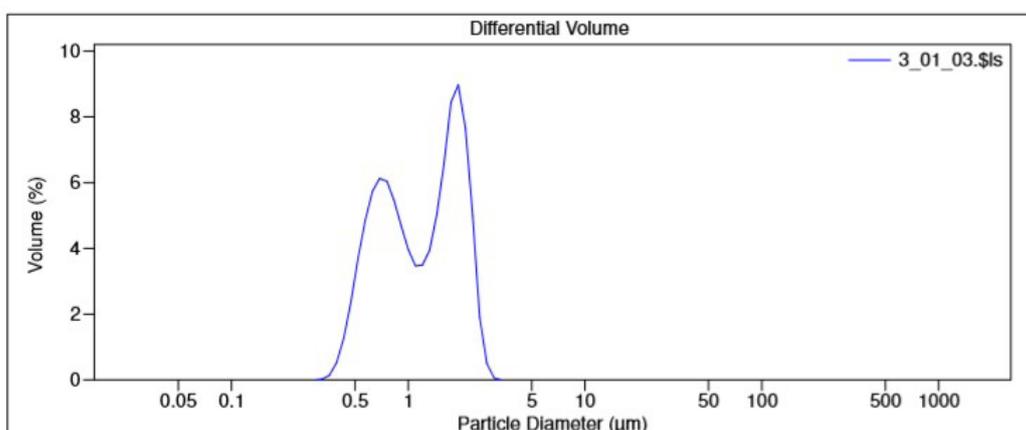
Gambar 3. Ukuran partikel kaolin 2

kandungan logam berat timbal (Pb) timah (Sn), dan arsen (As) yang boleh terdapat dalam mineral kaolin hanyalah sebesar 20 ppm.

Berdasarkan hasil pengukuran kadar logam berat dari masing-masing sampel kaolin diketahui bahwa hanya sampel kaolin 2 yang memenuhi syarat Farmakope Indonesia untuk kadar logam Timbal (Pb) yaitu sebesar $0,046 \pm 0,002$ ppm. Sementara sampel kaolin 1 dan 3 tidak memenuhi syarat untuk batas kadar logam timbal karena mengandung Pb sebesar $55,200 \pm 0,001$ ppm dan $44,000 \pm 0,002$ ppm. Namun jika dilihat berdasarkan kandungan logam berat Sn, sampel kaolin 2 tidak memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia karena mengandung logam berat jenis timah yang lebih besar dari 20 ppm ($78,300 \pm 0,071$ ppm). Sedangkan kaolin 1 dan 3 hanya mengandung logam Sn sebesar $1,050 \pm 0,036$ ppm dan $0,761 \pm 0,028$ ppm. Untuk presentase logam berat Arsen (As) terlihat bahwa hanya pada sampel kaolin

kedua jenis logam ini ditemukan.

Cemaran logam berat seperti Pb, As, dan Sn diketahui dapat memberikan pengaruh buruk bagi kesehatan. Cemaran logam berat Pb dapat mengakibatkan konsentrasi darah dibawah $10 \mu\text{g/l}$ sehingga memberikan efek negatif pada perkembangan kognitif anak. Selain itu, cemaran Pb pada ibu hamil dapat menyebabkan, kondisi bayi lahir dalam keadaan prematur, berat badan rendah, keguguran dan kematian pada bayi.¹⁷ Cemaran logam Sn dapat menyebabkan sakit perut, anemia, ganggana pada hati dan ginjal.¹⁸ Sedangkan logam berat As diketahui sebagai agen karsinogenik.¹⁷ Oleh karena itu, roses pemurnian lebih lanjut dibutuhkan untuk mendapatkan kaolin dengan kualitas kelas farmasi yang memiliki kadar logam berat < 20 ppm. Beberapa teknologi pemurnian mineral kaolin yang telah dikembangkan dalam beberapa penelitian diantaranya metode flotasi, pemisahan berdasarkan gravitasi, pemisahan magnetik gradien tinggi, selektif



Gambar 4. Ukuran partikel kaolin 2

flokulasi, dan sebagainya.¹⁹

4.2. Hasil Pengujian Derajat Putih

Hasil pengujian derajat putih semua sampel kaolin yang dibandingkan dengan MgO sebagai standar menunjukkan bahwa semua sampel memiliki derajat putih yang cukup tinggi yaitu sebesar $91,16 \pm 0,017\%$ untuk sampel kaolin 1, $93,00 \pm 0,030\%$ untuk sampel kaolin 2 dan $92,94 \pm 0,023\%$ untuk sampel kaolin 3. Dari hasil pengujian derajat putih tersebut dapat dilihat bahwa sampel kaolin 2 memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan sampel kaolin 1 dan 3.

Berdasarkan nilai derajat putih tersebut, kemungkinan besar konsentrasi mineral pengotor yang dapat memberikan perubahan warna dalam mineral kaolin seperti Titanium Oksida (TiO_2) dan (Fe_2O_3) tidak terlalu besar. Selain itu, Menurut HOPE Ed. 6 derajat putih kaolin berkisar antara 85-90%. Dari hasil pengujian ini diketahui bahwa semua sampel kaolin yang diambil dari 3 lokasi berbeda di kabupaten Belitung memiliki nilai derajat putih yang lebih tinggi dari yang dipersyaratkan. Hasil ini tentu saja dapat memberi nilai tambah untuk mineral kaolin asal Belitung jika dapat dimurnikan dan diolah sebagai bahan baku farmasi.

4.3. Hasil Pengujian Ukuran Partikel

Kaolin menurut USP (37) merupakan "bubuk yang dibebaskan dari partikel berpasir dengan elutriasi". Oleh karena itu ukuran partikel kaolin hasil purifikasi merupakan parameter penting yang harus dipenuhi sebagai eksipien kelas farmasi. Berdasarkan hasil pengujian ukuran partikel dari masing masing sampel kaolin halus didapatkan bahwa semua sampel memiliki ukuran partikel yang $<2 \mu\text{m}$. Hasil ini sesuai dengan ukuran partikel mineral kaolin yang tertera dalam beberapa referensi yang menyatakan bahwa ukuran partikel kaolinit yang merupakan polimorf paling umum dalam mineral kaolin adalah $<2 \mu\text{m}$.¹ Ukuran partikel dari sampel kaolin 1, 2 dan 3 masing-masing adalah $1,326 \pm 0,541 \mu\text{m}$, $1,182 \pm 0,602 \mu\text{m}$ dan $1,200 \pm 0,610 \mu\text{m}$.

5. Simpulan

Rendemen kaolin halus terbanyak didapatkan dari hasil pencucian dan pengeringan tanah liat kaolin 3 yaitu sebesar $67,78 \pm 0,475\%$ dengan nilai susut pengeringan relatif kecil ($0,84 \pm 0,057\%$). Hasil pengujian logam berat menunjukkan bahwa sampel kaolin 3 memiliki nilai kandungan logam berat Pb yang cukup besar ($44,000 \pm 0,002 \text{ ppm}$) dibandingkan sampel kaolin 2 ($0,046 \pm 0,001 \text{ ppm}$) namun lebih kecil jika dibandingkan dengan sampel kaolin 1 ($55,200 \pm 0,001 \text{ ppm}$), sementara sampel kaolin 2 tidak memenuhi syarat yang ditetapkan dalam Farmakope Indonesia untuk kandungan logam berat Sn ($78,300 \pm 0,071 \text{ ppm}$). Hasil pengujian derajat putih menunjukkan bahwa kaolin 1, 2 dan 3 memiliki derajat putih yang tinggi yaitu sebesar $91,16 \pm 0,017\%$, $93,00 \pm 0,030\%$, $92,94 \pm 0,023\%$. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian ukuran partikel menunjukkan bahwa semua sampel kaolin memiliki ukuran $<2 \mu\text{m}$.

Daftar Pustaka

1. Awad M. E., Galindo A. L., López-galindo A., Setti M., El-rahmany M. M., Kaolinite in Pharmaceuticals and Biomedicine. *Int J Pharm.* 2017; 533 (1): 34–48.
2. Awad M. E., López-Galindo A., El-Rahmany M. M., El-Desoky H. M., Viseras C. Characterization of Egyptian Kaolins for Health-Care Uses. *Appl Clay Sci.* 2017; 135: 176–189.
3. Rowe R. C., Sheskey P. J., Owen S. C., Handbook of Pharmaceutical Excipient 6th. Pharmaceutical Press. Chicago London. 2006. 378–380
4. Christian Z. C., John A. P., Shehu Z., Chemical Investigation of Kankara Kaolin for its Pharmaceutical Applications. *Open Access Journal of Translational Medicine and Research.* 2018; 2 (1) :2–4.
5. Williams, L. B. dan Haydel, S. E., Evaluation of the medicinal use of clay minerals as antibacterial agents, *International Geology Review*, 2010, 52(7–8), pp. 745–770.
6. Carretero M. I., and Pozo M. *Applied Clay*

- Science Clay and Non-Clay Minerals in the Pharmaceutical and Cosmetic Industries Part II . Active Ingredients. *Appl Clay Sci.* 2010; 47 (3–4) :171–181.
7. Khurana, I. S., Kaur, S., Kaur H., dan Khurana, R. K., Multifaceted role of clay minerals in pharmaceuticals, *Future Science OA*, 2015, 1(3), p. fso.15.6.
 8. Estiaty L. M., dan Fatimah D., Pengolahan Kaolin Alam Cipatujah dan Bangka Belitung : Pengurangan Pengotor Silika dengan Pelarutan HF. *Pus Penelit Geoteknologi LIPI.* 2014; (ISBN 978-979-8636-23-3): 463–474.
 9. Silva-Valenzuela M. G, Matos C. M., Shah L. A., Carvalho F. M. S., Sayeg I. J., Valenzuela-Diaz F. R., Engineering Properties of Kaolinitic Clay with Potencial Use in Drugs and Cosmetics. *Int J Mod Eng Res.* 2013; 3: 163–165.
 10. Kemenkes RI. Farmakope Indonesia Edisi V. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 2014.
 11. Ramaswamy, S. dan Raghavan, P., Significance of Impurity Mineral Identification in the Value Addition of Kaolin – A Case Study with Reference to an Acidic Kaolin from India, *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 2011, 10(11), pp. 1007–1025.
 12. Sunardi. Kajian Spektroskopi FTIR, XRD dan SEM Kaolin Alam Asal Tatakan, Kalimantan Selatan Hasil Purifikasi dengan Metode Sedimentasi. *Sains dan Terapan Kimia.* 2009; 137–149.
 13. Zhang, R. , Li, L., Sultanbawa, Y., dan Xu, Z. P., X-ray fluorescence imaging of metals and metalloids in biological systems, *American journal of nuclear medicine and molecular imaging*, 2018, 8(3), pp. 169–188.
 14. Kaemba A., Suryanto E., Mamujaja C. F., Karakteristik Fisiko-Kimia dan Aktivitas Antioksidan Beras Analog dari Sagu Baruk dan Ubi Jalar Ungu. *J Ilmu dan Teknol Pangan.* 2017; 5 (1): 1–8.
 15. Aliwarga L. Proses Pemutihan Kaolin Cicalengka Untuk Pelapis Kertas. *M.I.P.I.* 2019; 13 (2) (171-178).
 16. Liu, L., Shen, L., Li, W., Min, F., dan Lu, F., Study on the aggregation behavior of kaolinite particles in the presence of cationic, anionic and non-ionic surfactants, 2018, pp. 1–15.
 17. Li, X. dan Qian, P., Identification of an exposure risk to heavy metals from pharmaceutical-grade rubber stoppers. *Journal of Food and Drug Analysis.* Elsevier Ltd. 2017. 25(3), pp. 723–730.
 18. Mahurpawar, M., Effects of heavy metals on human health, *International Journal of Reseach- Granthaalayah*, 2015, 2350 (0530), pp. 2394–3629
 19. Kumar R., Selective Flocculation of Low Grade Iron Ore Slimes Using Different Types of Polymers. *Indian Journal of Chemical Technology.* 2017. 24 (4) 411-416.
 20. U.S. Pharmacopeia. The United States Pharmacopeia, USP 37 The National Formulary, NF 32. 2014 Rockville, MD: U.S. Pharmacopeial Convention