

PROSES PEMUTIHAN KAOLIN CICALENGKA UNTUK PELAPIS KERTAS

BLEACHING PROCESS OF KAOLIN CLAY FROM CICALENGKA FOR PAPER COATING

Lienda Aliwarga

Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung,
Jl.Ganesha no.10, Bandung 40132.
e-mail : lienda@che.itb.ac.id

Abstrak

Rata-rata bahan baku kaolin di Indonesia masih mempunyai derajat keputihan yang rendah padahal kaolin harus mempunyai derajat keputihan yang tinggi (>83%) untuk dapat digunakan sebagai pelapis dalam industri kertas. Untuk meningkatkan derajat keputihan dari bahan baku kaolin tersebut, proses pemutihan perlu dilakukan. Proses pemutihan kaolin telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti dengan menggunakan pemutih yang berbeda-beda. Warna kuning kecokelatan pada kaolin yang menurunkan derajat keputihan kaolin disebabkan oleh kandungan besi (III) oksida dalam kaolin. Pada proses pemutihan, terjadi reduksi besi (III) oksida menjadi besi (II) oksida yang lebih mudah larut dalam air sehingga lebih mudah dipisahkan dari padatan kaolin. Pada penelitian ini, pemutihan kaolin menggunakan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ dan EDTA sebagai pemutih. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh variabel operasi yaitu pH dan temperatur terhadap derajat keputihan kaolin pada proses pemutihan menggunakan kedua pemutih tersebut. Hasil percobaan menunjukkan proses pemutihan menggunakan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ dan EDTA dapat meningkatkan derajat keputihan kaolin sehingga memenuhi spesifikasi untuk pelapis kertas pada beberapa kondisi operasi. Proses pemutihan berhasil meningkatkan derajat keputihan kaolin hingga mencapai 85,54% pada pH 12 dan temperatur 70°C.

Kata kunci : kaolin, pemutihan, derajat keputihan, kertas, pelapis

Abstract

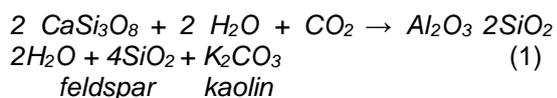
In general, raw kaolin clay of Indonesia still has low brightness even though it needs brightness greater than 83% to be used as coating in paper industry. In order to increase the brightness, bleaching process is required. The bleaching process of kaolin has been carried out by several researchers using different bleaching agents. The brownish yellow colour of kaolin which reduces its brightness is caused by the content of iron (III) oxide in kaolin. During the bleaching process, reduction of iron (III) oxide takes place producing iron (II) oxide which is more soluble in water hence it can be more easily separated from kaolin solids. In this study, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ and EDTA are used as the bleaching agents. This study aims to investigate the effect of operating variables such as pH and temperature on the brightness level of kaolin in the bleaching process using the two bleaching agents. The results showed that the process under various operating conditions were able to increase the brightness of kaolin until it met the specification of paper coating. The bleaching process successfully increased the brightness of kaolin up to 85.54% at pH of 12 and temperature of 70°C.

Keywords: kaolin, bleaching, brightness, paper, coating

Diterima (received) : 24 November 2018 , Direvisi (revised) : 01 April 2019 ,
Disetujui (accepted) : 18 April 2019

PENDAHULUAN

Kaolin merupakan batuan dari material lempung berwarna putih atau agak keputihan yang memiliki kandungan besi rendah. Kaolin tersusun atas hidrat aluminium silikat ($2\text{H}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$) dengan beberapa mineral penyerta. Mineral yang termasuk kelompok kaolin adalah kaolinit, nakrit, dikrit, dan haloisit dengan kaolinit sebagai mineral utama. Sebagai mineral utama, kaolinit terdiri atas kristal heksagonal berukuran 0,1-10 μm . Kaolin terbentuk karena proses pelapukan dan proses hidrotermal alterasi pada bantuan beku yang mengandung feldspar¹⁾. Proses pelapukan seperti yang ditunjukkan oleh reaksi 1 terjadi pada permukaan atau sangat dekat permukaan bantuan beku²⁾.



Kaolin digunakan sebagai bahan baku di berbagai industri. Penggunaan kaolin yang terutama adalah di industri kertas³⁾, keramik⁴⁾, cat⁵⁾, farmasi^{6,7)}, pengolahan minyak bumi⁸⁾, dan pestisida^{9,10)}. Saat ini, kaolin yang diaktivasi dengan asam dan alumina telah digunakan juga untuk keperluan industri minyak nabati¹¹⁾. Pemanfaatan kaolin sangat ditentukan oleh sifat fisika dan kimia dari senyawa tersebut. Lebih lanjut, hal ini dipengaruhi oleh kondisi geologis saat kaolin terbentuk dan komposisi mineral penyusun. Deposit kaolin dapat berupa sedimen, residu, maupun hidrotermal. Ketiganya mempunyai sifat yang berbeda sehingga perlu dievaluasi terlebih dahulu untuk menentukan penggunaannya. Sifat kaolin secara umum ditunjukkan oleh Tabel 1²⁾.

Tabel 1.
Sifat-sifat kaolin secara umum

Parameter	Kriteria	Satuan
Warna	Putih	-
Kekerasan	2 – 2,5	Skala Mohs
Berat Jenis	2,60 – 2,63	g cm^{-3}
Indeks Bias	1,56	-
Titik Lebur	1850	$^{\circ}\text{C}$
Daya hantar panas/listrik	Rendah	-
pH	bervariasi	-

Dalam penelitian ini, kaolin yang diproses diharapkan untuk dapat digunakan sebagai pelapis kertas. Sifat-sifat yang sangat penting untuk aplikasi ini antara lain dispersi, viskositas, kecerahan, derajat keputihan, kilap, kehalusan, kemampuan perekat,

kekuatan lapisan, penerimaan tinta, dan kualitas cetak. Untuk dapat digunakan dalam industri kertas, kaolin harus memenuhi spesifikasi yang tertera pada Tabel 2¹²⁾.

Tabel 2.
Spesifikasi kaolin untuk industri kertas

Warna	Putih
Ukuran partikel	Kecil, halus
Bentuk partikel	Datar, tipis
pH inert	4 – 9
Tekstur	Lembut dan tidak abrasif
Kemampuan dispersi	Mudah terdispersi dalam air dengan kandungan padatan tinggi (65 – 72%)
Viskositas	Rendah untuk laju geser tinggi maupun rendah
Toksitasitas	Tidak beracun

Indonesia memiliki potensi persediaan kaolin yang cukup besar. Menurut Badan Pusat Statistik (2009), ada sekitar 66,21 juta ton cadangan kaolin yang tersebar di beberapa daerah seperti Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Bangka Belitung, dan sebagian Sulawesi dan Jawa. Dengan jumlah cadangan yang cukup banyak, Indonesia mampu mengekspor kaolin ke Jepang dan Korea Selatan dengan laju pertumbuhan ekspor mencapai 2,62% pada tahun 2009¹³⁾. Ironisnya, Indonesia ternyata masih perlu mengimpor kaolin dari Cina dan Amerika Serikat dengan laju pertumbuhan sebesar 11,13%. Nilai ekspor kertas berlapis kaolin dari Indonesia juga terus mengalami penurunan sebesar hampir 11% dari tahun 2012 – 2016¹⁴⁾.

Kaolin asal Indonesia memiliki mutu yang relatif rendah. Salah satunya adalah masalah derajat kecerahan yang masih rendah. Misalnya, kaolin dari Cicalengka yang hanya memiliki derajat kecerahan sekitar 75%¹⁵⁾. Padahal, untuk dapat digunakan di industri kertas, derajat kecerahan minimal 83%¹²⁾. Kandungan Fe_2O_3 yang masih melampaui spesifikasi industri kertas (>1%) dapat menyebabkan peningkatan *colouration* pada kertas¹⁶⁾.

Secara umum, pemutihan atau *bleaching* kaolin dapat dilakukan secara kimiawi (agen pemutih), fisik (flotasi dan magnetik), dan biologis. Pemutihan secara fisik, misalnya dengan penggunaan medan magnetik berfungsi untuk memisahkan besi oksida dan hidroksida yang membutuhkan tahapan proses lanjutan yang lebih kompleks dari pemisahan kimiawi¹⁷⁾. Pemisahan dengan agen biologis, yang disebut juga sebagai mineral bio-beneficiation, menyediakan alternatif ramah lingkungan untuk proses

penghilangan besi oksihidroksida dari kaolin¹⁸⁾. Sebagai contoh, penggunaan fungi *Aspergillus niger* telah diteliti dan mampu memberikan 47,7% penghilangan besi pada temperatur 25°C dan 38,8% pada 30°C¹⁹⁾. Pada dasarnya, *A. niger* untuk pemutihan kaolin berperan sebagai penghasil asam oksalat yang mampu mengendapkan ion besi terlarut menjadi besi (II) oksalat dihidrat yang juga dapat diproses lebih lanjut untuk produk-produk lainnya²⁰⁾. Meskipun demikian, proses yang melibatkan agen biologis hingga saat ini masih berada pada skala laboratorium. Agen pemutih seperti Na₂SO₃, Cl₂, HCl, dan ditionat dapat digunakan, namun dengan efisiensi pemisahan yang rendah karena terbentuknya kompleks ion besi²¹⁾. Tiourea dioksida umum digunakan untuk pemutih kertas dan tekstil dengan jalan mereduksi ion Fe³⁺ (tidak larut) menjadi Fe²⁺ (larut), serta sangat stabil pada pH netral, memiliki laju penguraian yang rendah, aman dan murah. Sayangnya, pemutihan perlu dilakukan pada pH di atas sepuluh dan temperatur 70°C sehingga menyebabkan kesulitan operasional²²⁾. Penelitian saat ini memanfaatkan *milling process* untuk menciptakan tiourea dioksida dengan ukuran partikel yang lebih kecil dan seragam sehingga memiliki kontak yang lebih baik dengan reaktan²³⁾ dan elemen tanah jarang berinti dua sebagai agen aktivator²¹⁾. Natrium hidrosulfit mampu mengatasi efisiensi yang rendah sehingga digunakan secara komersial saat ini. Meskipun demikian, proses ini harus dilakukan pada pH kurang dari tiga karena sifat senyawa yang tidak stabil pada pH netral dan basa sehingga selanjutnya menyebabkan biaya operasional yang tinggi dan tidak ramah lingkungan⁴⁾.

Selain penggunaan agen *bleaching* secara tunggal, kombinasi dua agen *bleaching* telah dilakukan untuk mengoptimalkan efisiensi dan capaian proses. Natrium ditionat 3% dan asam sulfat telah dicoba pada penelitian sebelumnya pada kondisi pH 2, rasio padat terhadap cairan 1:3, serta waktu reaksi selama 45 menit. Peningkatan derajat kecerahan dari 69,93% menjadi 81,31% dan penurunan kadar Fe₂O₃ sebesar 0,12% dari mula-mula 0,52% berhasil diperoleh²⁴⁾. Meskipun demikian, nilai kecerahan tersebut masih belum memenuhi spesifikasi agar dapat digunakan di industri kertas. Penelitian ini berupaya meningkatkan derajat kecerahan kaolin dari Cicalengka agar dapat digunakan dalam industri kertas. Peningkatan kecerahan dilakukan dengan menggunakan kombinasi dua macam agen *bleaching*, yaitu

natrium ditionat dan EDTA, yang mana variasi ini belum pernah dilakukan oleh penelitian lainnya. Reaksi pemutihan memiliki beberapa variabel operasi seperti temperatur, pH, waktu pengadukan, dan jumlah *bleaching agent*. Tujuan yang hendak dicapai di antaranya adalah penentuan pengaruh variabel operasi pH dan temperatur terhadap derajat keputihan kaolin pada proses pemutihan dengan natrium ditionat dan EDTA.

METODE PENELITIAN

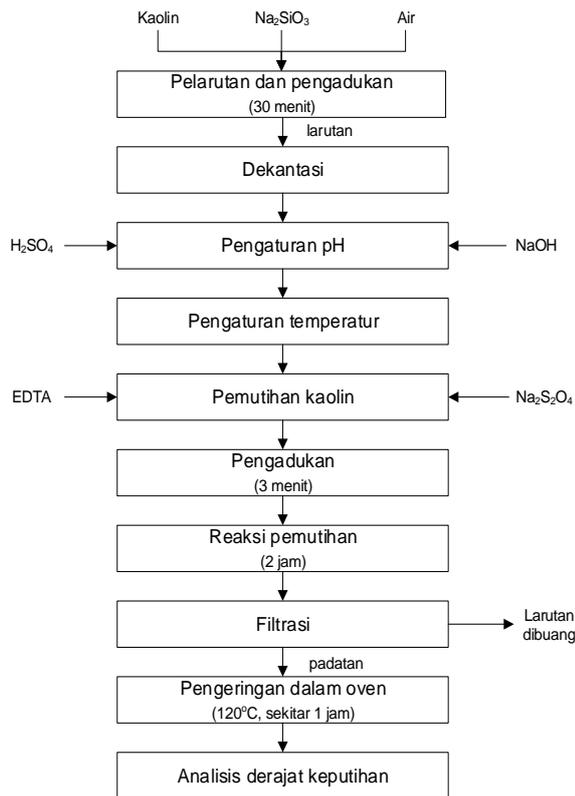
Analisis Bahan Baku

Bahan baku kaolin diperoleh dari PT Kaolin Salju Abadi Cicalengka dalam keadaan telah dibersihkan dan digerus. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kadar SiO₂ dan Al₂O₃ yang merupakan komponen terbesar dari kaolin, kadar Fe₂O₃ yang merupakan zat pengotor dalam kaolin, serta nilai derajat keputihan dari kaolin. Kadar SiO₂, Al₂O₃, dan Fe₂O₃ ditentukan dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) sedangkan analisis derajat keputihan dengan menggunakan alat *Color Measuring Difference Unit*. Keseluruhan analisis ini dilakukan oleh PPTM.

Proses Pemutihan Kaolin

Kaolin yang akan diputihkan dilarutkan dalam air terbentuk larutan dengan kadar 25% berat padatan. Ke dalam larutan kemudian ditambahkan *dispersing* natrium silikat sebanyak 0,25% berat kaolin. Larutan diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit pada temperatur ruangan agar kaolin terdispersi dengan baik kemudian didekantasi. Larutan yang didapatkan kemudian diatur pH-nya dengan penambahan H₂SO₄ 1 M dan/atau NaOH 1 M. Setelah pH-nya sesuai dengan yang diinginkan, larutan dipanaskan dalam *water bath*. Setelah itu, *bleaching agent* berupa Na₂S₂O₄ sebanyak 3% dan EDTA 1% berat kaolin awal ditambahkan ke dalam larutan. Larutan ini kemudian diaduk selama 3 menit dan didiamkan selama 2 jam dengan tetap menjaga temperatur operasi. Setelah itu, larutan difiltrasi dan padatan yang diperoleh dikeringkan dalam oven bertemperatur 120°C. Selama proses pengeringan, padatan ditimbang setiap lima menit sekali dan pengeringan dihentikan apabila berat padatan sudah konstan selama tiga kali penimbangan. Padatan kering ini kemudian dianalisis derajat keputihan.

Langkah-langkah percobaan digambarkan dalam diagram alir percobaan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1.

Diagram alir percobaan pemutihan kaolin

Analisis Derajat Keputihan

Analisis derajat keputihan dilakukan terhadap sampel yang telah dikeringkan menggunakan alat *Color Measuring Difference Unit*. Standar yang digunakan dianggap sebagai benda putih yang dapat memantulkan seluruh sinar yang dipancarkan. Pada percobaan ini, standar berupa MgO dimasukkan ke dalam alat lalu diatur pada angka 100%. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam alat dan angka yang terbaca menunjukkan derajat keputihan sampel. Persentase derajat keputihan menunjukkan proporsi sinar yang dipantulkan oleh sampel dibandingkan sinar yang dipantulkan oleh standar MgO.

Analisis Kadar Fe₂O₃

Kadar Fe₂O₃ yang diukur adalah berat Fe₂O₃ dalam sampel kaolin hasil pemutihan terhadap berat kaolin hasil pemutihan. Analisis ini dilakukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan diawali dengan pembuatan kurva kalibrasi dari hasil pengukuran absorbansi larutan

standar berupa besi sulfat dengan beragam konsentrasi yang telah diketahui. Setelah itu, pengukuran absorbansi dilakukan terhadap sampel kaolin yang telah dikeringkan dan dilarutkan dalam asam sulfat 1 M. Angka hasil pengukuran absorbansi dikonversi menjadi konsentrasi berdasarkan kurva kalibrasi yang telah dibuat.

Analisis Kadar SiO₂

Kadar SiO₂ yang diukur adalah berat SiO₂ dalam sampel kaolin hasil pemutihan terhadap berat kaolin hasil pemutihan. Analisis SiO₂ juga menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan mengikuti prosedur kerja yang sama dengan analisis Fe₂O₃ tetapi pelarut yang digunakan bukan asam sulfat melainkan asam klorida.

Perhitungan Perolehan

Perolehan dihitung dengan cara menimbang berat kaolin hasil pemutihan setelah pengeringan dan setelah disaring dengan ayakan ukuran 325 mesh dibandingkan dengan berat kaolin awal yang akan diputihkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

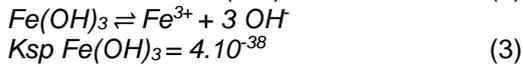
Analisis Bahan Baku

Analisis kimia dan derajat keputihan bahan baku kaolin yang digunakan diperoleh dari data tersebut terlihat derajat keputihan kaolin masih terlalu rendah dan belum dapat digunakan sebagai pelapis kertas. Seperti diulas sebelumnya, sebagai pelapis kertas kaolin harus memiliki derajat keputihan minimal 83%. Bahkan, derajat keputihan untuk pelapis kertas yang diproduksi oleh beberapa produsen di luar negeri memiliki spesifikasi derajat keputihan yang lebih tinggi. Rendahnya derajat keputihan ini disebabkan tingginya kadar Fe₂O₃ dalam kaolin, yaitu mencapai 1,9% padahal kandungan Fe₂O₃ dalam kaolin sebagai pelapis kertas seharusnya kurang dari 1%. Agar dapat digunakan sebagai pelapis kertas, kadar Fe₂O₃ dalam kaolin harus dikurangi.

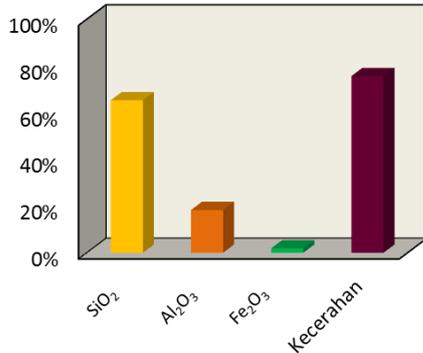
Pengaruh pH terhadap Derajat Keputihan

Hasil percobaan dengan variabel operasi pH pada berbagai temperatur dapat dilihat pada Gambar 3. Pada rentang pH 2 – 4, derajat keputihan cenderung menurun. Reaksi yang dominan terjadi adalah reaksi

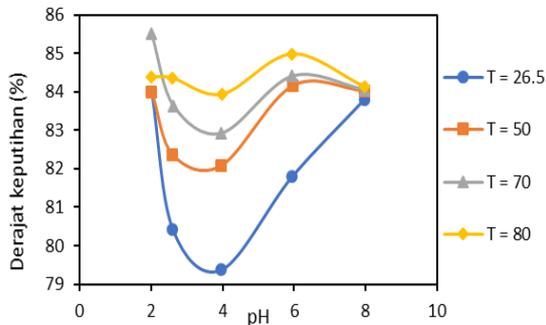
pelarutan besi oksida dalam air ²⁵⁾, seperti reaksi (2) dan (3).



$$K_{sp} Fe(OH)_3 = 4 \cdot 10^{-38}$$



Gambar 2. Analisis kimia dan derajat kecerahan bahan baku kaolin



Gambar 3. Hasil percobaan dengan variabel operasi pH untuk beberapa temperatur

Dari nilai kelarutan besi (III) oksida terlihat bahwa untuk kenaikan dari pH 2 menjadi pH 4, kelarutan Fe₂O₃ dalam air menjadi seperserpuh ribu nilai kelarutan semula. Penurunan kelarutan ini diduga belum dapat diimbangi oleh kenaikan kemampuan EDTA (nilai K_{ef} EDTA-Fe³⁺) ²⁶⁾. Selain itu, pada pH rendah terjadi reaksi penguraian ditionat ²⁷⁾. Penguraian ion ditionat oleh H⁺ menurut reaksi (4).

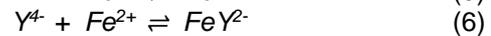
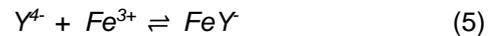


Dengan adanya ditionat yang terurai maka reaksi reduksi Fe₂O₃ menjadi FeO yang mempunyai kelarutan lebih besar akan berkurang sehingga didapatkan derajat keputihan yang lebih rendah.

Pada rentang pH 4 – 6, derajat keputihan yang diperoleh semakin meningkat. Hal ini diduga disebabkan adanya

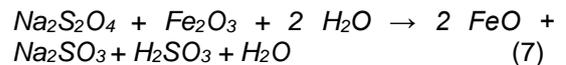
peningkatan kemampuan pengikatan ion besi oleh EDTA. Pada pH 6, nilai K_{ef} dari reaksi EDTA-Fe jauh lebih besar dibandingkan nilainya pada pH 4. Dengan nilai K_{ef} yang besar maka jumlah ion besi yang dapat terkompleksasi menjadi makin banyak. Dengan berkurangnya ion besi bebas dalam air maka kesetimbangan reaksi pelarutan besi oksida akan bergeser ke kanan yang berarti jumlah besi oksida yang dapat dipisahkan semakin besar.

Pada pH yang mendekati netral, kemampuan EDTA meningkat dan penguraian ion ditionat oleh H⁺ juga tidak terjadi. Dengan tidak adanya ditionat yang terurai maka reaksi reduksi Fe₂O₃ menjadi FeO dapat terjadi dan besi oksida yang terlarutkan makin banyak. Peran kedua *bleaching agents* (EDTA dan natrium ditionat) sangat dominan pada rentang pH 4 – 6. EDTA berperan dalam mengikat ion Fe menurut reaksi (5) dan (6).



Sedangkan natrium ditionat berguna sebagai reduktor yang akan mereduksi Fe₂O₃ menjadi FeO dimana kelarutan Fe(OH)₂ sebagai bentuk hidrat dari FeO jauh lebih besar dibandingkan Fe(OH)₃ ²⁴⁾.

Reaksi natrium ditionat dan Fe₂O₃ adalah seperti pada reaksi (7) ²⁷⁾.

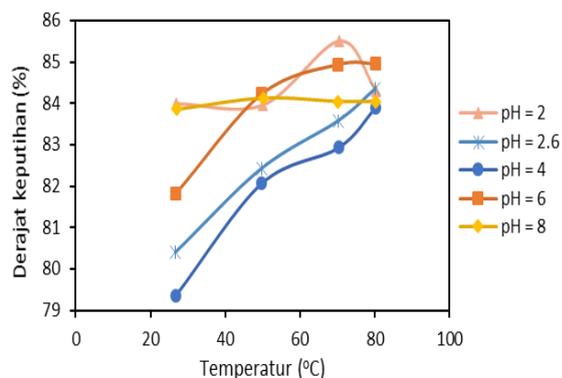


Pada rentang pH 6 – 8 dan temperatur tinggi (50, 70, dan 80°C), terjadi penurunan derajat keputihan karena reaksi pelarutan besi oksida kembali dominan. Tetapi pada temperatur kamar, reaksi penguraian natrium ditionat tidak berlangsung sehingga terjadi peningkatan derajat keputihan. Natrium ditionat akan mereduksi Fe₂O₃ menjadi FeO yang mempunyai kelarutan lebih besar. Kelarutan Fe(OH)₃ dan Fe(OH)₂ akan diperbesar oleh reaksi kompleksasi EDTA-Fe di mana reaksi ini akan menggeser reaksi pelarutan besi oksida ke kanan (prinsip kesetimbangan *Le Chatelier*) sehingga jumlah besi oksida yang dapat dipisahkan akan semakin besar meskipun nilai kelarutannya pada pH 8 lebih kecil dibandingkan pada pH 6. Dengan demikian, pada rentang pH ini, reaksi yang dominan adalah reaksi (5) dan (6).

Berdasarkan hasil percobaan, *bleaching agents* yang digunakan terbukti cukup efektif untuk meningkatkan derajat keputihan kaolin. Unjuk kerja dari *bleaching agent* natrium

ditionat ditentukan oleh jumlah natrium ditionat yang terurai di mana penguraiannya sangat dipengaruhi oleh pH. Dengan demikian, perlu dilakukan percobaan lanjutan dengan variasi jumlah natrium ditionat pada pH.

Pengaruh Temperatur terhadap Derajat Keputihan



Gambar 4. Hasil pemutihan pada beberapa temperatur operasi

Hasil percobaan dengan variabel operasi temperatur pada berbagai pH dapat dilihat pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kecerahan seiring dengan kenaikan temperatur karena terjadi peningkatan kelarutan besi oksida dalam air. Akan tetapi, pada pH 2, derajat keputihan justru menurun pada kenaikan temperatur dari 70°C menjadi 80°C. Hal ini disebabkan kenaikan temperatur juga menyebabkan penguraian ditionat. Penguraian ini terjadi menurut reaksi (8).

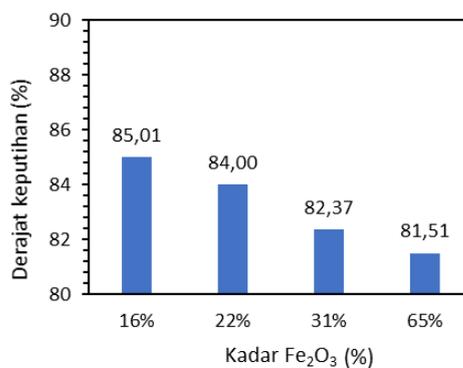


Reaksi penguraian ini dipercepat oleh adanya oksigen dan pH yang rendah. Selain itu, reaksi penguraian ditionat juga dapat berlangsung menurut reaksi (3) pada pH 2 untuk kenaikan temperatur dari 70°C menjadi 80°C. Oleh karena pengaruh reaksi (4) dan (8), derajat keputihan yang diperoleh mengalami penurunan.

Pengaruh temperatur terhadap derajat keputihan cenderung mengecil pada pH yang semakin tinggi seperti yang terlihat pada pH 8 di mana kenaikan temperatur hampir tidak meningkatkan kecerahan. Hal ini disebabkan kelarutan besi oksida dalam air menjadi sangat kecil pada pH yang tinggi sehingga adanya peningkatan temperatur hampir tidak mempengaruhi derajat keputihan.

Analisis Kadar Fe₂O₃

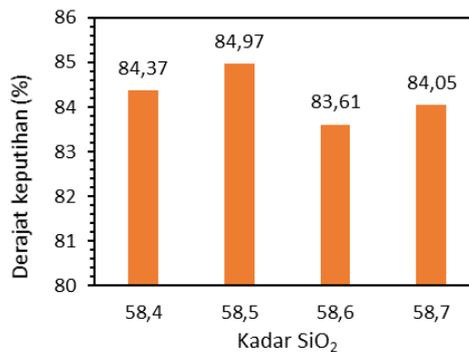
Hasil analisis kandungan Fe₂O₃ pada beberapa sampel yang dapat mewakili beberapa derajat keputihan dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar tersebut membuktikan bahwa semakin tinggi kandungan Fe₂O₃ dalam kaolin, derajat keputihannya semakin rendah.



Gambar 5. Hasil analisis kandungan Fe₂O₃ dan derajat keputihan beberapa sampel kaolin

Analisis Kadar SiO₂

Hasil analisis kandungan SiO₂ pada beberapa sampel yang telah memenuhi spesifikasi ukuran partikel dan derajat keputihan ditunjukkan oleh Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6, kandungan SiO₂ masih terlalu besar dibandingkan spesifikasi umum kandungan SiO₂ pada kaolin yang digunakan sebagai pelapis kertas yaitu sekitar 47%. Hal ini diperkirakan sebagai penyebab derajat keputihan kaolin masih kurang dari 86%. Kecerahan kaolin diperkirakan masih dapat ditingkatkan dengan cara pengurangan kandungan SiO₂ dalam kaolin sebelum diputihkan.



Gambar 6. Hasil analisis kandungan SiO₂ dan derajat keputihan beberapa sampel kaolin

Pengaruh Filtrat yang Terjebak dalam Padatan

Pada percobaan yang dilakukan, terdapat filtrat dari proses filtrasi larutan kaolin hasil pemutihan yang terjebak dalam padatan kaolin. Persentase volume filtrat yang terjebak dalam padatan kaolin hasil filtrasi diasumsikan sama untuk setiap percobaan. Kadar besi oksida yang terlarut namun tidak terpisahkan dari padatan kaolin hasil pemutihan ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3.
Kandungan Fe_2O_3 yang berasal dari filtrat kaolin hasil pemutihan

Fe_2O_3 kaolin hasil pemutihan (%)	Fe_2O_3 filtrat (%)
0,7	0,07
0,6	0,07
0,5	0,08
0,4	0,09
0,3	0,09
0,2	0,1
0,15	0,1
0,1	0,1

Pada Tabel 3 terlihat bahwa semakin kecil kadar Fe_2O_3 dalam kaolin hasil pemutihan, jumlah Fe_2O_3 yang berasal dari filtrat akan semakin besar sehingga jumlah besi oksida yang terlarutkan tetapi tidak dapat dipisahkan dari padatan kaolin juga semakin besar. Ini akan mengakibatkan kandungan Fe_2O_3 dalam kaolin tidak akan dapat dipisahkan seluruhnya dan nilai Fe_2O_3 akan terbatas dan tidak akan mencapai 100%.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa reaksi pemutihan kaolin dipengaruhi oleh variabel operasi pH dan temperatur. Secara umum derajat keputihan kaolin hasil pemutihan berkurang pada kondisi operasi antara pH 2 dan pH 4 kemudian meningkat antara pH 4 dan pH 6 dan berkurang kembali antara pH 6 dan pH 8 kecuali pada temperatur kamar. Sementara itu, kenaikan temperatur operasi menyebabkan kenaikan derajat keputihan kaolin kecuali pada temperatur di atas 70°C untuk pH 2. Selain itu, jumlah filtrat yang terjebak dalam padatan kaolin mempengaruhi kandungan Fe_2O_3 dalam kaolin hasil pemutihan. Dengan demikian, pemutihan kaolin Cicalengka menggunakan

EDTA dan natrium ditionat dalam skala industri sebaiknya dilakukan pada pH 6 dan temperatur 70°C , yang merupakan kondisi optimum untuk mencapai derajat keputihan kaolin sebesar 85,54%.

DAFTAR PUSTAKA

- Cygan, R. T. dan Tazaki, K. Interactions of Kaolin Minerals in the Environment. *Elements* **10**, 195–200 (2014).
- Sukandarrumadi. *Bahan Galian Industri*. (UGM Press, 2018).
- dos Santos, I. R., Ventrorm, G., Caraschi, J. C. dan Comelato Favaro, J. S. Analysis of pulp bleaching sequences in the retention of kaolin and in the properties of paper. *Rev. Arvore* **39**, 1147–1154 (2015).
- Chen, Y. *et al.* Effect of rice hulls additions and calcination conditions on the whiteness of kaolin. *Ceram. Int.* **40**, 11751–11758 (2014).
- Štengl, V., Popelková, D. dan Grygar, T. M. Composite pigments based on surface coated kaolin and metakaolin. *Appl. Clay Sci.* **101**, 149–158 (2014).
- Awad, M. E., López-Galindo, A., Setti, M., El-Rahmany, M. M. dan Iborra, C. V. Kaolinite in pharmaceuticals and biomedicine. *Int. J. Pharm.* **533**, 34–48 (2017).
- Aleanizy, F. S., Alqahtani, F., Al Gohary, O., El Tahir, E. dan Al Shalabi, R. Determination and characterization of metronidazole–kaolin interaction. *Saudi Pharm. J.* **23**, 167–176 (2015).
- Hafez, A. I., Gerges, N. S., Ibrahim, H. N., Abou El-magd, W. S. I. dan Hashem, A. I. Evaluation of kaolin clay as natural material for transformer oil treatment to reduce the impact of ageing on copper strip. *Egypt. J. Pet.* **26**, 533–539 (2017).
- Khairy, M., Ayoub, H. A., Rashwan, F. A. dan Abdel-Hafez, H. F. Chemical modification of commercial kaolin for mitigation of organic pollutants in environment via adsorption and generation of inorganic pesticides. *Appl. Clay Sci.* **153**, 124–133 (2018).
- Amalin, D. M., Averion, L., Bihis, D., Legaspi, J. C. dan David, E. F. Effectiveness of Kaolin Clay Particle Film in Managing *Helopeltis collaris* (Hemiptera: Miridae), a Major Pest of Cacao in the Philippines. *Florida Entomol.* **98**, 354–355 (2015).
- Aung, L. L., Tertre, E., Suksabye, P., Worasith, N. dan Thiravetyan, P. Erratum to: Effect of alumina content and surface area of acid-activated kaolin on bleaching

- of rice bran oil. *JAACS, J. Am. Oil Chem. Soc.* **92**, 621 (2015).
12. H. Murray, H. dan Kogel, J. E. Engineered clay products for the paper industry. *Appl. Clay Sci.* **29**, 199–206 (2005).
 13. Hryadi, H. Perkembangan dan prospek bahan galian nonlogam Indonesia. *J. Teknol. Miner. dan Batubara* **6**, 45–63 (2010).
 14. *Statistik Perdagangan*. (2017). doi:ISSN: 0852 - 9078
 15. Aini, M. N. dan Indriati, L. Proses pemutihan zeolit sebagai bahan pengisi kertas. *J. Selulosa* **42**, 23–28 (2007).
 16. Gougazeh, M. Removal of iron and titanium contaminants from Jordanian Kaolins by using chemical leaching. *J. Taibah Univ. Sci.* **12**, 247–254 (2018).
 17. Campos, V. M. J. S., Bertolino, L. C. dan Alves, O. C. Mineralogical characterization and beneficiation study of kaolin from Equador (RN) and Junco do Seridó (PB) to increase the brightness index. *Ceramica* **63**, 369–375 (2017).
 18. Hosseini, M. R. dan Ahmadi, A. Biological beneficiation of kaolin: A review on iron removal. *Appl. Clay Sci.* **107**, 238–245 (2015).
 19. Hajihoseini, J. dan Fakharpour, M. Effect of temperature on bioleaching of iron impurities from kaolin by *Aspergillus niger* fungal. *J. Asian Ceram. Soc.* **7**, 82–89 (2019).
 20. Taran, M. dan Aghaie, E. Designing and optimization of separation process of iron impurities from kaolin by oxalic acid in bench-scale stirred-tank reactor. *Appl. Clay Sci.* **107**, 109–116 (2015).
 21. Cao, W., Xia, G., Lu, M., Huang, H. dan Xu, Y. Iron removal from kaolin using binuclear rare earth complex activated thiourea dioxide. *Appl. Clay Sci.* **126**, 63–67 (2016).
 22. Makarov, S. V., Horváth, A. K., Silaghi-Dumitrescu, R. dan Gao, Q. Recent Developments in the Chemistry of Thiourea Oxides. *Chem. – A Eur. J.* **20**, 14164–14176 (2014).
 23. Lu, M., Xia, G. dan Zhang, X. Refinement of industrial kaolin by removal of iron-bearing impurities using thiourea dioxide under mechanical activation. *Appl. Clay Sci.* **141**, 192–197 (2017).
 24. Li, J. T. *et al.* Orthogonal experiments for kaolin bleaching by using sodium dithionite and sulfuric acid. *Advanced Materials Research* **968**, 116–124 (2014).
 25. Chatman, S., Zarzycki, P. dan Rosso, K. M. Spontaneous Water Oxidation at Hematite (α -Fe₂O₃) Crystal Faces. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **7**, 1550–1559 (2015).
 26. Borggaard, O. K. Selective extraction of amorphous iron oxides by EDTA from a Danish sandy loam. *J. Soil Sci.* **30**, 727–734 (1979).
 27. Varadachari, C., Goswami, G. dan Ghosh, K. *Dissolution of Iron Oxides*. *Clay Research* **25**, (2006).